

## ORAL 1 - SCIENCES INDUSTRIELLES I

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

### OBJECTIFS DE L'ÉPREUVE

L'objectif général de cette épreuve est centré sur la construction mécanique et la mécanique. 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

L'épreuve porte à 50 % sur la construction mécanique et à 50 % sur la mécanique pour les deux tiers des candidats, alors qu'un tiers des candidats est interrogé à 25 % en mécanique et à 25 % sur le "matériel du guide d'équipement" et en automatique.

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 - étude, 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 80 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 sera 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, en ayant acquis des bases fondamentales de langage technologique, d'analyse, de raisonnement et de connaissances en technologie, d'étude mécanique, et d'étude de système automatisé appliqués à des mécanismes réels.

## COMMENTAIRE GENERAL SUR L'ÉPREUVE

### Analyse technologique de l'ensemble mécanique

#### Objectifs

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 :

#### **Analyse du fonctionnement global (externe) du mécanisme**

Dans cette partie, il est attendu que les candidats sachent présenter 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, ses liaisons avec l'extérieur, ses entrées et sorties, les flux d'énergie, la situation dans son environnement, les actions externes, la mise en œuvre et les limites d'utilisation du mécanisme qu'il a étudié.

#### **Analyse des phénomènes et solutions technologiques mis en œuvre dans la réalisation des fonctions techniques internes**

Dans cette partie, il est attendu du candidat qu'il analyse, décrive, justifie ou critique de façon structurée certaines solutions techniques mises en œuvre dans la réalisation des fonctions techniques internes du mécanisme, en intégrant les contraintes de réalisation et de comportement en service de ces solutions.

#### **Analyse du fonctionnement interne**

Dans cette partie, le candidat doit présenter le fonctionnement interne du mécanisme en intégrant les résultats de l'analyse technologique obtenus en 2) et ses interactions avec son environnement vues en 1), pour expliquer le comportement réel des éléments composant la structure interne du mécanisme.

Pour l'ensemble de cette partie, l'évaluation est réalisée globalement, et à importance égale, pour chacun des trois points de l'évaluation dans les conditions suivantes :

"Capacité de raisonnement, et d'analyse des conditions technologiques" (jeux, déformations, phénomènes, dimensions, etc.) : on évalue l'assimilation des méthodes de raisonnement et les 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, 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 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

### Maîtrise des langages techniques

#### Lecture de dessin

La lecture de plan est dans l'ensemble maîtrisée tant qu'il s'agit de documents simples limités à une vue. Trop nombreux sont les candidats qui buttent sur des plans possédant plus de deux vues. Les conventions de représentation sont mal connues ; c'est ainsi que la représentation des nervures n'est quasiment pas reconnue ainsi que le code des hachures associé aux familles de matériaux.

Les chaînes cinématiques globales sont assez bien identifiées sauf dans le cas de boîtes de vitesses où les candidats sont souvent gênés par les engrènements multiples. Il en est de même ainsi de tous les mécanismes présentant plusieurs états de fonctionnement.

On constate qu'un plus grand nombre de candidats est bloqué par la présence d'un composant « exotique » tel que frein, embrayage, vérin, train épicycloïdal. La lecture reste à ce moment essentiellement globale et l'énoncé du genre « ...cela ressemble à un frein ! ».

*Nota : Tout ceci semble lié au temps d'apprentissage malheureusement très réduit du dessin technique et au manque de pratique de la lecture de dessins. Il semble utile de proposer des exercices de lecture de plans d'origine et de qualité diverses. On peut suggérer aux candidats de prendre le temps d'exploiter systématiquement dans leur scolarité, des documents techniques grand public comme des revues techniques moto ou automobile ou des notices de maintenance. Cela leur permettra d'accéder aisément à une connaissance minimale concernant les technologies courantes présentes dans notre entourage.*

#### Langage technique utilisé dans l'analyse technologique

Le vocabulaire technique utilisé par les candidats est de plus en plus pauvre. Pour beaucoup de candidats, écrous, vis ou goujons sont allègrement confondus puisque « ça se boulonne... ». La pratique de l'à peu près est peu payante lors de l'interrogation de technologie et conduit généralement à des contresens de compréhension désastreux.

De même que les professeurs de langue proposent des lexiques associés à leur pratique, il peut être judicieux de proposer systématiquement aux futurs candidats des lexiques technologiques accompagnés de dessins du détail associé.

On note que le raisonnement et la présentation sous forme fonctionnelle (diagrammes pieuvre ou FAST) commencent à entrer dans la pratique. Ce point positif est noirci encore une fois par la pratique de l'à peu près, l'énoncé des fonctions étant souvent maladroit, ne respectant pas simplement la syntaxe de base (par exemple : non-utilisation de verbes d'action transitifs).

*Nota : Le langage fonctionnel n'est pas un langage de lecture globale. Les candidats qui réussissent la présentation fonctionnelle sont ceux qui savent lire les détails technologiques et, en plus, savent restituer leur compréhension dans le langage fonctionnel.*

#### Schématisme et savoir dessiner à main levée

Les candidats ont beaucoup de mal à représenter à main levée certains détails de forme des pièces. Cela est très souvent rendu encore plus illisible par l'utilisation de la perspective. Peu de candidats proposent simplement un dessin en deux ou trois vues, plus simple à réaliser.

Il en est de même pour la représentation schématique. Beaucoup de candidats cherchent à réaliser vainement des schémas cinématiques en 3D « comme dans les livres » plutôt que de faire simplement du schéma en deux vues.

*Nota : Certes, l'utilisation de logiciels de CAO banalise le mode de représentation 3D. Cette pratique fort aboutie est difficile à maîtriser dès l'apprentissage. Il est plus judicieux d'amener les*

*candidats à pratiquer le dessin à main levée en projection plane, élément de langage qui reste fort efficace en génie mécanique.*

## **Capacité à appliquer les connaissances technologiques et les méthodes de raisonnement**

### **Connaissances des composants et des matériaux**

Les solutions classiques d'assemblage arbre-moyeu par obstacle sont connues, ce qui n'est pas le cas des dispositions modernes mais désormais classiques de liaison complète démontable par adhérence. Ces solutions qui endommagent moins les pièces et qui sont souvent moins coûteuses sont aujourd'hui couramment utilisées.

Etrangement, il est apparu que de nombreux candidats ne distinguaient pas clairement les familles de roulements. Cela a ensuite des conséquences fâcheuses sur l'analyse du fonctionnement interne et ensuite, inévitablement, sur l'exercice de modélisation.

La connaissance des matériaux est toujours stéréotypée réduisant le choix à quelques matériaux « célèbres ». C'est ainsi que de très vieilles appellations commerciales telles que « Alpax » ou « Duralumin » sont toujours citées sans pouvoir en donner les traits caractéristiques principaux. De façon générale, les candidats ont du mal à exprimer le besoin en terme de caractéristiques (mécaniques, physiques, chimiques, etc.) et de les associer à un couple matériau-procédé. On constate souvent que le choix d'une fonte est souvent préconisé par la seule observation d'un arrondi...

*Nota : La connaissance des procédés d'élaboration de pièces s'arrête très souvent nettement à la fonderie et à... l'usinage. Corroyage, estampage, mécano-soudure, etc. sont le plus souvent totalement inconnues, même de nom. Cette vision étroite gêne souvent l'analyse de solutions.*

### **Phénomènes physiques et ordres de grandeur**

Les ordres de grandeur de la densité des principaux de construction sont à peu près connus, mais température de fusion, coefficient de dilatation, résistance élastique restent très vague pour la plupart des candidats.

Frottement et adhérence sont souvent considérés comme des imperfections de la nature qu'il faut absolument négliger alors qu'ils sont incontournables et à la base de nombreuses solutions technologiques. Les coefficients de frottement sont souvent exprimés par des valeurs très précises ne tenant pas compte de l'incertitude liée au contexte. Pour certains candidats les valeurs citées sont totalement fantaisistes.

Les règles de montage des roulements sont considérées par de nombreux candidats comme dogmatique. Il apparaît que ceux qui n'en connaissent pas les fondements sont incapables de les appliquer.

*Nota : La connaissance des ordres de grandeurs est essentielle pour que le raisonnement technologique soit pertinent. Il en est de même de la compréhension des phénomènes physiques simples liés au contact entre deux pièces.*

### **Méthodes de raisonnement**

Les candidats ont souvent tendance à considérer le mécanisme comme une fin en lui-même. Ils ont du mal à le présenter comme étant une solution parmi d'autres qui répond à un besoin externe.

Au niveau de la pièce, les candidats ont du mal à présenter l'interaction incontournable qui existe entre fonction, forme, matériau et procédé.

Il persiste toujours quelques « monstres » de raisonnement telle les raisons qui poussent au choix des matériaux cuivreux. La valeur du coefficient de frottement est souvent le seul critère retenu

mais souvent erroné, la non-soudabilité, la conductivité thermique, les différences de coefficients de dilatation, les possibilités de fabrication, la forme générale de la pièce ne sont jamais citées.

*Nota : Les candidats pensent trop souvent que la solution qui leur est présentée est parfaite et ne souffre d'aucune critique. Il faut leur rappeler que la pratique du raisonnement technologique permet souvent de remettre en cause des solutions qui paraissent a priori idéales. Par ce même raisonnement ils peuvent aussi être aptes à proposer des combinaisons qui seront plus judicieuses que celle qui leur est proposée.*

### **Capacité à appliquer les méthodes d'analyses des mécanismes**

#### **Analyse du fonctionnement global ou externe du mécanisme**

De nombreux candidats éludent cette partie. De façon générale, ils ont beaucoup de mal à présenter dans un premier temps, le mécanisme comme une « boîte noire » en ne dégagant que les relations avec l'extérieur. L'ensemble de ces relations constituant une part des fonctions de service du mécanisme, elles ne se réduisent pas seulement à la désignation de l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie. Cette analyse se fait conjointement à l'analyse interne de fonctionnement.

#### **Analyse des phénomènes et solutions techniques internes**

Les solutions techniques sont souvent assez bien connues mais leur justification est trop souvent hasardeuse ou chargée d'à peu près. Cela ruine de fait la validité de la proposition initiale. Exemple : Tel candidat sait identifier les bagues d'un roulement qui doivent être serrées mais ne sait pas pourquoi on le fait ainsi...

La fonction lubrification est mal analysée parce que souvent mal connue. Pour beaucoup de candidats, « barbotage » signifie immersion complète. Les phénomènes oléo dynamiques qui peuvent induire la circulation du lubrifiant sont rarement cités.

Les liaisons complètes sont difficilement analysées, le classement en familles dites à surface prépondérante est mal connu. La fonction des vis d'assemblage n'est souvent perçue que comme un... obstacle.

L'analyse d'isostatisme est malheureusement mal comprise et par-là même peu utilisée. Cela fait défaut dans le raisonnement qui permet au candidat de qualifier les solutions techniques. Il n'est pas question ici de revenir aux grandes théories sur les mécanismes. Il est demandé au candidat de savoir identifier les conditions de montage ou de fonctionnement et d'en déduire la valeur de jeux fonctionnels ou la justification de tel procédé d'usinage ou d'assemblage.

*Nota : Il semble utile de rappeler que le caractère isostatique est un objectif mécanique mais aussi économique car associé à la recherche du juste nécessaire. Pratiquement il est rarement atteint sinon par la mise en place de tolérances de fabrication judicieuses, tant dans la fabrication des composants standards que dans celle des pièces spécifiques.*

#### **Analyse du fonctionnement interne du mécanisme**

Pratiquement on constate que la plupart des candidats ont du mal à analyser selon une logique besoin-moyen :

Le besoin s'énonce sous la forme d'un cahier des charges (exemple : cahier des charges d'une liaison entre deux pièces incluant l'aspect cinématique, statique, dynamique, environnemental).

Le moyen tend plus ou moins à répondre à celui-ci (exemple : liaison pivot réalisée par des roulements à billes lubrifiés à la graisse et protégés par des chicanes).

La qualité d'un mécanisme dépendant essentiellement de l'écart présent entre les deux. A ce stade, les candidats font souvent l'erreur d'idéaliser la solution proposée et de tenter de lui adapter au mieux le besoin.

*Nota : La logique du raisonnement fonctionnel, notamment celle du diagramme FAST, peut aider le candidat dans cette démarche d'analyse.*

## **Questions de cours**

### **Objectifs**

L'objectif est de contrôler l'acquisition des connaissances technologiques du programme de construction mécanique. Le candidat est interrogé sur une question tirée au sort parmi un ensemble de 85 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**

Globalement cette partie manque de préparation. Il apparaît que de nombreux candidats font franchement « impasse » sur certains sujets tels que la cotation ou le système de tolérancement..

De plus, même dans des thèmes classiques, les réponses sont peu structurées, les connaissances étant restituées souvent en désordre. Il manque à ce niveau esprit de synthèse et de classification qui est le propre de cet exercice.

*Nota : La question de cours est souvent considérée comme un exercice de restitution de connaissances mémorisées obligatoirement. Il est plus judicieux de la considérer comme un exercice structurant qui favorise le classement et l'acquisition de la connaissance. Il est demandé au candidat de formaliser la connaissance technologique non pas dans une situation d'adéquation besoin-moyen mais dans une structure logique favorisant la capitalisation du savoir.*

## **Etude de comportement mécanique, automatique et mise en œuvre des mécanismes**

### **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,...) 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 "capacité de raisonnement dans le passage du réel au modèle" et de "maîtrise de la modélisation" sur lesquels on peut faire les remarques suivantes :

#### **Passage du réel au modèle**

C'est la partie la plus difficile pour le candidat, d'une façon générale ils ne sont pas suffisamment familiers à cet exercice. Ils ne tiennent donc pas compte de l'objectif de la modélisation et des propriétés des composants pour proposer un modèle.

Les candidats oublient trop systématiquement d'associer à leur modélisation des repères et un paramétrage.

Dans l'utilisation des données mises à leur disposition, trop de candidats considèrent systématiquement que le couple transmis dans un mécanisme est défini par les performances annoncées du moteur ; très rare sont ceux qui raisonnent correctement à partir du récepteur dans la détermination des actions mécaniques.

#### **Outils de représentation et maîtrise de la modélisation**

On observe que les schémas normalisés sont loin d'être systématiques, les représentations graphiques sont très approximatives et non paramétrées. On regrette que trop peu de candidats sachent choisir le mode de représentation le mieux adapté au problème posé, et utiliser la représentation 3D quand elle peut être utile, dans les limites de son efficacité et de sa lisibilité pour son exploitation.

La schématisation cinématique semble mieux maîtrisée que la représentation associée à un modèle d'action mécanique.

Certains oublient de considérer qu'un mécanisme est nécessairement représenté dans des conditions particulières et qu'il faut considérer ses évolutions en fonctionnement, ce qui peut induire des omissions et des erreurs.

La réalisation de la modélisation est mal maîtrisée car les candidats ont des difficultés à énoncer des hypothèses. Ainsi on retrouve des difficultés dans le choix des paramètres géométriques (25% des candidats), notamment en cinématique. La mise en place des repères est assez souvent oubliée par les candidats.

### **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**

Les remarques ci-dessous sont communes aux trois thèmes.

#### **Connaissance des principes et des lois - Capacité d'application**

Les principes et lois : beaucoup de choses restent approximatives. Ainsi les calculs en statique sont à peu près bien maîtrisés, mais en dynamique il y a des difficultés (50% des candidats) pour le calcul du moment dynamique notamment quand il y a composition de mouvements. Le choix de l'ensemble matériel ou de la succession de solides à isoler reste très souvent imprécis lorsque la question n'est pas directive. Le théorème de l'énergie cinétique est mal appliqué, beaucoup de candidats ne savent pas faire un bilan énergétique. Il paraît surprenant de voir des rendements affectés aux vitesses. Quelques difficultés apparaissent toujours avec la notion de repère galiléen.

En résistance des matériaux, on observe des progrès notables. On rencontre toujours des difficultés pour 40% des candidats dans la maîtrise des signes et des conventions. Les candidats ont plus de facilité à tracer les diagrammes des efforts tranchants que ceux des moments fléchissants. De plus l'obtention du moment fléchissant à partir de l'effort tranchant conduit toujours à des erreurs.

Il y a encore des lacunes sur les définitions de certaines grandeurs : moment quadratique, moment polaire, contrainte.

Les candidats maîtrisent mal les hypothèses associées à la théorie des poutres.

Quant à la capacité d'application des lois et principes, il peut être retenu que les candidats ont systématiquement du mal à aller au bout de ce qui est demandé. A cela il y a plusieurs raisons :

- un manque de rigueur évident (exemple : notation vectorielle déficiente) entraînant des erreurs de calcul ;
- une lenteur, voire une passivité, traduisant une maîtrise approximative des principes et des lois.

#### **Choix des méthodes et justification d'application**

Le choix d'une méthode n'est pas justifié par 50% des candidats. Les candidats (60%) ont trop le réflexe de raisonner suivant des exercices types et des "recettes" qui ne s'appliquent souvent pas au problème posé.

En dynamique, on observe que les candidats ont des difficultés dans les applications des principes énergétiques.

#### **Expression des résultats et analyse de la validité**

Les candidats n'ont pas assez le réflexe d'analyser l'homogénéité de leurs résultats dans les réponses fournies.

### **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**

Il est surprenant que de nombreux candidats qui ont déjà utilisé un de ces matériels ne le connaissent souvent que superficiellement, ne semblant pas avoir profité de leur passage en TP pour enrichir leur connaissance en technologie. Beaucoup semblent gênés par le contact avec les pièces ou les composants. On constate que les candidats ne sont pas habitués à « lire » des pièces réelles. Peut-être y a-t-il là une piste complémentaire pour aider à l'apprentissage du langage technique.

Le GRAFCET est globalement maîtrisé dans son graphisme. Plus difficile est quelquefois la mise en relation avec le matériel : Matérialisation des réceptivités et des actions associées. Il en est de même pour la représentation des schémas bloc : association entre boucle de retour et capteur, caractère généralement intégratif d'un actionneur).

## **ANALYSE DES RESULTATS**

La moyenne est à 9.98, l'écart type de 4.36 reste large. Les candidats ayant souvent des profils très hétérogènes. On peut se demander s'il y a des effets liés à l'origine de la classe préparatoire, certains professeurs choisissant de ne pas traiter certains points du programme.

L'évolution : L'ensemble des interrogateurs décèle une baisse de la maturité du raisonnement technologique. Faut-il corrélérer cela avec la faible part d'élèves ayant déjà fait de la technologie en lycée ?

Compte tenu de la diversité des points abordés au cours de l'interrogation, les candidats ayant une note inférieure à 7 présentent un réel déficit en matière technologique, peu compatible notamment avec les objectifs affichés dans les programmes de l'ENSAM.

Session	Moyenne	Ecart type	Notes < 5	≥ 5 et < 10	≥ 10 et < 15	≥ 15 et < 20
2004	9,98	4,36	120 10.18 %	420 35.62 %	454 38.51 %	185 15.69 %

## **CONSEILS DU JURY AUX FUTURS CANDIDATS**

Il faut mettre encore et toujours l'accent sur le fait que la construction mécanique est une discipline qui nécessite :

- l'apprentissage d'un langage riche et précis qui s'accommode peu d'approximation. Ce langage est fait de mots mais aussi de différents systèmes de représentation schématique qui ont un domaine d'utilisation bien spécifique,
- l'acquisition de connaissance de base, concernant les matériaux, les procédés, les composants élémentaires ou spécialisés,

- la maîtrise d'un mode de raisonnement logique établi sur l'interaction permanente entre les fonctions que remplit un mécanisme, les composants qui le constituent, le comportement de ces composants associés aux matériaux et aux formes de ceux-ci. Au niveau de la pièce, il s'agit de l'interaction entre ses fonctions, ses formes, le matériau qui la constitue et le procédé qui permet de l'élaborer.

Si les deux premiers points peuvent être acquis par un travail régulier au cours des deux années de préparation, le troisième nécessite une réelle démarche intellectuelle faite d'une grande part de curiosité associée à une volonté d'appliquer en toute occasion de la journée, sur tout objet ou machine de la vie courante, la démarche d'analyse technologique. Il est important que le futur candidat soit conscient que tout objet est la réponse à un besoin mais que la solution qu'il représente n'est jamais parfaite ni unique. Il lui est possible en s'appuyant sur ses connaissances de bases et en pratiquant le raisonnement technologique d'accéder à la « lecture » de ces objets. Cette lecture consiste non seulement à comprendre leur fonctionnement mais aussi à en faire la critique, visant à estimer le niveau de qualité de l'objet.

Faire de la construction mécanique sans utiliser la mécanique condamne le pratiquant à l'empirisme en l'éloignant de la démarche scientifique. Cela passe par la maîtrise des lois et principes fondamentaux mais aussi et peut-être surtout, par la capacité à les appliquer en proposant une modélisation du problème réel adaptée à la situation. Le passage du réel au modèle est et reste le principal problème du mécanicien expérimenté. Une fois de plus il n'existe pas une solution exacte et unique mais une solution argumentée qui répond le mieux possible au besoin de calcul.

Connaître les lois, savoir les appliquer ne sert à rien si le résultat du calcul est faux. Le candidat doit s'entraîner à évaluer l'ordre de grandeurs du résultat de ses résultats par différents moyens. Calcul tensoriel ou statique graphique, théorème énergétique ou composition des vitesses, il n'y a pas une voie idéale mais plusieurs qui permettent d'atteindre un même résultat en le fiabilisant.

En automatique, le candidat ne doit pas s'en tenir aux outils que sont le GRAFCET ou le diagramme de Bode, il doit tenter à tout instant de faire le lien avec le comportement réel de la machine décrite et commandée.

Enfin la question de cours ne doit pas être considérée comme un exercice de restitution de connaissances sues par cœur mais comme un exercice de synthèse de connaissances.

Enfin nous rappellerons les points fondamentaux pour cette épreuve qui constituent des points clé pour une préparation sérieuse de l'épreuve d'oral de Sciences industrielles 1 (SI 1):

- Maîtrise du langage technologique, du dessin technique, et du langage de la modélisation ;
  - Connaissances des lois de la mécanique ;
  - Assimilation des connaissances technologiques ;
  - Assimilation de méthodes structurées de raisonnement pour l'analyse technologique des mécanismes, le passage du réel au modèle de comportement, la résolution des problèmes de mécanique, la mise en œuvre des matériels du guide d'équipement ;
- Connaissances des bases - outils et composants - de l'automatique séquentielle et linéaire.