

# ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A DIRECTION AUTOMOBILE DÉCOUPLÉE

Durée : 5 heures

## PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet se composait :

- d'une présentation du système étudié : 4 pages ;
- du travail demandé (parties A, B, C et D) : 17 pages ;
- du cahier réponses à rendre, comprenant 49 questions : 28 pages.

Le sujet, basé sur la phase de développement d'une direction automobile découplée, s'appuyait sur un modèle en cours de validation et adapté pour l'épreuve. Les différentes parties s'intéressaient à la construction et la validation du modèle dont l'architecture était fournie.

Les quatre parties étaient indépendantes et elles-mêmes constituées de nombreuses questions qui pouvaient être traitées séparément :

- la **Partie A** permettait d'appréhender la structure et l'architecture du modèle proposé ;
- la **Partie B** abordait la construction d'un modèle de l'unité de pilotage comportant une boucle d'asservissement. Puis on cherchait à déterminer et valider un correcteur permettant de satisfaire les exigences du cahier des charges ;
- la **Partie C** s'intéressait à la construction d'un modèle de type schéma blocs de la dynamique du véhicule en virage puis de la structure mécanique de l'unité de braquage des roues.
- la **Partie D**, enfin, portait sur la motorisation de l'unité de braquage des roues et la synthèse du correcteur proposé afin de satisfaire aux exigences du cahier des charges. Une simulation du modèle obtenu permettait de conclure sur la faisabilité de la solution envisagée.

## COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Le sujet permettait aux candidats de mettre en œuvre une large part des compétences du programme de première et de deuxième année de CPGE, développées en Sciences industrielles pour l'ingénieur.

La construction du sujet assurait aux candidats d'aborder les problématiques chacune quasiment dans leur ensemble du fait de leur indépendance et de résultats intermédiaires permettant de ne pas être bloqué dans la progression du traitement de chaque partie. Cependant, quand un résultat est donné dans le sujet, les correcteurs attendent la méthode permettant de l'établir.

Les calculs numériques étaient très réduits par l'utilisation de valeurs numériques simples et l'utilisation d'abaques. Il n'en reste pas moins que l'absence de calculatrice ne peut expliquer des erreurs grossières de calcul ni l'oubli de l'unité du résultat.

On trouve encore des copies dans lesquelles le candidat récite son cours sans chercher à résoudre la question. Rappelons que les compétences ne sont pas de simples connaissances.

Les copies sont, en général, bien présentées (le formatage par cahier réponses aide en ce sens très certainement). Quelques candidats utilisent cependant le cahier réponses comme brouillon et écrivent les réponses au crayon de papier de manière quasi illisible.

Pour finir, notons que comme chaque année, quelques excellents candidats ont su prouver leurs grandes qualités en traitant parfaitement la quasi-totalité du sujet.

## COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

### Partie A – ANALYSE ET MODÉLISATION DU SYSTÈME

Les questions élémentaires de cette partie permettaient aux candidats de montrer leurs compétences en analyse des systèmes. Il est étonnant que seuls quelques candidats connaissent la fonction « moduler » et le terme « préactionneur ».

### Partie B – MODÉLISATION ET OPTIMISATION DU COMPORTEMENT DE L'UNITÉ DE PILOTAGE

#### Partie B1 – Modélisation de la structure de l'unité de pilotage

La transcription d'un modèle donné sous la forme d'un schéma blocs en un schéma acausal n'a pas été réussie. Cette question montre que le principe n'est pas compris alors que la simple lecture ne semble généralement pas poser de problèmes.

#### Partie B2 – Modélisation du comportement du système mécanique

L'établissement de l'équation différentielle régissant le comportement du système mécanique puis son passage dans le domaine de Laplace a été diversement réussi notamment à cause de l'oubli du couple de frottement visqueux.

#### Partie B3 – Analyse et optimisation du comportement de l'unité de pilotage

Cette partie n'a pas été traitée par un certain nombre de candidats qui ont préféré traiter la partie C. Très peu de candidats ont vu que la FTBO était de classe 1 et les commentaires qui suivaient sur le correcteur PI étaient de ce fait erronés pour ce qui concernait les conclusions sur la précision. De nombreux candidats semblent ne pas savoir ce qu'est un gain statique et quelques uns confondent gain statique unitaire avec forme canonique.

Depuis plusieurs années, rares sont les candidats capables de calculer une erreur en régulation.

Concernant l'analyse de la stabilité, assez peu de candidats ont justifié leur réponse en s'appuyant explicitement ou pas sur la notion de correcteur à avance de phase. Beaucoup parlent de critères liés à la FTBF en les appliquant à la FTBO.

Les diagrammes de Bode ou les abaques fournis posent pour nombre de candidats des difficultés de lecture. Certains candidats allant jusqu'à essayer sans succès de faire les calculs plutôt que d'utiliser les diagrammes. Dans un autre registre, la mention « on donnera cette valeur pour la pulsation la plus haute » été bien souvent oubliée. On trouve également des candidats qui ajoutent la valeur initiale de  $K_i$  à la valeur trouvée par lecture du diagramme de Bode comme si ces valeurs étaient en dB.

Enfin la synthèse sur la démarche proposée pour satisfaire aux exigences du cahier des charges a souvent donné lieu à une redite des questions posées plutôt qu'à l'explication d'une démarche bien comprise.

### Partie C – MODÉLISATION DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE DE L'UNITÉ DE BRAQUAGE

Cette partie faisait appel à des compétences d'analyse et de modélisation d'une structure mécanique. Elle a été plutôt bien traitée globalement. La rigueur nécessaire à ce travail semble être en progrès chez de nombreux candidats, même s'il reste encore à faire.

La simple estimation visuelle du degré de mobilité du mécanisme proposé n'a pas été suffisante pour la majorité des candidats qui a aboutie à un degré d'hyperstatisme erroné. Une méthode d'analyse aurait permis dans ce cas une meilleure réussite.

Les calculs du moment  $M_{rp}$  et de la fonction de transfert du véhicule ont été abordés avec des fortunes diverses dues à des erreurs classiques et récurrentes. Il est à noter que la notion d'équations indépendantes n'est pas maîtrisée par de nombreux candidats. La dérivation d'un vecteur dans une base à laquelle il n'appartient pas pose encore problème à certains candidats, sans parler des vecteurs mis sous la forme d'une matrice colonne mais sans aucune indication de la base d'expression choisie.

Notons enfin que la notion de masse équivalente semble acquise par la majorité des candidats.

### **Partie D – Validation de la motorisation et synthèse du correcteur de l'unité de braquage**

Les équations régissant le comportement du pont en H et une machine à courant continu sont bien maîtrisées par quelques candidats, mais dans l'ensemble ce n'est pas le cas. Il faut noter que cette partie en fin de sujet a été peu traitée, mais que les candidats qui l'ont fait ont relativement bien réussi.

### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

On conseille de nouveau aux candidats de prendre le temps de parcourir la totalité du sujet pour assimiler les problématiques proposées ainsi que les démarches de résolution associées (une durée indicative de 20 min est donnée dans l'introduction pour découvrir le sujet dans sa globalité). Cela permet d'une part de mieux gérer le temps imparti pour l'épreuve, de prendre du recul face à la problématique et enfin d'avoir un parcours de réponses aux questions plus harmonieux qu'un simple « picorage » des questions.

Ainsi, les correcteurs sont sensibles aux candidats qui traitent une partie dans sa continuité montrant alors des compétences manifestes plutôt que des connaissances parcellaires en traitant une question par-ci par-là.

En termes de rendu d'épreuve, le cahier réponses ne doit pas être utilisé comme un cahier de brouillon (la qualité de la rédaction n'entre pas explicitement dans la notation, mais elle est très appréciée des correcteurs et joue un rôle non négligeable dans l'évaluation), ni se limiter à un simple catalogue de réponses sans justifications. Les conclusions de certaines questions ne peuvent être valorisées que si le candidat précise le cheminement qui l'a amené à ces dernières.

**ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B**  
**ÉTUDE D'UN REDUCTEUR D'AVANCE DE MACHINE OUTIL**

Durée : 6 heures

**PRÉSENTATION DU SUJET**

Le sujet porte sur l'étude d'une boîte d'avance de machine outil, permettant d'entraîner un portique de fraiseuse pour pièces de grandes dimensions, via deux motoréducteurs à rattrapage de jeu implantés en parallèle. Ces systèmes sont conçus et commercialisés par la société REDEX Andantex.

Chacun des motoréducteurs est constitué d'un moteur électrique synchrone dont la puissance est déterminée par la puissance maximale demandée durant une phase d'accélération du portique. Cette puissance est ensuite adaptée aux exigences de mouvement du portique via un renvoi conique, un réducteur à griffes puis un système pignon crémaillère. Par ailleurs, l'exigence de précision de positionnement du portique conduit à adopter pour chaque motoréducteur une double chaîne cinématique préchargée, la précharge étant installée via un accouplement élastique. Ce sont les critères de dimensionnement permettant le choix du motoréducteur (moteur synchrone, réducteur à griffes et pignon) puis celui de la précharge (valeur et composant) et enfin des guidages en rotation qui sont étudiés dans la première partie de cette épreuve. Une fois les choix validés, la seconde partie de l'épreuve consiste à proposer une solution constructive pour cette chaîne de transmission.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Notice justificative	54 %
- Dessin d'étude de construction mécanique	46 %

Thématiquement, sur la notice justificative, la répartition de la notation a été faite de la manière suivante :

- Etude du groupe moteur-réducteur Q1 à Q17	24 %
- Etude de la précharge du système Q18 à Q35	18 %
- Etude d'un guidage en rotation Q36 à Q42	12 %

**COMMENTAIRE GÉNÉRAL DE 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 du sujet.

Les calculatrices sont interdites. Certaines applications numériques étaient délicates et demandaient donc une aptitude à effectuer des approximations pour pouvoir atteindre le résultat. Lors de l'évaluation des copies, une tolérance a été appliquée sur la précision des résultats numériques obtenus.

Le sujet ne posait pas de difficulté particulière de compréhension.

Toutes les questions posées sont au niveau des candidats (à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points, et, pour 55% des questions, au moins 10% des 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.

Une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie, avec une préférence pour les parties calculatoires (étude de la précharge).

Les candidats ont fréquemment abandonné la notice justificative pour se consacrer au dessin : ils obtiennent en moyenne 45% de leurs points sur la notice et 55% sur le dessin d'étude de construction mécanique.

## **ANALYSE PAR PARTIE**

### **Remarques sur la partie notice justificative**

#### **Remarques générales**

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie. Certaines parties sont intégralement non traitées par certains candidats.

Le jury remarque que les candidats semblent plus familiers de ce format d'épreuve avec cahier réponse que les années précédentes. 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 - ou n'expriment pas leurs applications numériques dans l'unité demandée) ce qui les pénalise fortement.

#### Étude du groupe moteur-réducteur :

Cette partie, portant sur le choix du moteur synchrone, sa technologie et enfin l'adaptation du rapport de réduction, a été abordée par la presque totalité des candidats. Pour le choix du moteur les candidats ont fréquemment oublié qu'il y avait 2 motoréducteurs entraînant le portique. Néanmoins ces questions sont bien traitées par les candidats. A l'inverse moins de 5% des candidats obtiennent le maximum des points sur la technologie du moteur synchrone (questions 6 à 9). Les questions portant sur le choix du réducteur à griffes et au dimensionnement du système pignon crémaillère ont, elles aussi été assez peu traitées, à l'exception de la question 10. La détermination, par cinématique graphique, du rapport de réduction du réducteur à griffes ayant posé problème à plus de 90% des candidats, les questions suivantes n'ont pas ou peu été traitées.

#### Étude de la précharge de l'accouplement :

La première partie portait sur le réducteur d'avance préchargé d'abord sans sollicitation extérieure, puis avec sollicitation extérieure et permettait de déduire la précharge à installer. Cette partie est bien traitée par près d'un tiers des candidats. La seconde partie demandait de valider un accouplement élastique et nécessitait d'estimer les rigidités en torsion des arbres. Les calculs de RDM en torsion sont correctement traités par 15% des candidats. Néanmoins à partir de la question 33 les réponses justes deviennent rares du fait de la dépendance aux réponses précédentes.

#### Étude d'un guidage en rotation :

La partie démarrait avec la justification du choix des roulements à rouleaux coniques et du montage en X qui n'a rapporté le maximum de points qu'à environ 15% des candidats. Le calcul des efforts repris par chacun des 2 roulements via le renvoi conique dans le montage en X hyperstatique a rapporté le maximum des points à plus de 40% des candidats. Enfin les candidats ont moins bien déterminé les charges radiales équivalentes et la durée de vie des roulements.

### **Remarques sur la partie « dessin d'étude de construction mécanique »**

#### **Remarques générales :**

Le dessin était constitué de deux zones, dans lesquelles devaient être représentées :

- Le guidage en rotation par roulements à rouleaux coniques montés en X de l'arbre d'entrée (1) dans un boîtier (0c) ainsi que la mise en position et le maintien en position de ce boîtier (0c) au carter déjà représenté (0b) ;
- L'assemblage des deux arbres (1) et (2) via l'accouplement élastique validé dans la notice permettant d'appliquer la précharge.

Les candidats semblent ne pas avoir eu de difficulté à appréhender l'environnement.

Les dessins sont globalement d'une qualité satisfaisante, laissant peu d'ambiguïté sur les solutions techniques proposées par les candidats.

#### Zone 1 : montage de roulements

Presque tous les candidats donnent des éléments de solution pour ce montage de roulement. La plupart des candidats réalisent bien un montage en « X » avec les arrêts axiaux compatibles pour près de 70%

d'entre eux. Par contre les ajustements sont indiqués et corrects pour seulement 40% des candidats. A noter que seules 30% des solutions proposées sont montables, soit parce que le pignon conique ne peut pas rentrer dans le carter, soit que même les roulements ne le peuvent pas ! Il est également à noter que beaucoup de candidats n'utilisent pas la géométrie des roulements fournie. Le réglage de la précharge ainsi que celui de la position du renvoi conique est pris en compte dans 40% des représentations. Enfin, environ un candidat sur deux propose des solutions valides pour l'étanchéité dynamique. Les roulements sont également représentés très éloignés de la charge (ici le renvoi conique) dans plus de 70% des cas ce qui pénalise la rigidité du montage.

#### Zone 1 : liaison encastrement entre les deux carters

Cette partie a été globalement moins bien traitée que la précédente. Seules 50% des solutions proposent une mise en position (toutes solutions confondues) et 40% un maintien en position par vis comme demandé. Par ailleurs les formes des carters sont incompatibles avec le procédé envisagé (fonderie et usinage) dans plus de 80% des cas voire complètement incohérentes. Seuls 20% des candidats ont représenté l'étanchéité statique demandée.

#### Zone 2 : assemblage des 2 arbres

Il s'agissait ici de dessiner dans la zone 2 l'accouplement élastique qui était donné dans les annexes. Cette partie a été traitée par moins de candidats et beaucoup n'ont pas tenu compte de la documentation constructeur (taille, ajustements, centrage sans arrêt axial, etc...). Les candidats ont très rarement su calculer les bonnes dimensions pour représenter l'accouplement à la bonne échelle sur le calque fourni. Par ailleurs la solution de fixation sur les arbres par pincement a été assez peu représentée.

### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Regarder l'ensemble du sujet 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 n'est pas imposée, et exprimer les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question.

Dans la partie « dessin d'étude de construction mécanique », privilégier les solutions qui soient les plus simples possibles. Penser à indiquer les jeux fonctionnels ainsi que les ajustements. Se poser systématiquement la question de la montabilité et de la faisabilité des solutions proposées

Ne pas appliquer systématiquement des solutions types (par exemple lorsqu'un encastrement par pincement est demandé, ne pas réaliser une solution par clavette+vis) mais prendre le temps d'analyser les spécificités du système étudié.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : torseur de cohésion, formules de résistance de matériaux, application du PFS, du PFD, du théorème de l'énergie cinétique réalisation des liaisons élémentaires (encastrement, pivot, méthode pour la réalisation d'un montage de roulements)...

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 ?

Développer leur culture technologique afin de proposer des solutions réalistes, par exemple en multipliant les activités d'analyse sur des systèmes réels.

# EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C

## Système de propulsion oléopneumatique Hybrid Air

Durée : 6 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur l'étude du système oléopneumatique Hybrid AIR de propulsion automobile hybride, inventé par PSA. La problématique générale portait successivement sur :

- les besoins en stockage d'énergie pour assurer les performances attendues du système Hybrid Air,
- le fonctionnement cinématique du système hors phase de stockage/restitution de l'énergie (transmission de puissance, cinématique),
- l'étude et la conception partielle du train épicycloïdal (théorie des mécanismes, conception),
- la partie commande du système et la sûreté de fonctionnement (réseau CAN, machine électrique, système combinatoire),
- la conception et la fabrication d'un sous-système de la boîte de vitesse (cotation, traitements thermiques, définition de processus de fabrication).

Le sujet comportait cinq parties, dont les poids relatifs étaient les suivants :

Partie I.	Etude générale du système	25%
Partie II.	Fonctionnement cinématique interne	20%
Partie III.	Réalisation du train épicycloïdal	25%
Partie IV.	Commande du système et sûreté de fonctionnement	10%
Partie V.	Etude de conception et de fabrication de la transmission	20%

Chaque partie pouvait être traitée indépendamment des autres et comportait des sous-parties elles-mêmes indépendantes.

### COMMENTAIRES GENERAUX

Cette épreuve a pour objectif d'évaluer les capacités des candidats dans les domaines des sciences industrielles de l'ingénieur et, plus précisément, les aspects liés à l'analyse d'un système industriel et à la conception d'un sous-système mécanique. Les compétences attendues concernent :

- l'analyse, la prédiction et la vérification des performances attendues de systèmes ou sous-systèmes à partir de modélisations ;
- l'imagination, le choix, la définition et le dimensionnement de solutions techniques intégrant des contraintes du cycle de vie, en particulier celles d'industrialisation.

Le spectre des questions était relativement large mais le sujet ne se voulait pas difficile. L'objectif était d'une part de balayer des parties du programme qui n'avaient pas été abordées les années précédentes (réseaux de type CAN, intégration d'un traitement thermique dans une gamme), et d'autre part de revenir sur la maîtrise d'outils déjà évaluée récemment (calculs de travail, raisons des trains simples et épicycloïdaux, hyperstatisme, torseur de petits déplacements). Nous constatons que les parties nouvellement évaluées sont très décevantes dans l'ensemble. Il s'agit visiblement de parties du programme qui ont été peu abordées puisque les résultats montrent que le niveau d'acquisition « information » n'est pas atteint par les trois quarts des candidats. On peut également s'inquiéter du peu de réponses correctes sur les fondamentaux (énergie cinétique, formule de Willis, calcul d'hyperstatisme). A l'inverse, le

jury a apprécié la proposition systématique de solutions constructives dans la partie dessin industriel.

Finalement, l'épreuve a permis de classer les candidats mais les résultats restent, comme l'an dernier, faibles par rapport aux attentes du jury.

La répartition des notes des candidats reste satisfaisante.

## **COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE**

### **Partie I. Etude générale du système (taux de réussite : environ 30%)**

Cette partie proposait un raisonnement global sur la capacité énergétique du système de stockage. La première question sur le travail à fournir, servant à énoncer le besoin, demandait un simple calcul d'énergie cinétique qui pour un nombre non négligeable de candidats pose problème quant à l'application numérique. Outre les simples erreurs calculatoires parfois difficiles à détecter, les résultats en dizaine de MJ par exemple auraient dû attirer l'attention.

Les questions suivantes étaient relatives à la relation entre la quantité de diazote et la capacité énergétique. Le sens physique a fait un tri assez radical entre les candidats pour qui la notion de travail est comprise ou non. Certes, il ne s'agissait pas d'actions mécaniques entre solides rigides mais d'actions mécaniques malgré tout. Près d'un tiers des candidats a su tirer parti d'une interprétation correcte des graphiques proposés.

Enfin, la question sur l'évolution polytropique est une erreur de notre part, le barème a été adapté en conséquence pour ne pas trop avantager les candidats qui connaissaient cette définition.

### **Partie II. Fonctionnement cinématique interne (taux de réussite : environ 35%)**

En parallèle du stockage, la transmission Hybrid Air repose sur une transmission à variation continue. Les attentes de cette partie étaient de savoir établir la relation cinématique dans un réducteur épicycloïdal, comprendre le cheminement de la puissance en fonction des accouplements activés et bien entendu déterminer un rapport de transmission dans un réducteur ordinaire. La partie hydraulique n'était pas à étudier et la relation cinématique associée était donnée.

La question dont les réponses ont été les plus décevantes a été celle du réducteur épicycloïdal. Un nombre trop important de candidats semblait ignorer qu'il faut se placer dans un référentiel dans lequel les axes de rotation des roues dentées sont fixes pour utiliser le rapport des nombres de dent comme rapport des vitesses. Cela a conduit trop souvent à établir des relations cinématiques en désaccord avec l'expression proposée. Les candidats ayant conservé une expression fautive pour la suite n'ont pas été sanctionnés tant que cela ne conduisait pas à un fonctionnement aberrant. Cette question, plus traditionnelle que la partie précédente, n'a étrangement pas été mieux traitée.

Le reste de cette partie ne posait pas de difficultés particulières bien que le taux de réussite ne soit pas réellement satisfaisant. Le fait de trouver des rapports de transmission identiques pour le rapport long et le rapport court auraient dû alerter certains candidats.

### **Partie III. Réalisation du train épicycloïdal (taux de réussite : environ 35%)**

La théorie des mécanismes semble poser beaucoup de problèmes. L'étude du train épicycloïdal traitée dans ce début de partie montre l'utilisation de formules sans la prise de recul nécessaire. L'expression cinématique mentionnée dans la partie précédente aurait dû

aiguiller tous les candidats à proposer une mobilité cinématique d'au moins 2, ce qui n'est pas le cas. De même, la solution miracle pour réduire l'hyperstatisme semble être de remplacer une liaison pivot par une liaison pivot glissant. Quelques candidats ont cependant judicieusement tenu compte du torseur des petits déplacements de l'énoncé ou de la solution industrielle pour proposer de bonnes réponses.

La partie dessin a été globalement bien traitée ce qui a été fortement apprécié par les correcteurs. C'est la montabilité associée au respect d'un montage de roulement conduisant à une liaison rotule qui a posé le plus de difficulté. Mis à part ce point, les dessins étaient propres et les propositions correspondaient à des solutions classiques de montage de roulement.

#### **Partie IV. Commande du système et sûreté de fonctionnement (taux de réussite : environ 30%)**

Il s'agissait dans cette partie (Q21 à Q28), de questions portant sur le réseau de communication, la technologie des actionneurs et la sûreté de fonctionnement.

Concernant les questions liées au réseau CAN, (Q21, Q22, Q23), il s'agit visiblement d'une partie du programme qui a été très peu abordée et montre que le niveau taxonomique «information» n'est pas atteint par 90% des candidats. Ce type de réseau, sa topologie et ses propriétés leur sont complètement inconnus, donnant des réponses relativement farfelues. Les technologies des capteurs (effet Hall) et des actionneurs (moteur brushless) pourtant rencontrés dans les systèmes industriels et les systèmes didactisés rencontrés dans les laboratoires ne sont pas connues par la majorité des candidats. Par contre à force de questions répétées à chaque session, le fonctionnement des codeurs incrémentaux et absolus est maintenant bien maîtrisé.

#### **Partie V. Etude de conception et de fabrication de la transmission (taux de réussite : environ 40%)**

Cette partie avait pour objectif de sélectionner les candidats sur l'étude de la cotation de l'arbre primaire de la boîte de vitesses et sur son industrialisation.

La question relative à l'explication des spécifications géométriques (cylindricité, rectitude, battement) a été relativement bien traitée et participe pour beaucoup au taux de réussite de cette partie. Cependant, des erreurs persistent notamment sur les spécifications de formes dont l'absence de référence gêne encore des candidats pour décrire la zone de tolérance. A l'avenir, certaines spécifications étudiées seront sûrement plus difficiles afin de trier les candidats.

Les tolérances dimensionnelles sont encore mal expliquées dans la grande majorité des cas. Les notions de bi-points ou de distances locales ne sont pas connues. La question sur les états de surface étant hors programme, la presque totalité des réponses était erronée neutralisant la question.

Les réponses à la partie industrialisation ont été extrêmement décevantes cette année, alors même qu'elle s'appuyait sur des points du programme permettant d'aborder dans son ensemble une problématique d'industrialisation sans rentrer dans la description détaillée des opérations :

- « Proposer un traitement thermique en fonction d'un cahier des charges de pièce »
- « Justifier le positionnement d'un traitement thermique dans un processus de réalisation de pièces ».
- « Choisir ou justifier une cinématique de machine pour la réalisation d'un groupe de surfaces »

- « Techniques principales d'obtention des surfaces des pièces usinées (principe de génération et cinématique) *On se limitera aux procédés d'usinage et de rectification* »

Dans les faits, la grande majorité des candidats pensent que « rectifier » une pièce consiste à la modifier ; donc de l'usiner en tournage ; ne connaît pas la cinématique d'un tour 3 axes ou d'une fraiseuse 4 axes, propose d'effectuer le traitement thermique en dernier et ne sait pas ce qu'est une cémentation. Les résultats ont donc été catastrophiques même s'il faut souligner la qualité de certains paquets de copies.

Le programme en industrialisation a été modifié et ne s'appuie dorénavant plus sur des connaissances technologiques pointues pour décrire de façon détaillée des opérations d'usinage (choix des outils, matériaux et conditions de coupe, étude de la coupe, etc.) mais sur l'élaboration et l'ordonnement d'un processus de fabrication. Les questions portant sur l'industrialisation dans les épreuves des prochaines sessions iront en ce sens.

## **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Il est encore une fois conseillé aux futurs candidats de faire une première lecture rapide du sujet pour prendre connaissance du problème dans sa globalité. Il pourra alors, dans la mesure où beaucoup de parties sont indépendantes, débiter par les parties qui lui semblent les plus évidentes et avoir en mémoire les documents ressources qui lui sont proposés.

Bien que certaines questions soient culturelles, c'est aussi le raisonnement qui est pris en considération.

Enfin, il est fortement conseillé aux candidats de justifier brièvement mais systématiquement les démarches et les solutions proposées pour répondre au cahier des charges imposé. Un résultat juste pouvant provenir d'une démarche fautive n'est pas pris en compte.

Les ordres de grandeur de longueur, de masse, de force ou de puissance sont à connaître. 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 l'excès de fautes d'orthographe et de grammaire sont pénalisés.