

# MANIPULATION DE SCIENCES INDUSTRIELLES I

## 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 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  $\frac{1}{4}$  des points*
- *capacité à valider des performances  $\frac{1}{2}$  des points*
- *capacité à communiquer  $\frac{1}{4}$  des points*

*Chaque sujet balaye au moins 50% du programme.*

**Cette épreuve est complémentaire de celle se déroulant à Arts et Métiers Paristech,**

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

Elle s'adresse à l'ensemble des candidats de l'oral II et comporte 48 manipulations (8 jurys en parallèle) différentes dont 25 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) et de conclure en comparant avec un modèle associé.

## 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.

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, 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.

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.

La partie informatique est intégrée dans une de ces parties.

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.

Sur chaque sujet, ces points sont rappelés ainsi que l'évaluation de l'interrogation.

*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 10,34/20 dans la moyenne de celles des années précédentes (10,46, 10,38, & 10,35).

Au bilan, 11,9% des candidats se révèlent excellents (note supérieure ou égale à 15/20), en légère baisse par rapport à l'année précédente :

- 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 sûr, que cette population s'accroisse.

Environ 6,6 % des candidats se révèlent très faibles (note inférieure ou égale à 5/20), en augmentations par rapport à l'année précédente (4,9%) .

Environ 32,3 % de candidats se révèlent faibles (note comprise entre 6 et 9/20) identique à l'année précédente (32,1%).

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.

Dans l'ensemble, cette partie n'a pas été correctement traitée. De nombreux candidats refusant même de composer sur celle-ci. Toutefois de très bons résultats parmi ceux qui ont fait l'effort de comprendre et d'analyser ce qui était demandé, ce qui conforte les membres des jurys de continuer dans cette voie.

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 du phénomène.
- Les notions de bilan énergétique (unités, grandeurs physiques associées, rendements) sont trop souvent ignorées.
- L'analyse des liaisons est souvent abordée sans méthodologie (l'analyse est souvent conduite à partir des mouvements qu'elle autorise, en lieu et place de la nature des surfaces en contact). De plus la méthodologie, permettant de déterminer les mobilités entre deux solides faisant l'objet de plusieurs liaisons en parallèle ou en série, semble méconnue. On peut noter une plus grande difficulté dans la lecture de plans. Environ 40% des candidats ont une analyse correcte des liaisons.

- La statique est mal maîtrisée avec un grand manque de rigueur dans la méthode de même que l'utilisation de la fermeture géométrique pour obtenir une loi d'entrée sortie cinématique est mal maîtrisée (ce n'est pas un réflexe intellectuel).
- 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.

Toutefois un point positif est à noter :

La communication technique (spécifications dimensionnelles et géométriques) est progression, bien qu'environ 50% des candidats aient beaucoup de mal avec les références spécifiées et les systèmes de référence.

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 méconnue.

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 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.

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,
- 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.

Pour les années suivantes, les différents membres des jurys souhaitent un meilleur comportement de certains candidats en termes de :

- Pugnacité (ne pas se laisser aller et abandonner devant la difficulté),
- Force propositionnelle,
- Analyse d'une chaîne de mesures et tracé des résultats en tenant compte des incertitudes de mesures.
- Présentation correcte, comportement et langage scientifique adaptés.

Pour les prochaines années, cette épreuve évoluera en terme de supports de manipulations et l'informatique associée sera intégrée à une des cinq parties à traiter.