

## Plan du rapport

0. Introduction.
  1. Objectifs de l'épreuve de manipulation industrielle.
  2. Organisation de l'épreuve.
  3. Commentaires des interrogateurs.
  4. Conclusions et proposition pour les prochaines sessions.
- 

### 0 Introduction

Le Travail Pratique est un puissant révélateur du niveau d'intégration du candidat dans le réel (capacité de généralisation puis de particularisation). Il montre aussi bien les deux extrêmes :

- À savoir le candidat capable d'analyser un matériel, de lui associer un modèle, de raisonner (mener des calculs de dynamique par exemple) sur ce modèle pour atteindre des conclusions et de les vérifier par un retour au réel : de même que le candidat capable de prendre des mesures et d'y associer des erreurs.
- Mais aussi le candidat qui ne voit pas le réel (ne peut en extraire les ordres de grandeurs comportementaux, les détails significatifs), qui ne sait pas associer un modèle au réel observé (par exemple pour une liaison), qui n'a pas assez de technicité pour conduire un raisonnement, en général mathématique (ou au minimum logique), sur son modèle et, enfin, qui n'a pas le réflexe de comparer et discuter des écarts entre les résultats théoriques et expérimentaux.

Tous les comportements intermédiaires entre ces deux extrêmes sont détectables.

*Cette épreuve a pour but d'analyser le raisonnement du candidat face à une problématique et de vérifier ses aptitudes scientifiques pour la résoudre. Les consignes sont communes à tous les sujets proposés et l'évaluation du candidat est basée sur :*

- *capacité à analyser une réalisation industrielle ¼ des points*
- *capacité à valider des performances ½ des points*
- *capacité à communiquer ¼ des points*

*Chaque sujet balaie au minimum 50% du programme.*

### 1. Objectifs de l'épreuve de Manipulation de Sciences Industrielles

Elle s'adresse à l'ensemble des candidats (1518 inscrits cette année) de l'oral II et comporte 48 manipulations (8 jurys en parallèle) dont 5 étaient nouvelles par rapport à l'année précédente.

L'épreuve a pour but d'évaluer tout ou partie :

- Des compétences à utiliser les connaissances fondamentales et les cadres conceptuels permettant de structurer la relation réel  $\Rightarrow$  modèle  $\Rightarrow$  réel,
- Des compétences à l'étude et l'analyse critique de solutions existantes, à l'explication de leur fonctionnement, à la justification du choix de leurs composants,

- Des compétences à justifier, pour un matériel donné, la conception (formes, procédés, communication technique), le choix de composants, de matériaux et de modes d'obtention des formes,
- Des compétences à justifier les ordres de grandeurs comportementaux,
- Des compétences à analyser les résultats de mesures (erreurs, validité et incertitudes) de comparer un modèle à ses résultats ainsi que d'utiliser des moyens informatiques mis à disposition.

Depuis 2015, une partie informatique appliquée pour les sciences de l'ingénieur fait partie intégrante de cette épreuve. Le choix du langage est à l'initiative du candidat (Python ou Scilab).

## **2.Organisation de l'épreuve**

A l'entrée en salle des candidats, les membres du jury procèdent :

- Au tirage au sort, par le ou la candidate, de la manipulation,
- À l'accueil du candidat sur la manipulation, à la démonstration du fonctionnement et aux conseils pour l'épreuve.

La séance dure quatre heures, et chaque candidat dispose, à son poste de travail, d'un matériel instrumenté, d'un dossier technique, d'un ordinateur et d'un guide de préparation.

Le questionnaire propose les thèmes d'études et dirige l'activité. Il est conçu pour être entièrement faisable en quatre heures par un bon candidat et comporte plusieurs thèmes regroupant les têtes de chapitre du programme : chaque sujet couvre plus de 50% du programme. Tous les sujets ont la même forme et la même structure.

La première partie de l'épreuve consiste à réaliser l'analyse globale du système afin de s'approprier au mieux celui-ci. À partir du Sysml fourni et des différents documents constructeurs, des documents informatiques, le candidat doit :

- Présenter la ou les fonctions principales,
- Définir la matière d'œuvre qualitativement et quantitativement dans la ou les métriques appropriées,
- Présenter les éléments du milieu extérieur en relation avec le système étudié, les contraintes et les liaisons associées.
- Donner les ordres de grandeurs comportementaux associés au matériel étudié.
- Faire une démonstration de fonctionnement du mécanisme.

Les autres parties consistent à réaliser l'analyse interne du système, ainsi que des mesures en vue de comparer les grandeurs caractéristiques associées aux modèles avec celles annoncées lors de la première partie, puis à décrire un ou plusieurs composants.

Le candidat se trouve en communication avec le jury pendant une durée d'environ 45 minutes.

Hormis des schémas, des graphes, des graphiques et des mises en équations, la manipulation de sciences industrielles est une épreuve orale, aucun compte rendu n'est demandé.

Le jury est attentif à l'organisation du poste de travail, la démarche d'analyse globale du mécanisme, à la rigueur dans l'action, à l'initiative raisonnée, à l'aptitude à une communication scientifique claire et précise et à l'aptitude à dégager synthèses et conclusions.

*Une assistance technique est systématiquement assurée par les interrogateurs.*

### **3. Commentaires du jury**

#### **3.1 Bilan des épreuves**

Cette année les notes sont comprises entre 2 & 20/20 avec une moyenne de 10,43/20 en légère diminution par rapport à celles des années précédentes (10,38, 10,35, 10,36 & 10,49).

Au bilan, 13,7% des candidats se révèlent excellents (note supérieure ou égale à 15/20), en diminution par rapport à l'année précédente (-1,15%) :

- ils sont très bon sur le fond, quel que soit le problème posé,
- Ils sont entreprenants et n'hésitent pas à interpeller intelligemment les membres du jury,
- Ils prennent des initiatives réfléchies,
- Ils manifestent une envie de vaincre et de prouver leur valeur,
- Ils analysent correctement les résultats de mesures,
- Ils possèdent un vocabulaire technique satisfaisant.

Que dire de cette population de candidats ? Rien, si ce n'est qu'elle nous conforte dans l'objectif de l'épreuve et qu'elle prouve tout le sérieux et l'efficacité de leur préparation. Nous souhaitons, bien sur, que cette population s'accroisse.

Environ 7,5 % des candidats se révèlent très faibles (note inférieure ou égale à 5/20), en nette diminution par rapport à l'année précédente (-2,2%).

Environ 33 % de candidats se révèlent faibles (note comprise entre 6 et 9/20) en nette augmentation par rapport à l'année précédente (+3,9%).

L'ensemble des commentaires suivants s'adresse en priorité aux candidats de la zone 6-9 afin qu'ils puissent améliorer leurs résultats sachant que depuis deux ans, beaucoup de membres de jurys se sont étonnés du manque de notions de calculs simples (ordre de grandeur, table de multiplication réalisée sur calculatrice, incapacité de simplifier des fractions).

#### **3.2 Remarques générales sur le fond**

Suite aux nouveaux programmes, une partie informatique a été introduite dans l'épreuve de manipulation de sciences industrielles. Conformément au cahier des charges, celle ci dure de 30 à 45 minutes et porte sur différentes thématiques :

- Lissage de courbes par la méthode de la moyenne mobile,
- Appels de fichiers, tracé de courbes et comparaison,
- Tris dans une liste, modifications de paramètres
- Intégration, mesures d'écart etc...

Pour cette partie, dans chaque sujet une feuille récapitulative des principales commandes de Python et Scilab est fournie au candidat : le choix du langage est à l'initiative du candidat. Sur chaque ordinateur, les scripts sont donnés dans les deux langages Python et Scilab. Il est demandé au candidat de comprendre puis de modifier ou compléter ceux ci afin de résoudre un des problèmes définis précédemment.

Cette année, une très nette amélioration des candidats a été constatée. Ils sont beaucoup plus autonomes et aboutissent généralement à la résolution demandée : le langage utilisé est exclusivement Python.

Pour les autres parties, beaucoup trop de candidats ont des lacunes sur les points suivants :

- Pour les manipulations, de nombreux candidats ignorent le protocole d'essais et se contentent de quelques mesures, parfois sommaires, les courbes étant assimilées soient à des droites ou à des fonctions connues sans analyse raisonnée du phénomène.

- Les notions de bilan énergétique (unités, grandeurs physiques associées, rendements) sont trop souvent ignorées.

- Pour une analyse des chaînes d'information et d'énergie, les candidats ressortent des formalismes divers et variés sans pour autant s'appuyer sur les diagrammes Sysml fournis en annexe, alors que très souvent, une simple lecture de ceux-ci leur donnerait toutes les informations demandées.

- Absence totale de rigueur dans l'établissement de lien entre les actions mécaniques : si le problème n'est pas posé correctement dans le sujet, le candidat semble perdu et souvent se raccroche à des « recettes de cuisine ». Cela montre que la statique est mal maîtrisée avec un grand manque de rigueur dans la méthode, par exemple le choix du système à isoler.

- La dynamique est sommairement connue (accélération ailleurs qu'en G, accélération du solide, moment dynamique complètement ignoré pour certains).

- Les connaissances des solutions techniques classiques concernant les fonctions techniques de base (lubrification, étanchéité, guidage et assemblage) et les principes technologiques (amplification d'efforts, transformation de mouvement) est faible à nulle.

- Le vocabulaire scientifique et technique est parfois pauvre.

- D'une façon générale, les candidats semblent mieux préparés à une épreuve écrite, où ils sont guidés dans la démarche de résolution, qu'à une épreuve orale où la modélisation d'un système réel semble parfois une grande difficulté de même que la nécessité de choisir un paramétrage.

Les connaissances en asservissement se renforcent, malheureusement il y a peu de recul et de lien avec ce qui est fait avec le réel : en particulier l'approche par la transformée de Laplace est systématiquement utilisée en oubliant l'approche temporelle qui est pourtant très utile pour interpréter physiquement le comportement des systèmes. Compte tenu de l'intégration de supports pluridisciplinaires, cette partie devient indispensable.

### 3.3 Remarques générales sur la forme

Beaucoup de candidats sont encore trop souvent peu indépendants, attendent le passage du jury pour avoir la confirmation sur un résultat intermédiaire avant de continuer et ceci malgré les conseils préliminaires du jury : il ne faut pas hésiter à demander l'aide des interrogateurs s'il y a blocage sur une question. Par contre l'attitude inverse qui consiste à appeler constamment le jury afin de valider tout calcul ou réponse à une question reflète un manque d'assurance du candidat.

La démarche utilisée est trop souvent passée sous silence, au profit de l'application d'une formule de cours toute faite, apprise par cœur dont le domaine de validité semble parfois méconnu.

Souvent le modèle n'est pas exprimé graphiquement : il initialise un calcul sans que les principes utilisés n'aient été énoncés. La résolution graphique, en général simple et rapide (" un bon schéma vaut mieux qu'un long discours ") est souvent abandonnée au profit de méthodes analytiques lourdes et mieux adaptées à l'informatique. Ces méthodes sont d'ailleurs souvent

appliquées sans discernement en omettant de choisir les équations pertinentes pour le problème posé.

La manipulation de sciences industrielles est une épreuve orale, le candidat doit s'efforcer de construire des phrases courtes claires et précises (un sujet, un verbe, un complément) utilisant le vocabulaire (français, technique et scientifique) le mieux adapté au matériel étudié : il doit absolument s'appuyer sur une communication visuelle (schémas, croquis, graphes, démonstration du fonctionnement du support étudié). Les candidats doivent être dynamiques et montrer leur motivation pour intégrer une grande école même s'ils ne savent pas traiter tous les problèmes posés dans cette épreuve.

Les membres du jury regrettent que les candidats confrontés à des situations proches de celles qu'ils ont rencontrées durant leur formation, aient tendance à vouloir reproduire le contenu des enseignements dispensés sans en analyser le contexte.

#### **4. Conclusion et proposition pour les prochaines sessions**

Par leur comportement, les candidats montrent amplement, combien il est difficile d'interconnecter, avec une conscience claire, des activités apparemment aussi dissemblables que l'observation du réel, sa modélisation, le calcul prévisionnel ou explicatif, la mesure et sa comparaison raisonnée avec le résultat d'un calcul. Et combien, aussi, il est difficile, avec des mots précis et adaptés, placés dans une phrase construite, de décrire clairement un objet, un modèle, une idée, un raisonnement, une action. Or les métiers d'ingénieur ou d'enseignant sont aussi des métiers de communication.

**Pour beaucoup, sans maquette numérique point de salut et l'observation d'un support didactisé semble difficile pour bon nombre de candidats. L'analyse des différents documents fournis doit se faire en complément de l'analyse du système proposé.**

Quelques candidats, c'est rassurant, possèdent à la fois des qualités de réalisme, de finesse d'esprit (critique et proposition), de bon sens dans l'analyse des résultats et d'aisance dans l'élocution. Ils manipulent dès le début, utilisent les bons outils de description et n'hésitent pas à proposer plusieurs modèles représentatifs des phénomènes observés.

Cette épreuve est difficile, tant sur le fond que sur la forme et sa durée peut paraître longue. Y maintenir un dynamisme et un désir de réussir demande un entraînement spécifique.

La réussite de cette épreuve nécessite que l'étudiant ait construit des savoirs en action (savoir pratique, savoir faire) et présente des savoirs énonçables (savoirs théoriques, savoirs procéduraux) : nous évaluons ainsi la capacité à appliquer des savoirs à des problèmes techniques réels.

Pour cette épreuve, il faut absolument que le candidat ait une approche expérimentale soit :

- Préciser l'objectif recherché,
- Choisir les actions possibles sur le matériel,
- Déterminer quelles sont les mesures possibles (en général elles sont guidées par les examinateurs),
- Choisir le nombre de points de mesure en fonction de l'objectif recherché, préciser le protocole d'essais et le justifier,
- Réaliser celles ci avec soin en se préoccupant des incertitudes de mesures,

- Choisir la forme de présentation des résultats et la réaliser avec soin,
- Conclure par rapport à l'objectif recherché.

Nous invitons fortement les différents étudiants et collègues de CPGE à venir visiter nos différents supports utilisés (56), sachant que nous en avons acquis 35 nouveaux depuis trois ans, soit plus de 60% de renouvellement.