

# **EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A**

## **CONCEPT MACHINE 4.0 : Axelle**

Durée : 5 heures

### **PRÉSENTATION DU SUJET**

Le sujet se composait :

- d'une présentation du système étudié : 2 pages ;
- du travail demandé (parties A à C : 13 pages) + 8 pages d'annexes ;
- du cahier réponses à rendre, comprenant 45 questions : 30 pages.

Le sujet portait sur la partie « Robot delta 2D » du démonstrateur technologique (ou concept machine) « Axelle » pour répondre à la demande du « Collectif Continuité Numérique » dont les membres souhaitaient montrer leurs savoirs faire en termes de composants innovants pour l'industrie 4.0.

Après une étude structurelle, l'objectif global du sujet était de valider la loi de pilotage des motoréducteurs synchrones équipant le système pour un mouvement de prise et dépose (pick & place). Le sujet était composé de trois parties différentes, indépendantes et elles-mêmes constituées de nombreuses questions qui pouvaient être traitées séparément :

- la Partie A abordait l'aspect structurel du robot avec une étude séquentielle;
- la Partie B concernait l'étude mécanique du système de « pick & place » pour déterminer les couples que devaient exercer les motoréducteurs en fonction de la géométrie de la structure du robot ;
- la Partie C se concentrait sur la modélisation du comportement afin d'étudier et de valider une loi de pilotage.

### **COMMENTAIRES GÉNÉRAUX**

Afin de valider la loi de pilotage lors d'un mouvement de pick & place, le sujet proposait un ensemble de questions recouvrant une large part des connaissances du programme de première et de deuxième année de CPGE. Si quelques questions faisaient simplement appel au sens pratique du candidat, la plupart permettaient aux candidats de mettre en œuvre les compétences générales développées en Sciences industrielles pour l'ingénieur.

Les trois parties étaient indépendantes et elles-mêmes composées de sous-parties indépendantes. Les candidats ont pu profiter de ces différents points d'entrées pour balayer l'ensemble des parties, même si quelques questions relativement simples en fin de sujet ont été peu traitées. Si une grande partie des questions était indépendante, on note qu'un ensemble de questions liées comportait au plus 3 voire 4 questions. Au niveau de la question la moins bien traitée de l'ensemble du sujet, on note tout de même une vingtaine de candidats ayant obtenu le maximum de points. Plusieurs candidats ont quasiment traité toute l'épreuve.

Rappelons, s'il est encore besoin, qu'il est très important de garder les expressions littérales jusqu'au moment de l'application numérique. Les questions portant parfois sur plusieurs points, il est également important que les candidats relisent la question avant de passer à la suivante afin de vérifier de l'avoir entièrement traitée. Par ailleurs, pour valider le cahier des charges, le jury attend que, pour chacun des critères concernés, la valeur obtenue par le système soit comparée à la valeur requise pour conclure.

Enfin, l'écart type est plus grand que les années précédentes. L'épreuve est donc classante. Les résultats sont en adéquation avec les attentes du jury avec de très bonnes copies même si l'on observe encore d'autres vraiment très médiocres.

## COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

### **Partie A – Analyse du fonctionnement du Robot Delta**

Cette première partie avait pour objectif d'étudier l'aspect structurel du robot. L'étude des flux d'énergie et d'information n'a pas posé de problème majeur même si la faute la plus courante est d'avoir un flux d'énergie en entrée d'un capteur. Le vocabulaire associé aux chaînes fonctionnelles est non maîtrisé. Si les fonctions sont souvent mal identifiées, les noms génériques semblent encore moins connus ou maîtrisés. Seulement un tiers des candidats semble familier avec la représentation graphique d'un distributeur pneumatique. Beaucoup semblent ne pas avoir compris la logique de la représentation.

### **Partie B – Étude de l'architecture mécanique du Robot Delta**

#### **Partie B.1 – Étude mécanique de la structure 3D**

Cette première partie avait pour objectif dans un premier temps, d'étudier les mouvements autorisés par la structure et dans un second temps de réduire le nombre de contraintes de montage par une étude des degrés de mobilité et d'hyperstatisme. Globalement, l'ensemble des questions est bien traité. Les mobilités internes ont été correctement identifiées. Beaucoup de candidat n'ont cependant pas compris le rôle du parallélogramme déformable.

#### **Partie B.2 – Étude cinématique de la structure 2D**

L'objectif, ici, était de passer des coordonnées cartésiennes du mouvement de pick & place aux coordonnées articulaires via une fermeture géométrique. Peu de candidats se trompent dans les projections. La partie numérique associée a été plus problématique, tant sur la discrétisation du mouvement que sur la méthode par dichotomie qui ne semble pas maîtrisée par la moitié des candidats. Certains ont écrit, avec succès, une forme récursive de l'algorithme.

#### **Partie B.3 – Étude dynamique de la structure 2D**

Cette partie, liée à l'étude dynamique du robot, permettait particulièrement de mettre en évidence la rigueur et les méthodes des candidats. Le jury relève beaucoup trop de justifications erronées, incomplètes ou non pertinentes pour la forme de l'opérateur d'inertie et de celles des glisseurs étudiés. Par ailleurs, beaucoup de candidats ne dressent pas le bilan des actions mécaniques avant l'application du PFD et oublient parfois jusqu'à la masse de la charge déplacée. Seule la moitié des candidats semble au point sur les stratégies d'isolement en vue de déterminer des efforts spécifiques. Il est toutefois à noter que les calculs des torseurs dynamiques ont été bien effectués cette année.

### **Partie C – Étude de l'asservissement en position du Robot Delta**

#### **Partie C.1 – Modélisation de la chaîne d'énergie**

Le début de cette partie avait pour objectif de déterminer l'inertie équivalente de l'ensemble en mouvement, ramenée sur l'axe moteur d'un des bras. Des candidats confondent réduction et rapport de réduction mais raisonnent correctement au niveau de l'application numérique. La lecture d'un document technique donnait rapidement la réponse à une des questions posées mais beaucoup de candidats sont partis dans des directions très étonnantes avec des ordres de grandeurs farfelus pour la masse maximale à déplacer.

La fin de cette partie n'a pas posé de problème majeur et les candidats ont bien utilisés les notations liées à la transformée de Laplace d'un produit. Le jury regrette que des candidats écrivent plusieurs lignes pour dériver des constantes.

### **Partie C.2 – Modélisation du comportement de la commande**

Dans cette dernière partie, beaucoup de candidats ont récité leur cours sans tenir compte de la question et/ou du système. Pour valider le cahier de charges au niveau de la précision, trop de candidats regardent la classe (souvent confondu avec l'ordre) du correcteur sans tenir compte de celle de la FTBO non corrigée. Certains confondent précision et stabilité. D'autres affirment que tout système dont la FTBO est de classe deux est instable.

### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

On conseille de nouveau aux candidats de prendre le temps de parcourir la totalité du sujet et des documents annexes (ainsi que le document réponse) pour assimiler les problématiques proposées ainsi que les démarches de résolution associées (une durée indicative de 20 min était donnée dans l'introduction pour découvrir le sujet dans sa globalité).

Les questions suivent une démarche de résolution de la problématique posée et ne sont pas dans un niveau strictement croissant de difficulté. De plus, comme la plupart des questions sont indépendantes, les candidats doivent essayer de reprendre le sujet au plus tôt après une question non traitée, sans laisser tomber tout le reste de la partie.

Il est conseillé de bien relire la question avant de passer à la suivante et vérifier que le résultat est valide, i.e. avec la bonne dimension pour son expression littérale et non aberrant pour sa valeur numérique.

**SCIENCES INDUSTRIELLES B**  
**SYSTÈME D'OUVERTURE DE PORT SUR UN AVION-CARGO**

Durée : 6 heures

**PRÉSENTATION DU SUJET**

Le sujet porte sur un système d'ouverture de porte latérale avant d'avion-cargo destiné au transport de marchandises. L'étude porte essentiellement sur l'exigence d'assurer le mouvement du système d'ouverture.

L'épreuve est divisée en 3 parties dont chacune est consacrée à la validation d'une sous-exigence. Dans la première partie, on étudie la cinématique du système d'ouverture avec pour objectif d'assurer que la porte a un débattement angulaire suffisant pour permettre le passage des matériels, marchandises et personnels par la porte et que le mouvement d'ouverture/fermeture peut se faire dans un laps de temps compatible avec les cadences requises. La seconde partie s'intéresse au dimensionnement de la transmission interne en termes d'architecture et également de résistance vis-à-vis des surcharges via l'introduction d'un limiteur de couple. Enfin la dernière partie est consacrée au dimensionnement d'un des arbres de transmission et au choix de ses paliers de guidage afin de satisfaire les exigences de durée de vie.

**Remarque :** cette session 2023 inaugure un nouveau format pour l'épreuve Sciences Industrielles B. La partie conception graphique, qui représentait jusqu'en 2022 un peu moins de la moitié des points du barème, a disparu au profit d'une notice plus longue. Cette notice se concentre sur la modélisation pour la conception et l'innovation de systèmes mécaniques. Les compétences attendues s'appuient sur les connaissances en technologie de construction mécanique, ainsi que sur l'application de règles et de critères de conception, afin de guider le choix et le dimensionnement de solutions techniques. Un aspect important consiste en la comparaison de solutions sur des critères en lien avec un cahier des charges afin de réaliser une innovation incrémentale du système.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- |  |     |
|--|-----|
| - Caractéristiques du système d'actionnement Q1 à Q12                    | 22% |
| - Choix de la transmission interne à l'actionneur Q13 à Q36              | 42% |
| - Dimensionnement d'un arbre de transmission et de ses paliers Q37 à Q56 | 36% |

**COMMENTAIRE GÉNÉRAL SUR L'ÉPREUVE**

Le sujet est structurellement long, les candidats peuvent ainsi s'exprimer sur l'ensemble de leurs compétences et montrer leur capacité à aborder un problème dans sa globalité. Une lecture complète du sujet est conseillée en début d'épreuve afin de s'imprégner de ce dernier.

Les calculatrices sont interdites. Certaines applications numériques demandent une aptitude à effectuer des approximations pour pouvoir atteindre le résultat. Lors de l'évaluation des copies, une tolérance de quelques pourcents est appliquée sur la précision des résultats numériques obtenus.

Le sujet ne pose pas de difficulté particulière de compréhension et toutes les questions posées sont au niveau des candidats ; à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points.

Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées. Bon nombre de candidats ne les maîtrisent pas.

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie. Certaines parties ou sous parties sont intégralement non traitées par certains candidats, notamment la fin de la partie 2 fréquemment abandonnée au profit de la partie 3.

Le jury remarque que les candidats semblent familiers de ce format d'épreuve avec cahier réponse. Néanmoins encore trop d'entre eux ont eu visiblement un raisonnement juste mais ne répondent pas précisément à la question posée (donnent l'expression littérale au lieu de l'application numérique, et inversement, n'expriment pas les résultats en fonction des quantités demandées ou n'effectuent pas leurs applications numériques dans l'unité demandée) ce qui les pénalise fortement. Il est également regrettable que lorsque les réponses sont à choix multiples (par exemple pour la question 22) les candidats tentent de répondre en cochant les cases de façon aléatoire.

## **ANALYSE PAR PARTIE**

### **Caractéristiques du système d'actionnement**

Cette partie s'intéresse en particulier à la cinématique de l'actionnement de la porte. La première sous partie propose de vérifier que la course de l'actionneur permet d'assurer un débattement angulaire suffisant de la porte. Le tracé des trajectoires a été réussi par moins de la moitié des candidats ce qui les a pénalisés pour la suite : moins d'un quart des candidats poursuivent en choisissant une liaison adaptée et trouvent les longueurs et course de vérins adaptés au problème. La seconde sous-partie vise à vérifier que les temps d'ouverture et fermeture sont compatibles avec les exigences. Seuls 10% environ des candidats traitent correctement cette partie. La dernière sous-partie consacrée aux efforts à développer par l'actionneur est en moyenne un peu mieux traitée.

### **Choix de la transmission interne à l'actionneur**

Cette partie est la moins bien traitée des trois ; seules 7 questions sur 23 sont réussies par plus de 20% des candidats. La première sous-partie s'intéresse au choix de l'architecture du système d'actionnement, avec le choix d'un moteur et de rapports de transmission adaptés. Compte tenu des masses en mouvement, quelques questions s'intéressent au comportement en régime transitoire et à l'estimation des inerties en jeu. Plus on avance dans cette sous partie, moins les questions sont traitées et moins les réponses sont justes. La seconde sous-partie est consacrée à la protection du système vis-à-vis des surcharges via l'utilisation d'un limiteur de couple. Le début de cette partie, pourtant assez classique, a été peu réussie, avec un léger mieux sur le choix de configuration. À partir de la question 30, les questions ont fréquemment été délaissées au profit de la dernière partie du sujet.

### **Dimensionnement d'un arbre de transmission et de ses paliers**

Cette partie, calculatoire mais classique, est celle que les candidats ont globalement la mieux réussie, puisque, pour près d'une question sur deux, un tiers des candidats obtient le maximum de points à la question. Elle est décomposée en trois sous-parties : la première s'intéresse à la détermination des actions mécaniques dans les liaisons, la deuxième au calcul des sollicitations dans l'arbre de transmission et la troisième au choix des paliers à éléments roulants vis-à-vis de leur durée de vie. L'indépendance des différentes sous-parties entre elles et le fait que les résultats intermédiaires soient fournis a permis aux candidats d'aborder chacune des sous-parties même si des erreurs avaient été faites précédemment avec néanmoins des résultats un peu moins justes dans la dernière sous-partie.

## CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Écrire lisiblement, assez gros et avec une encre pas trop claire. Marquer suffisamment les tracés au crayon.

Lire l'ensemble du sujet en début d'épreuve afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise.

Répondre précisément aux questions posées en différenciant bien expression littérale et application numérique. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise, spécifier l'unité si celle-ci n'est pas imposée, et donner les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : torseur de cohésion, formules de résistance des matériaux, application du PFS, du PFD, du théorème de l'énergie cinétique...

Effectuer les applications numériques en dépit de l'interdiction des calculatrices et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : le résultat est-il plausible vis-à-vis du produit étudié ?

## **EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C**

### **Robot de soutien technique polyvalent COLOSSUS**

Durée : 6 heures

### **PRÉSENTATION DU SUJET**

Le sujet portait sur l'analyse du robot de soutien technique polyvalent COLOSSUS destiné à intervenir dans les zones à risque. Le sujet était composé de 4 parties : analyse du fonctionnement général du robot (actionneurs, capteurs, stockage d'énergie), étude de la fonction déplacement et plus particulièrement le dimensionnement des deux boîtes de transmission (cinématique, statique, résistance des matériaux), industrialisation du demi-carter extérieur des boîtes de transmission (spécifications géométriques et dimensionnelles, couple matériau procédé, fonderie, gamme d'usinage, métrologie), conception de la liaison entre l'arbre moteur et le premier étage de la boîte de transmission (concevoir une pièce en optimisant le triptyque produit-procédés-matériaux, concevoir et dimensionner une liaison mécanique).

- La partie I (10% de la note finale) porte sur la compréhension globale du robot et de son fonctionnement, en s'arrêtant sur certains choix technologiques.
- La partie II (20%) porte sur le dimensionnement d'une des deux boîtes de transmission.
- La partie III (30%) porte sur l'industrialisation du demi-carter extérieur des boîtes de transmission.
- La partie IV (40%) porte sur la conception de la liaison entre l'arbre moteur et le premier étage de la boîte de transmission.

Chaque partie pouvait être traitée indépendamment des autres, à condition de lire attentivement l'énoncé. Quelques questions étaient « à tiroirs » au sein des parties, mais cela restait très marginal et permettait toutefois d'appréhender le raisonnement global des candidat.es face à la construction du sujet.

### **COMMENTAIRES GÉNÉRAUX**

Cette épreuve a pour objectif d'évaluer les capacités des candidat.es dans les domaines des sciences industrielles de l'ingénieur.e et plus précisément les aspects liés à l'analyse d'un système industriel, à la conception d'un sous-système mécanique et son industrialisation. Les compétences attendues concernent tout d'abord : l'analyse et la vérification des performances attendues de systèmes ou sous-systèmes à partir de modélisations (dessin de définition, modèles analytiques, schéma cinématique...). L'analyse a été segmentée en démarrant par la structure globale du système et son comportement vis-à-vis de l'objectif de déplacement, d'emport et d'autonomie, pour aboutir à l'analyse de la transmission de puissance. Les compétences attendues concernent les choix, la définition et le dimensionnement de solutions techniques intégrant des contraintes du cycle de vie, en particulier celles d'industrialisation et dans une moindre mesure de développement durable.

Le sujet traitait d'un système mécaniquement très classique. Les descriptions préliminaires ainsi que les informations données dans les documents ressources fournissaient les éléments importants nécessaires pour aborder toutes les questions. Il fallait pour cela que les candidat.es lisent avec rigueur le sujet et les documents fournis.

La moyenne de l'épreuve est en amélioration par rapport à l'édition précédente, notamment grâce à la partie conception qui compte pour 40% de la note finale. En effet, cette partie dont la formulation des questions avait été modifiée afin de définir clairement le cahier des charges vis-à-vis des contraintes d'industrialisation, a conduit à des solutions assez satisfaisantes dans l'ensemble et à de nombreuses excellentes copies. L'écart type, également en nette augmentation, a permis à l'épreuve de jouer son rôle en classant efficacement les candidat.es. Cependant, le contexte « concours » ne doit pas faire oublier la maîtrise des fondamentaux en Science de l'Ingénieur.e que les étudiant.es doivent connaître.

## COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

### Partie I : Vérification des performances du robot

Cette première partie avait pour but de justifier le choix de la motorisation électrique et des batteries au regard des performances attendues. Elle permettait d'aborder la technologie du moteur brushless à aimants permanents et du capteur angulaire de type resolver, le calcul de la puissance motrice selon le cahier des charges, la disposition des batteries et l'autonomie du véhicule.

La moyenne de cette partie est la plus faible des quatre parties de l'épreuve.

Elle montre de sérieuses lacunes concernant la technologie des composants des chaînes d'énergie et d'information, mais également sur des concepts tels que la nature d'un signal (analogique ou numérique) et d'une mesure (relative ou absolue).

Plus inquiétant, le calcul de la puissance motrice a donné lieu à de très nombreuses réponses erronées, tant sur la formulation, les unités et les ordres de grandeur. Un bon nombre de candidat.es a également considéré la présence d'un seul moteur et non de deux comme indiqué dans le sujet. Ce type de dimensionnement est pourtant une compétence de base de l'ingénieur.e en sciences industrielles.

Les calculs de la disposition des cellules dans les packs de batteries et de l'autonomie s'appuyaient sur les documents ressources et sur le calcul de la tension et de l'intensité de cellules montées en série et en parallèle. Ces questions ont également conduit à de nombreuses réponses erronées, voire farfelues.

En résumé, cette partie un peu moins classique que le reste du sujet a posé des problèmes à une majorité de candidat.es alors même qu'elle ne présentait pas de difficulté particulière.

### Partie II : Transmission de puissance

Cette partie se voulait assez classique par l'étude d'un réducteur à engrenage.

L'expression littérale du rapport des vitesses dans un réducteur n'a, pour un peu plus de la moitié des copies, pas posé de difficulté. Cependant on pourrait s'attendre à moins de discrimination sur une question aussi simple. L'application numérique qui suivait a déjà posé plus de difficultés. Il est quand même appréciable que certains candidat.es ayant des résultats visiblement erronés aient émis des doutes sur la validité de leurs calculs.

Mais une fois passée la simple application de formules, très peu de candidat.es (env. 20 %) ont justifié un choix de dimensionnement mécanique basé sur la roue la plus chargée. Volontairement, le calcul de la répartition des couples sur les différents axes n'était pas demandé en préalable afin d'apprécier la prise de recul des candidat.es.

Étrangement, le calcul de la composante tangentielle dans une transmission par engrenage a lui aussi posé des difficultés entre autres par la confusion classique entre diamètre et rayon.

Pour ce qui est de la question traitant de la formule de prédimensionnement du module d'une roue dentée, il semble nécessaire de rappeler que si le résultat est donné dans un énoncé, les correcteurs n'accordent les points que pour l'exposé de la démarche permettant de le retrouver et non sur le résultat. Une démarche fautive avec un résultat honnêtement faux est plus appréciable qu'un résultat miraculeusement juste. Le taux de réussite à cette question atteint les 40 %.

L'ordre de grandeur de la limite élastique d'un acier ainsi que la notion de fatigue échappent à beaucoup de candidat.es.

Sur la fin de cette partie, la question la mieux traitée est celle du choix du nombre de vis pour atteindre un effort presseur donné avec près de 60 % de réussite. La question relative à la formule du couple transmissible dans un embrayage plan a donné plus de mal. Il est regrettable de constater que même si certains candidat.es ont bien compris la démarche d'obtention de cette formule, leurs réponses manquent parfois de rigueur mathématique et/ou scientifique.

### Partie III : Industrialisation du demi-carter extérieur

Cette partie commençait par l'analyse des spécifications géométriques. La difficulté cette année résidait dans une localisation dont la référence secondaire était composée de deux surfaces cylindriques. La grande majorité des candidat.es ont échoué à expliquer cette spécification en particulier, avec beaucoup plus de réussite sur les deux autres, plus classiques. Les questions suivantes portaient sur le lien entre le besoin fonctionnel lié à l'assemblage des deux demi-carters et les spécifications. Elles ont montré un manque de recul certain sur les notions de surface prépondérante et de contrainte d'assemblage.



Ensuite le sujet abordait des considérations produits procédés matériaux (PPM). Un biais systématique a une nouvelle fois été observé dans l'analyse demandée. Les candidat.es ont d'abord identifié que le procédé retenu dans le cadre du sujet était la fonderie, et ont ensuite conclu, selon un réflexe quasiment reptilien, que le matériau adéquat serait donc de la fonte. Ils ont eu beau argumenter à raison autour de considération de poids, de fragilité ou de résistance à la corrosion, la fonte devait être la meilleure solution ! Le jury n'attend pas des candidat.es une maîtrise fine des procédés et des caractéristiques des matériaux rencontrés, mais une réflexion cohérente vis-à-vis de cette approche PPM, ce qui n'est pas souvent le cas une nouvelle fois. On remarque cependant que les considérations environnementales sont fréquemment intégrées, mais que les candidat.es ne proposent pas de critère qualitatif et encore moins quantitatif pour comparer les procédés sur cet aspect.

Enfin la suite du sujet portait sur l'industrialisation des demi-carters par les procédés de fonderie et d'usinage ainsi que sur le contrôle des spécifications en métrologie. Ces questions ont montré des compétences très limitées sur ces thèmes qui ne sont visiblement pas systématiquement abordés dans les formations préparatoires. Les questions concernant l'usinage (cinématique minimale, mise en position) et la métrologie sont de loin les questions les moins traitées du sujet, et qui pourtant représentent 10 à 15% de la note finale.

#### **Partie IV : Conception de la boîte de transmission**

Cette partie s'intéressait à l'arbre primaire du réducteur. Le dessin devait entre autres aboutir sur une géométrie d'arbre compatible avec ses différentes liaisons avec les pièces environnantes tout en restant compatible avec les procédés de fabrication imposés. Bien entendu la montabilité de l'ensemble faisait partie des critères d'évaluation.

Rares sont les candidat.es ayant rendu copie blanche et globalement les propositions étaient satisfaisantes. Cependant en s'attachant à dessiner l'arbre par zones successives, certains candidat.es n'ont plus porté attention au montage de l'ensemble. Un autre point qui a souvent fait défaut est la prise en considération de la nécessité d'un dégagement d'outil selon le procédé. À cela se sont ajoutés parfois des oublis sur l'étanchéité, des erreurs sur le procédé d'assemblage imposé (clavette au lieu de cannelures), des formes pour les carters peu adaptées à la fonderie ...

#### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDAT.ES**

Les conseils donnés ci-après sont identiques de ceux des années précédentes. Le jury regrette en particulier le peu de soin apporté à la rédaction et aux justifications des réponses ainsi qu'à la propreté de certaines copies.

Ainsi, il est encore une fois conseillé aux futurs candidat.es de faire une première lecture rapide du sujet pour prendre connaissance du problème dans sa globalité et comprendre la structure du sujet. Beaucoup d'éléments de compréhension, voire de réponses, sont donnés dans les documents. Dans la mesure où les parties sont indépendantes et à condition d'avoir cette vision globale de la problématique et d'avoir en mémoire les documents ressources proposés, les parties peuvent être abordées dans le désordre. De plus, le barème est proportionnel au temps pour traiter chacune des parties, et indiqué sur la première page du sujet. Au-delà des résultats quantitatifs justes ou faux, et bien que certaines questions soient classiques pour l'épreuve SIC, le raisonnement est encore et toujours pris en considération. En particulier, la qualité des réponses est fortement prise en compte (détails parcimonieux). Il est fortement conseillé aux candidat.es de justifier brièvement, mais systématiquement les démarches et les solutions proposées, et de souligner les réponses (formules ou calculs). Cette qualité demande une compréhension générale du sujet d'étude traité, rédigé en suivant une logique et une cohérence, et non plus uniquement des réponses locales à chacune des questions indépendamment des autres.

Les ordres de grandeur de longueur, de masse, de force ou de puissance sont à connaître pour éviter des résultats aberrants. Les écritures soignées, l'utilisation de couleurs en particulier pour mettre en valeur les schémas et faire ressortir les résultats, sont très appréciées. A contrario, les explications confuses, contradictoires ainsi que les fautes d'orthographe et de grammaire à répétition sont pénalisées.