

SCIENCES INDUSTRIELLES I – ORAL 1

1 h 20min d'interrogation avec 30 min de préparation

OBJECTIFS DE L'ÉPREUVE

L'objectif général de l'épreuve « centrée sur la construction et la mécanique porte sur quatre points : - l'analyse d'un mécanisme sur plan – une question de cours portant sur la partie construction mécanique du programme – un travail de modélisation à partir du mécanisme – l'étude du mouvement, la détermination des actions mécaniques et le dimensionnement à partir du mécanisme, ou une interrogation sur les manipulations de sciences industrielles ». Les objectifs et le profil de chacune des parties, largement développés dans les rapports des différentes sessions depuis 1977, sont rappelés ci-dessous dans les différents points du commentaire général propres à chacune des parties de l'épreuve.

ORGANISATION DE L'ÉPREUVE

Pour tous les candidats, l'épreuve porte à 50 % sur la construction mécanique. Pour les deux tiers des candidats le reste de l'interrogation (50 %) porte sur la mécanique. Pour un tiers des candidats le reste porte pour moitié sur la mécanique (soit 25 % du total) et pour moitié sur le "matériel du guide d'équipement" et en automatique (soit 25 % du total).

Pratiquement, l'épreuve est composée de quatre parties de 20 min, d'importance égale dans le barème :

- 1 Analyse technologique d'un ensemble mécanique.
- 2 Modélisation mécanique (passage du réel à un modèle)
- 3 Etude mécanique (pour deux tiers des candidats)
ou Etude, exploitation et mise en œuvre d'un matériel du guide d'équipement, et automatique (pour un tiers des candidats).
- 4 Questions de cours de construction mécanique.

L'interrogation sur les parties d'analyse technologique, de modélisation et d'étude mécanique, est réalisée à partir d'un dossier comprenant un plan d'ensemble de mécanisme d'origine industrielle. La préparation porte sur l'analyse de l'ensemble mécanique en disposant du questionnaire portant sur les deux premières parties de l'épreuve. Les mêmes dossiers sont utilisés en parallèle dans toutes les salles d'interrogation ; ils sont renouvelés après les passages de deux candidats successifs, et chaque dossier n'est utilisé qu'une seule fois pendant le déroulement de la session d'oral. La question de cours de construction mécanique est tirée au sort dans une base de données de 70 questions couvrant l'ensemble du programme de construction mécanique, qui est commune à tous les jurys.

Le questionnaire proposé dans le dossier constitue un support d'interrogation servant à guider le candidat ; son contenu est limité ou complété par le jury en fonction des réponses fournies et des besoins de l'évaluation.

L'évaluation des candidats est réalisée suivant une grille de notation commune à tous les jurys. Dans chacune des trois premières parties de l'épreuve, elle est réalisée en trois points de poids égal : - capacité et démarche de raisonnement - applications des connaissances de base en technologie, supports de modélisation, mécanique ou analyse de système - exactitude

d'application. La question de cours est systématiquement évaluée sur la base des cinq points d'évaluation des connaissances technologiques déjà présentés dans les rapports précédents. L'évaluation finale reste une évaluation d'ensemble des capacités du candidat à suivre une formation de haut niveau en sciences industrielles dans une école d'ingénieur. Pour cela, il est vérifié qu'il a acquis les bases fondamentales :

Des connaissances et du langage technologique,
De l'analyse et du raisonnement technologique,
De l'étude mécanique des ensembles mécaniques réels,
De l'étude des systèmes automatisés.

COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

Analyse technologique de l'ensemble mécanique

Objectifs

Il s'agit d'évaluer les capacités d'application des connaissances, et de raisonnement du candidat dans l'analyse des solutions techniques mises en œuvre dans la réalisation d'un mécanisme existant défini par un plan et un dossier. Cette partie couvre trois aspects de l'analyse des ensembles mécaniques :

A. Analyse du fonctionnement global (externe) du mécanisme

Dans cette partie, il est attendu du candidat qu'il présente globalement le produit pour en définir **l'usage et les conditions de mise en œuvre dans son environnement**, de façon à pouvoir logiquement les prendre en compte dans la suite de l'épreuve, notamment pour la compréhension des solutions techniques internes.

Il est demandé au candidat de présenter, dès le début de l'épreuve, la "fonction globale" du mécanisme, mais aussi ses liaisons avec l'extérieur (situation dans son environnement, actions externes), ses entrées et sorties et les flux d'énergie associés, sa mise en œuvre et les limites d'utilisation associées.

B. Analyse des phénomènes et solutions technologiques mis en œuvre dans la réalisation des fonctions techniques internes

Dans cette partie, le candidat doit analyser, décrire, justifier ou critiquer de façon structurée **certaines solutions techniques** mises en œuvre dans la réalisation des **fonctions techniques internes** du mécanisme, ceci en intégrant les contraintes de réalisation et de comportement en service de ces solutions.

C. Analyse du fonctionnement interne

Dans cette partie, le candidat doit présenter le **fonctionnement interne** du mécanisme en intégrant les résultats de l'analyse technologique vus en 2) et ses interactions avec son environnement vues en 1), ceci afin d'expliquer le comportement réel des éléments mis en œuvre dans la réalisation interne du mécanisme.

Pour l'ensemble de cette partie, l'évaluation est réalisée sur la base des trois points suivants et ceci à part égale : :

"Capacité de raisonnement, et d'analyse des conditions technologiques" (jeux, déformations, phénomènes, dimensions, etc.) : Evaluation de l'assimilation des méthodes de raisonnement et des capacités de lecture des documents, d'analyse technologique, et de compréhension des conditions d'application et du comportement "réel", des différents composants et liaisons élémentaires réalisant chacune des solutions techniques retenues dans l'ensemble mécanique étudié, ceci avec une démarche d'analyse s'appuyant sur une approche "ascendante".

"Application des connaissances technologiques relatives aux principales solutions techniques" dans la compréhension du comportement du mécanisme. On évalue la capacité de mise en œuvre des connaissances et de la culture technologique dans une démarche d'analyse de solutions techniques s'appuyant ici sur une approche "descendante".

"Exactitude des réponses aux questions". On évalue la capacité d'adaptation et de rigueur du candidat dans l'application de ses connaissances et méthodes de raisonnement technologique au cas du mécanisme proposé.

L'évaluation des capacités "de raisonnement et de méthodes analyse" et "d'application des connaissances technologiques" dans "l'Analyse des phénomènes et solutions techniques mis en œuvre dans la réalisation des fonctions techniques internes d'un mécanisme" occupe une place prépondérante dans l'ensemble de cette partie, dans la mesure où le candidat dispose d'un minimum de maîtrise des connaissances technologiques et d'exactitude dans ses réponses.

COMMENTAIRES

Préalable

Lecture de dessin

On constate que la plupart des élèves n'exploitent pas correctement les documents (mise en situation, vues éclatées, nomenclature). La lecture est facilitée si le candidat :

- Se réfère systématiquement à la nomenclature, ce qui enlève l'ambiguïté de certains modes de représentation (engrenages, cannelures, filetages)
- Exécute un schéma cinématique, après recherche rapide des principales classes d'équivalence,
- Exécute à main levée une vue complémentaire de certains détails de pièces complexes.

Langage technique utilisé dans l'analyse technologique

Certains candidats ont du mal à utiliser le langage technique. Le métier de l'ingénieur est par nature, la recherche du juste nécessaire en réponse à un besoin. L'utilisation d'un langage juste et précis aidera à atteindre cet objectif. Dans le même ordre d'idée, l'utilisation de schéma ou de dessin - à main levée - est utile et conseillée.

Méthode de raisonnement

Une pièce, une machine, n'existe pas pour elle-même mais en réponse à un besoin. En ce sens, le raisonnement technologique est basé sur la relation entre le besoin (ensemble des fonctions que doit remplir un objet ou une pièce) et sa forme, d'une part et l'interaction entre le procédé d'élaboration et le choix du matériau, d'autre part. A cela il faut ajouter l'action que le besoin a sur le choix du matériau et/ou du procédé et l'interaction entre la forme et le procédé et entre la forme et le choix du matériau. Ces quatre éléments (fonction, procédé, matériaux et forme) interagissent systématiquement et sont les pôles d'un raisonnement interactif qui est à la base de la réflexion technologique.

Cette méthode de raisonnement permet d'aborder avec la même efficacité toutes les branches de la construction mécanique et de la construction en général.

Connaissances des composants

La connaissance des composants courants complète efficacement la connaissance des matériaux et des procédés. La maîtrise des trois libère le raisonnement technologique.

Phénomènes physiques et ordres de grandeur

La connaissance des composants et des matériaux qui les composent, de leur comportement isolé ou assemblés n'est utile que si on connaît les ordres de grandeur des caractéristiques physiques et mécaniques, des dimensions et des jeux. Ces données constituent les liens entre modèle et réalité, elles amènent le bon sens.

Analyse du fonctionnement global ou externe du mécanisme

On constate que seulement 20% des candidats exposent cette partie avec aisance. 10 % le font en lisant des notes rédigées en préparation, les autres sont succincts, voire même, commencent directement par l'analyse interne : « On voit que l'arbre entraîne... ». On note que cette question est assez bien traitée par les candidats, trop rares encore, qui utilisent un diagramme support. La notion de fonction de contrainte n'est souvent pas très bien assimilée.

Quels que soient les outils utilisés, on constate que rares sont les candidats qui analysent un appareil ou une machine par rapport au travail qu'il ou elle doit effectuer : par exemple porter un outil, fournir de l'énergie à cet outil, porter la pièce à modifier ou pouvoir être porté(e) par l'opérateur.

Environ 5 % des candidats parlent de transmission de puissance et non seulement de transmission de vitesse (90 %) ou de couple (5 %).

Moins de 5 % des candidats savent :

qu'un moteur a pour fonction de **convertir**, par exemple, de l'énergie chimique ou électrique en énergie mécanique ;

qu'un réducteur, un variateur, une boîte de vitesses ont pour fonction d'**adapter** cinématiquement le moteur au récepteur - si possible sans toucher à l'énergie) ;

que les systèmes bielle-manivelle, excentriques, vis-écrou, ont pour fonction de **transformer** cinématiquement la nature du mouvement - si possible, la aussi, sans toucher à l'énergie) ;

qu'un différentiel, une boîte « transfert », et d'une manière plus générale, tout mécanisme à une entrée et deux sorties (ou deux entrées et une sortie) simultanées ont pour fonction de **répartir ou additionner** l'énergie mécanique.

Qu'un carter assure la liaison au bâti de la machine et qu'il est donc le siège d'efforts souvent considérables, ce qui est le cas dans tous les réducteurs de vitesse ou mieux, multiplicateurs de couple.

C'est ainsi que moins de 5 % des candidats décrivent spontanément la liaison d'un appareil, d'un sous-ensemble de machine à son bâti, à sa structure porteuse, ou à l'opérateur, et sont convaincus de sa nécessité pour autre chose que « positionner », la seule fonction évoquée quand l'interrogateur insiste. Le principe des actions mutuelles et ses conséquences sont trop largement ignorés : la nécessité d'un support du poids, des actions de travail, la nécessité d'un appui sur quelque chose pour exercer une action sur autre chose.

Il est dommage que cette partie introductive de l'interrogation apparaisse trop souvent désorganisée et dénuée de méthode.

Analyse des phénomènes et solutions techniques internes

De la même façon, on peut entendre que « la fonte est choisie parce qu'il y a des arrondis... ». L'interaction entre le choix d'un matériau, le procédé associé et le dessin de la pièce, est souvent réduite à : « forme implique procédé qui implique lui-même matériau... »

Si les montages sur roulements à billes sont en général assez bien connus et commentés, ceux utilisant des roulements à rouleaux ou à aiguilles ainsi que des paliers lisses le sont moins alors que les règles fonctionnelles (jeux, arrêts axiaux, serrage) sont identiques.

Les candidats ont toujours la même difficulté à analyser une liaison ou un guidage, cette difficulté étant, pour au moins un tiers d'entre eux, renforcée par la difficulté de lire le dessin dans ses détails.

Moins de 10 % parlent spontanément de l'élément prépondérant de la liaison (appui plan, emmanchement cylindrique ou conique – le mot emmanchement est quasiment inconnu) ; pour tous les autres, la liaison est décrite comme « liaison par vis ou par clavette ou par goupille ». Par exemple, peu font la différence entre « mise en position », « maintien en position » et « mobilité supprimée par adhérence ».

Environ 5 % des candidats savent décrire les guidages d'axes ou d'arbres par des considérations technologiques : les autres croient avoir tout dit en déclarant « l'arbre est guidé par deux roulements ». Pour la quasi-totalité, l'analyse est impossible sans passer par des « modèles » dont le choix n'est jamais discuté spontanément par rapport aux dispositions réelles, mais posé de manière dogmatique : « pour guider l'arbre, *il faut* une rotule et une linéaire annulaire », le candidat affirmant ensuite que tel et tel des organes de guidage assurent l'une et l'autre, et tant pis si les deux organes sont strictement identiques dans leur nature et leur mise en œuvre.

Trop peu de candidats sont capables de :

exprimer spontanément que chaque roulement définit un point de passage de l'axe de rotation de l'arbre ;

raisonner spontanément sur le rotulage des roulements (même si, étrangement, les ordres de grandeur des valeurs en sont souvent assez bien connus) ;

analyser de manière raisonnée l'immobilisation axiale de l'arbre dans les deux sens en décrivant les chaînes d'obstacles (pièces et détails de forme) y contribuant ; pour ce dernier point, c'est systématiquement la référence à de mystérieux nombres d'arrêts axiaux nécessaires qui est invoquée, conduisant la plupart du temps à des surabondances fautives ; et si, à force de questionnement, le montage « économique » est évoqué par le candidat, c'est toujours avec une nette intonation de mépris.

Il est toujours aussi difficile d'obtenir de la majorité des candidats l'expression d'un bref cahier des charges pour le matériau d'une pièce bien typée. Les discours sont toujours très vagues : « le matériau doit être résistant » est la réponse fournie spontanément par la quasi-totalité des candidats, et beaucoup sont incapables de préciser de quel type de résistance ils parlent plus avant que « de la résistance mécanique ». Quand l'examineur insiste un peu, il obtient des réponses étonnantes, telles que : « le matériau doit avoir une grande ténacité », qui semble être souvent confondue avec la résistance à la rupture en traction statique sur éprouvette lisse, ou, « le matériau des dentures doit avoir une grande résistance au choc », car il est clair pour un grand nombre de candidats, qui le confirment explicitement, que l'engrènement est générateur de chocs.

Du cahier des charges doit naître le choix d'une famille de matériaux en association avec un procédé de fabrication.

Rares sont les candidats capables de justifier correctement le choix du procédé de moulage : le moindre arrondi ou congé, la moindre pente ou conicité, - voire même la présence d'un cordon de soudure de 5mm x 5mm - suffisent aux yeux d'une écrasante majorité de candidats, justifiant ainsi le choix du procédé par ses effets et non par ses causes ; la « complexité des formes » est le poncif de l'année, invoqué même pour les pièces les plus simples ; très rares sont les candidats évoquant les formes creuses, ou l'importance de la série, moins de 10 %.

En revanche, il convient de saluer un très net progrès au niveau de la connaissance des désignations normalisées actuelles des matériaux, qui semblent maintenant connues d'une nette majorité des candidats.

L'énoncé contient souvent la proposition « analyser, critiquer, justifier tel choix de matériau ou telle solution de guidage ». Cet exercice est très mal conduit car les candidats ont trop souvent l'impression qu'une solution existante – c'est le cas de tous les plans proposés à l'oral SI 1- puisse ne pas être parfaite et que des améliorations puissent être proposées par un élève issu de classe préparatoire. La force de la proposition est dans la qualité de l'analyse qui la précède. Il est bon de rappeler qu'il n'existe pas de solution unique voire idéale à un problème de construction mécanique. Elle n'est qu'un compromis viable dans un contexte donné.

La notion de cahier des charges doit être maîtrisée et étendue au choix d'un matériau associé à un procédé, tout comme au choix d'une solution constructive pour la réalisation d'une liaison.

Nota : la plupart des dessins utilisent le code associant un type de hachure à une grande famille de matériaux. De moins en moins de candidats connaissent cette convention, se privant quelquefois d'un moyen de vérifier leur démarche d'analyse. Attention : à contrario, la connaissance d'un tel code ne doit pas déboucher sur : « les hachures signifient que c'est un alliage léger, la pièce est donc obtenue en fonderie... »

Analyse du fonctionnement interne du mécanisme

Le commentaire est assez bien fait lorsque fonctionnement du mécanisme a été compris...

Ceci est avant tout très révélateur des difficultés de lecture des dessins éprouvées par plus d'un tiers des candidats. Elle est également révélatrice de la tendance très fréquente à une lecture « intuitive » du dessin, détachée de toute référence à ce qu'il contient effectivement. Un candidat, à qui on demandait de montrer sur le dessin les composants sur lesquels s'appuyait son discours, est allé jusqu'à ingénument reconnaître, après un temps d'observation : « ah oui, il n'y en a pas ici ! ». De nombreux autres réfrènt ce genre de déclaration sans pour autant cacher leur désarroi face au même constat. Ces candidats révèlent ainsi qu'ils n'analysent pas le problème posé, mais projettent des réminiscences plus ou moins adaptées d'études antérieures.

Ainsi des filetages deviennent des cannelures et des crabots sont souvent transparents !

Le fait est que de plus en plus de candidats ne comprennent pas, dans sa totalité, le fonctionnement interne d'un mécanisme. Ils se contentent souvent des exercices faits en cours sans chercher à l'extérieur, pour exercer leur pratique, des documents techniques, des revues techniques, etc.

Questions de cours

Objectifs

Il s'agit d'un contrôle d'acquisition des connaissances technologiques du programme de construction mécanique. Le candidat est interrogé sur une question tirée au sort parmi un ensemble de 70 questions qui sont communes à tous les jurys. L'énoncé de chaque question reprend les cinq items couvrant les différents points clés d'acquisition structurée des connaissances technologiques, nécessaires dans une approche de haut niveau du génie mécanique, en insistant sur la cohérence et les aspects concrets des réponses fournies par le candidat :

Phénomènes, concepts, règles ou principes associés au sujet traité ;

Familles de solutions répondant au problème posé ;

Méthodes de raisonnement et/ou de dimensionnement associées au sujet traité ;

Connaissance d'une solution technique et de sa mise en œuvre dans le sujet traité ;

Ordres de grandeurs et unités associées au sujet traité.

Le candidat prépare ses réponses pendant environ 10 min, puis il est interrogé sur des points particuliers du questionnaire.

Commentaires

Rares sont les candidats avouant n'avoir rien à répondre à la question tirée au sort et optant pour le tirage au sort d'une seconde question qui ne sera évaluée que sur la moitié des points. A l'opposé, rares également sont les candidats capables d'exprimer clairement les principes, les phénomènes physiques élémentaires, très souvent non compris.

Il est également très difficile, pour une majorité de candidats, d'énoncer un bref cahier des charges en vue de la résolution d'un problème technique élémentaire, de lister les paramètres qui seront les critères de choix effectifs de la solution. Le candidat énumère en général tout ce qui lui passe par la tête, en rapport ou non avec le problème à résoudre, semblant laisser à l'examineur le soin de choisir, ...ce qui est une bien mauvaise stratégie.

La plupart ne parviennent pas donner de manière structurée, c'est-à-dire selon un classement logique par principes, par familles, les solutions qu'ils connaissent, qui sont, au contraire, énoncées en vrac.

De plus, les solutions connues se limitent à peu de chose, même pas un échantillonnage couvrant la diversité possible, souvent une ou deux solutions passe-partout appliquées sans discernement à toute situation. Une large majorité des candidats ne fournit pas les limites d'applicabilité des quelques solutions connues.

Les ordres de grandeurs sont mieux connus que les années passées pour la masse volumique et pour les modules d'élasticité des matériaux. Ils sont en revanche souvent très approximatifs pour les facteurs de frottement entre métaux, des valeurs de 0,02, 0,05 ou au contraire de 1, 2, voire 5 sont couramment annoncées; et il est impossible d'obtenir une quelconque valeur de dilatabilité linéique moyenne, même pour l'acier.

Dans ce domaine, il faut encore signaler la persistance très répandue du poncif selon lequel les anneaux élastiques (ou segments d'arrêt) ne peuvent supporter que des efforts axiaux faibles.

Pour terminer, il convient de signaler que presque tous les candidats ont beaucoup de difficultés à s'exprimer par croquis à main levée : le point de vue est mal choisi, la main n'est pas sûre, le candidat veut toujours le secours de sa règle (ce qui n'arrange rien pour les formes de révolution), la perspective n'est pas du tout maîtrisée, et la taille du croquis produit dépasse rarement celle d'un timbre-poste.

On constate, dans cette partie, une légère amélioration de la prestation des candidats. On observe toutefois que plus de la moitié « plaquent » à ce niveau un discours de circonstance, illustré au mieux d'anecdotes, semblant souvent ne pas avoir lu l'énoncé des cinq questions.

Modélisation du comportement des systèmes

Objectifs

Cette partie de l'épreuve consiste pour le candidat à proposer une modélisation dans la perspective d'une étude mécanique précisée dans les questions qui lui sont fournies dès la préparation. Elle est relative à l'étude d'une pièce ou d'une partie de l'ensemble mécanique défini par le plan proposé dans le dossier.

Celle-ci concerne, suivant les cas, un problème de dynamique, de statique, de cinématique ou de résistance des matériaux conformément au programme.

Il est attendu du candidat qu'il montre sa capacité de raisonnement, son assimilation des outils de représentation et de modélisation du comportement réel des ensembles mécaniques. Aucun développement de calcul n'est demandé ici.

L'évaluation des capacités de raisonnement et de représentation dans la modélisation du comportement des ensembles mécaniques est réalisée à importance égale pour chacun des trois points de l'évaluation dans les conditions suivantes :

"Capacité de raisonnement dans le passage du réel au modèle" : on évalue la capacité de prise en compte des conditions réelles (jeux, déformations, dimensions, dispositions, etc..) dans le passage du réel aux modèles utilisés dans les modélisations de problèmes. Le candidat doit être capable d'exposer sa démarche de raisonnement et de justifier le modèle retenu pour traduire le comportement réel de la partie de mécanisme à étudier dans le cadre de l'application à traiter.

"Maîtrise de la modélisation" dans la résolution d'un problème : on évalue l'assimilation des méthodes et règles de représentation graphique mises en œuvre dans une description exhaustive des modèles à considérer dans l'étude demandée. La modélisation fournie doit être adaptée pour définir complètement le comportement du système à étudier dans la résolution du problème à traiter. Elle doit fournir toutes les données, avec la mise en place sur les schémas des repères, dimensions, représentation des actions mécaniques et paramètres nécessaires pour la détermination des résultats.

"Capacité d'application dans la réalisation d'une modélisation" : on évalue la capacité d'adaptation et de rigueur du candidat dans l'application des méthodes de modélisation au cas du problème à traiter.

Commentaires

CETTE PARTIE S'APPUIE SUR LES DEUX POINTS ESSENTIELS DE "CAPACITE DE RAISONNEMENT DANS LE PASSAGE DU REEL AU MODELE" ET DE "MAITRISE DE LA MODELISATION" SUR LESQUELS

ON PEUT FAIRE LES REMARQUES SUIVANTES :

De façon générale, on observe toujours de grosses difficultés à justifier le choix d'un modèle en vue d'un objectif.

Trop de candidats ne savent pas décrire la nature du problème posé. Ils sont déroutés sur le type de schéma à utiliser à ce stade ; c'est ainsi qu'ils vont utiliser un schéma technologique pour préparer le calcul des efforts dans les roulements.

Il reste toujours difficile d'obtenir des candidats la production d'un schéma cinématique, minimal ou architectural suivant le cas, correct et correctement argumenté : là encore, la projection sans discernement d'un schéma type l'emporte sur le raisonnement. Plus grave, le schéma proposé par un nombre non négligeable de candidats (environ 20 %) est inadapté à l'atteinte de l'objectif d'étude assigné par la question ou encore, non conforme au dessin fourni.

Moins de la moitié des candidats proposent spontanément la mise en place d'un repère, d'inconnues et de paramètres adaptés au problème posé. Beaucoup oublient la définition des points de positionnement des liaisons ainsi que les repères associés.

La justification d'un modèle rotule pour un roulement à rouleaux coniques n'est quasiment pas connue.

Trop peu d'hypothèses sont citées permettant de justifier un modèle telles que : roulement sans glissement, pesanteur négligée, solides indéformables, frottements négligés ou au contraire pris en compte, effets d'inertie négligés, etc.

Alors que l'exercice de modélisation reste une des principales difficultés de cette épreuve, comme du métier de l'ingénieur, les candidats n'en ont qu'une idée souvent très vague et quasiment exempte de méthode.

Etude mécanique

Objectifs

La troisième partie de mécanique est traitée par 2/3 des candidats. Le principe de cette partie consiste à découpler la troisième partie de la deuxième partie. Les candidats doivent donc s'attendre à être interrogés sur un thème différent de la partie portant sur l'évaluation des capacités de modélisation.

Elle est posée à partir d'une modélisation proposée. L'objectif est que le candidat effectue une étude de comportement - en dynamique ou en statique - en cinématique - en résistance des matériaux conformément au programme, avec une répartition sensiblement identique du nombre de candidats interrogés sur chaque thème.

Il est attendu du candidat qu'il montre sa capacité à appliquer une méthode et à obtenir un résultat dans l'un des trois thèmes d'interrogation cités ci-dessus. Il doit donc montrer sa connaissance des principes fondamentaux et des lois de la mécanique, justifier des méthodes et démarches employées et analyser la validité des résultats.

L'évaluation des capacités d'application des méthodes d'études mécaniques est réalisée à importance égale pour chacun des trois points de l'évaluation :

"Démarche de choix des méthodes et justification de leur application"

"Connaissances des lois et principes de la mécanique"

"Exactitude des réponses aux questions"

Commentaires

Toujours des difficultés avec le théorème de l'énergie cinétique qui n'est pas assez utilisé, voire même inconnu.

On note une meilleure maîtrise des diagrammes de RDM faits à partir de la donnée des efforts aux appuis. Toutefois les hypothèses même de la RDM ne sont pas assimilées ; c'est ainsi que beaucoup ne savent pas ce que représente le torseur de cohésion, ni ne savent justifier leur méthode de calcul. Beaucoup de candidats ne connaissent pas l'expression des contraintes.

Pour la cinématique, les candidats s'en sortent à peu près bien, même s'ils sont en général incapables d'exprimer que les relations qu'ils utilisent traduisent le phénomène de roulement sans glissement entre les roues dentées ou d'enroulement sans glissement entre poulies et courroies, dentées ou non ou, entre pignons et chaînes. La relation générale est à peu près toujours correctement appliquée, et la gestion des sens de rotation correcte. Reste que 50% des candidats ont du mal à démontrer la relation cinématique d'un train épicycloïdal, relation qu'ils connaissent presque tous par cœur...

Pour la dynamique, les situations sont plus diverses. Il est fréquent d'entendre le candidat exprimer que le rendement se manifeste par une perte de vitesse par rapport à la vitesse théorique à la sortie d'une cascade d'engrènements, ou de transmission par chaîne ou courroie dentée, ce qui a au moins le mérite de la cohérence avec leur vision purement cinématique des mécanismes (cf. § 1-1). L'étude de régimes transitoires est inégalement traitée, un tiers des candidats ayant du mal à gérer convenablement les inerties intervenant aux divers niveaux par méconnaissance ou maladresse d'application des théorèmes généraux.

Pour la statique avec frottement, si la plupart des candidats essaient de placer un résultat plus ou moins bien su par cœur, une nette majorité éprouve les plus grandes difficultés à mettre en place correctement l'étude et à la mener à bien, qu'il s'agisse de couple transmissible par une

interface annulaire plane (mono ou multi-disques), par une interface cylindrique ou conique ou, qu'il s'agisse de l'équilibre d'un galet de roue libre ou d'un problème d'arc-boutement dans un guidage en translation.

Pour la théorie des poutres, une petite minorité de candidats sait exprimer quel phénomène physique traduisent les sollicitations, ce qu'elles représentent et qu'elles sont relatives à une section donnée. Une majorité de candidats les analyse encore dans le repère général d'étude de la structure, ce qui aboutit évidemment à des résultats fantaisistes. Parmi les candidats qui considèrent bien un repère mobile lié à la section d'étude, bon nombre ne savent pas trop en quel point il est attaché à la section, et la réponse de loin la plus fréquente est : « au centre de la section ». Le principe d'équivalence est en général bien connu et la plupart du temps bien appliqué. Il est à signaler que bien peu des candidats ayant commis, pour des raisons diverses, des erreurs d'analyse des sollicitations le long de la pièce étudiée ont le souci de détecter les incohérences de leurs diagrammes par rapport au schéma initial.

L'expression des contraintes normales associées à l'effort normal est en général correcte ; en revanche, pour celles associées à la flexion pure ou simple, et pour les contraintes associées à la torsion dans une pièce de révolution, l'expression est fantaisiste pour environ 30 % des candidats, faisant intervenir les modules d'élasticité ou ne respectant pas l'homogénéité à une contrainte. L'obtention d'un graphe propre et clair de représentation de la répartition des contraintes dans la section est rare.

Des progrès en RDM bien que la poutre reste pour certains ...un trait. En dynamique, d'énormes difficultés à appliquer les théorèmes à des problèmes simples. De façon générale, pour la plupart, la mécanique se réduit à un cahier de recettes avec une grande confusion dans le vocabulaire et donc dans les connaissances.

Automatique - Etude, exploitation et mise en œuvre d'un matériel du guide d'équipement

Objectifs

La troisième partie de manipulation est traitée par 1/3 des candidats.

L'interrogation sur la partie "matériel du guide d'équipement" est centrée sur l'analyse du système, l'exploitation et le déroulement de la manipulation avec des questions d'automatique associées à l'étude de fonctionnement du système.

Cette partie porte sur - la connaissance des composants - la modélisation d'une partie du système "physique" - et l'application de la maquette de manipulation. Elle fait l'objet d'une interrogation sur la mise en œuvre de systèmes automatisés simples en association à l'interrogation sur la mise en œuvre de la manipulation. Les questions d'automatique sont principalement centrées sur l'application des systèmes combinatoires et séquentiels, sans exclure des possibilités d'interrogation sur les autres points du programme.

L'évaluation porte sur les capacités de raisonnement du candidat dans l'analyse, la présentation, la modélisation, et l'application du système matériel de manipulation. Elle est réalisée à importance égale pour chacun des trois points de l'évaluation :

Capacité de raisonnement : "Capacité d'analyse du système, connaissance des principes de réalisation de la manipulation et étude de fonctionnement du système"

Application des connaissances : "Identification des composants" en application du programme "Étude de système", Identification de l'objectif du matériel de manipulation et exploitation des résultats "

"Exactitude des réponses aux questions"

Commentaires

Cette partie porte principalement sur le programme d'automatique.

Des progrès dans l'identification des composants tels que capteurs, automates programmables, préactionneurs et actionneurs. Toutefois pour beaucoup, la différence n'est pas toujours claire entre logique programmée et commande proportionnelle. Les règles de bases du GRAFCET sont maîtrisées.

Cette partie porte principalement sur le programme d'automatique.

Etonnamment, côté séquentiel, les règles du GRAFCET sont souvent mal maîtrisées. L'existence des automates programmables est vaguement connue d'où, de grosses difficultés pour certains à faire le lien entre le GRAFCET sur papier, sa matérialisation sur la machine et le fonctionnement de celle-ci.

Côté asservissement, la chaîne élémentaire d'un axe d'asservissement de robot n'est souvent pas même pas connue. Des propositions sont faites qui ne font généralement pas apparaître de correcteur. Les notions sur les correcteurs – critères de synthèse et action correctrice associée - sont en général peu maîtrisées par les candidats.

Des connaissances souvent mal assimilées : Le calcul de l'écart statique pour un premier ordre pose des difficultés aux candidats qui appliquent le théorème de la valeur finale à la fonction de transfert en boucle ouverte...

Il apparaît de fait que les connaissances de bases de l'automatique ne sont souvent pas assimilées, mais surtout, que les candidats ne savent pas les appliquer à des systèmes simples

ANALYSE DES RESULTATS

L'analyse des résultats conduit à une moyenne générale de 9.90/ 20 avec un écart type de 4.24. Le profil de répartition des notes reste sensiblement identique à celui des sessions précédentes. Le niveau reste identique à celui de la session 2005 et ses commentaires restent valables pour cette session.

Session	Moyenne	Ecart type	Notes < 5	≥ 5 et < 10	≥ 10 et < 15	≥ 15 et < 20
2006	9,90	4,24	110	449	410	185

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Comme chaque année ce rapport présente une liste de points mal abordés ou mal traités lors de la dernière session.

Parallèlement des idées ou des évolutions de méthodes de travail peuvent y être suggérées. Elles sont le résultat de nos réflexions et de nos propres expériences. Nous ne sous-entendons pas que les façons de faire, actuelles ou passées, sont mauvaises ou obsolètes mais que certains peuvent trouver dans ces propositions des éléments qui nous aideront à diminuer encore cette part de candidats vraisemblablement « allergiques » à l'apprentissage de la technologie.