

# Rapport relatif à l'épreuve de travaux pratiques de mécanique et technologie

S. ALIPREMI – T. AURIER – C. CHIRENT – J.P. COLLIGNON

V. CRESPEL - S. MARCACCI - M. OUZIAUX – N. PERROT

## 1 – Remarques Générales

L'épreuve de travaux pratiques de mécanique et technologie prend appui sur différents supports techniques et vise à évaluer l'aptitude des candidats à mobiliser des savoirs et des savoir-faire caractéristiques du niveau de l'agrégation, à résoudre le problème technique posé et à exploiter les résultats obtenus (hypothèses, modèles, valeurs expérimentales, ...) afin de préparer à un niveau imposé, une séance d'enseignement à caractère expérimental.

L'épreuve de travaux pratiques a pour but de vérifier les capacités expérimentales du candidat et notamment son aptitude à :

- appréhender un mécanisme réel, un système ou un produit ;
- s'approprier des problématiques techniques ;
- modéliser en vue d'un traitement ;
- conduire une expérimentation en vue d'une validation des modèles et des hypothèses ;
- conduire l'analyse critique des résultats obtenus au regard de la problématique proposée ;
- concevoir une séquence d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

**L'épreuve comporte trois parties :**

### 1.1. Mise en œuvre d'équipements

Dans le cadre de la résolution d'une problématique technique, le candidat peut être conduit à mettre en œuvre différents équipements.

Selon les sujets de travaux pratiques, la problématique technique peut être relative à :

- une pièce constitutive d'un mécanisme ;
- un constituant d'une chaîne cinématique ou d'une chaîne d'énergie ;
- un mécanisme ;
- un système en situation.

L'épreuve peut nécessiter la mise en œuvre :

- d'une instrumentation associée au support technique ;
- de différents outils informatiques choisis parmi ceux qui sont utilisés dans les sections pré et post-bac des lycées technologiques.

Les logiciels que les candidats ont à exploiter sont ceux utilisés dans le cadre de l'enseignement de la construction et de la mécanique industrielle (modeleur volumique, simulation mécanique, calcul de structures par éléments finis, ...), de l'automatique (simulation de fonction de transfert et de schémas blocs, ...) ainsi que les outils d'assistance (tableur, traitement de texte, logiciels de calculs, etc.).

Enfin, la maîtrise des connaissances fondamentales dans les domaines de la mécanique, de la construction et de l'automatique est indispensable pour mettre en œuvre les différents équipements proposés aux candidats et résoudre la problématique technique à laquelle ils sont confrontés.

Un membre du jury assure, pour chacun des candidats, un suivi de la phase « mise en œuvre des équipements » afin :

- de l'assister en cas de difficulté matérielle ;
- de l'aider à respecter le cadre d'étude imposé.

Le jury constate régulièrement :

- une analyse insuffisante du sujet proposé qui peut conduire les candidats à de graves erreurs initiales ;
- une tendance à faire un exercice de style fondé sur des considérations générales ou sur une trame de présentation stéréotypée, plutôt que de rendre compte de la démarche spécifique mise en œuvre pour résoudre le problème posé le jour de l'épreuve ;
- une maîtrise insuffisante des méthodes courantes d'analyse ;
- une exploitation limitée des équipements due à des analyses superficielles, des manipulations approximatives et des interprétations peu rigoureuses des résultats obtenus qui résultent probablement d'une pratique insuffisante d'une démarche à caractère expérimental ;
- une culture technologique insuffisante qui handicape le candidat dans sa démarche d'analyse technique ;
- Une méconnaissance de l'automatique des systèmes linéaires et séquentiels.

Le jury tient à préciser que, si la mise en œuvre de supports équipant les laboratoires des sections S, STI, PSI et PT peut aider à l'organisation d'une démarche, elle ne saurait se substituer à une pratique régulière de l'exploration de systèmes caractéristiques du vaste champ d'application de la technologie.

Les candidats qui ont bien réussi dans cette épreuve se sont attachés :

- à présenter le problème posé et le contexte expérimental dans lequel il est traité, en utilisant judicieusement les outils de la communication technique ;
- à expliciter les modèles choisis en s'attachant à leur adéquation avec le support de l'étude proposée ;
- à montrer, analyser et exploiter avec pertinence les résultats des mesures effectuées ;
- à formuler des observations critiques associées aux résultats et aux modèles.

Cette première partie de l'épreuve doit permettre au candidat de faire apprécier ses connaissances au plus haut niveau, celui de l'agrégation.

## **1.2. Exploitation pédagogique**

En intégrant tout ou partie des résultats obtenus lors de la mise en œuvre des équipements proposés, le candidat doit élaborer une séquence d'enseignement à caractère expérimental en mettant en évidence l'apport spécifique des activités de travaux pratiques dans l'enseignement de la mécanique, de la construction et de l'automatique.

Le jury constate régulièrement que les candidats :

- ne dégagent pas suffisamment les objectifs et les connaissances à transmettre ;
- ont des difficultés à structurer une démarche cohérente conduisant à l'assimilation de connaissances nouvelles au niveau imposé et à identifier les centres d'intérêt associés au système étudié.

Il apparaît trop souvent que le temps consacré à la préparation de la séance d'enseignement est réduit de manière exagérée au profit de l'exploration des résultats de travaux pratiques. Cela pénalise les candidats pour cette partie de l'épreuve.

Trop de candidats proposent une application pédagogique strictement identique aux travaux pratiques qu'ils ont conduits lors de l'épreuve, sans se situer dans un processus de formation. Il est pourtant clair que les résultats obtenus lors de l'étude et de la manipulation (hypothèses, modèles, valeurs expérimentales,...) sont les éléments clés pour une mise en situation du problème au niveau demandé.

Les logiciels proposés peuvent, par leurs possibilités de simulation, faciliter la compréhension de phénomènes, éviter des calculs longs et complexes mais ne dispensent pas les candidats de l'ensemble des hypothèses et des justifications nécessaires.

Le jury conseille aux futurs candidats d'étudier attentivement les programmes et les objectifs de formation des baccalauréats S (option Sciences de l'Ingénieur) et STI ainsi que les commentaires qui les accompagnent, mais aussi ceux des BTS CPI, Productique, MAI, DUT GM et CPGE (filiales PSI et PT). Il ne s'agit pas pour autant lors de l'exposé de décrire de manière exhaustive le contenu des programmes, mais de s'appuyer sur leur analyse pour proposer une exploitation pédagogique qui soit en adéquation avec le niveau imposé et les directives méthodologiques associées.

Une réflexion pédagogique sur les points essentiels des programmes liés aux thèmes des travaux pratiques, dont la liste est donnée ci-après, constitue une excellente préparation à cette épreuve.

### **1.3. Présentation des travaux réalisés**

#### **Préparation de l'environnement matériel**

Le candidat dispose de 45 minutes maximum pour présenter les résultats de ses travaux et l'exploitation pédagogique correspondante. Il s'agit d'un temps très court pendant lequel il doit faire apprécier ses connaissances scientifiques et technologiques, ses capacités à élaborer une séance d'enseignement à caractère expérimental ainsi que ses aptitudes à communiquer.

Pour donner à l'exposé sa pleine efficacité, le candidat a intérêt à utiliser judicieusement le temps de préparation (30 min) dans la salle, pour installer un environnement matériel facilitant sa prestation.

Les candidats qui ont bien réussi dans cette épreuve se sont attachés :

- à préparer correctement le tableau (nom du candidat, titre du T.P, plan de l'exposé, points clés, croquis et schémas...);
- à préparer les transparents utiles ;
- à afficher les documents, plans, copies d'écrans nécessaires à l'exposé.

Durant ce temps de préparation, le candidat doit s'attacher à bien structurer son exposé et à rechercher un vocabulaire technique et scientifique précis et rigoureux.

### **Présentation des résultats du T.P.**

Le candidat dispose de 30 minutes maximum pour présenter les résultats de l'activité expérimentale.

De nombreux candidats commencent leur prestation sans avoir défini le problème posé, ni la nature de l'environnement matériel du déroulement du T.P.. Certains n'en précisent même pas le titre.

Le jury déplore l'absence de démarche et de rigueur pour résoudre le problème technique posé. Certains exposés omettent de présenter les résultats significatifs et les méthodes mises en œuvre sur le matériel. L'exposé doit, par sa qualité de présentation, mettre en valeur le travail réalisé en laboratoire.

Le jury attend du candidat tout au long de son exposé une prestation conduite au niveau de l'agrégation et non un discours fondé sur des généralités.

Les candidats qui ont bien réussi dans cette épreuve se sont attachés :

- à présenter rapidement le problème posé, les données et l'environnement matériel ;
- à structurer l'exposé à partir d'un plan ;
- à présenter les résultats en faisant une analyse critique ;
- à tirer les conclusions techniques qui s'imposent vis-à-vis du problème posé.

### **Présentation de l'exploitation pédagogique**

Le candidat dispose de 15 minutes maximum pour présenter une exploitation pédagogique intégrant tout ou partie des résultats mis en évidence lors de la phase de mise en œuvre des équipements.

Une séance de T.P qui impose un important travail de préparation ne réduit pas l'activité du professeur à la seule assistance aux élèves. Il peut être prévu des moments où le professeur expose, devant tout ou partie du groupe d'élèves, des analyses ou des synthèses partielles.

La durée de cette présentation est très courte, il convient d'aller à l'essentiel et non de se lancer dans une présentation de l'organisation pédagogique générale de l'année de formation correspondante.

Les candidats qui ont bien réussi dans cette épreuve se sont attachés :

- à présenter l'organisation pédagogique générale de la séance (objectifs opérationnels, pré requis, connaissances nouvelles, environnement matériel) ;
- à proposer un plan de déroulement de la séance avec les points clés ;
- à développer la partie expérimentale de la séance qui amène les connaissances nouvelles ;
- à préciser les travaux donnés aux élèves et les modes d'évaluation ;

### **Entretien avec le jury**

À partir de l'exposé du candidat, de l'analyse des démarches mises en œuvre lors du TP, les questions posées ont pour but essentiel d'éclairer le jury sur certains points développés par le candidat et de l'aider à mieux exprimer ses compétences. Le jury attend des réponses claires et concises.

## **2 – Thèmes d'études des travaux pratiques**

### **TP 1 : MAGNETOSCOPE**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur l'analyse du système d'entraînement de bande. Le support utilisé au cours de cette session était constitué d'un magnétoscope instrumenté.

La première partie de l'activité permettait d'étudier expérimentalement le mécanisme afin de valider les performances inscrites au cahier des charges du constructeur.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 2 : ÉTUDE D'UN SYSTÈME DE CLIMATISATION**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur l'étude des performances du système et des paramètres influents.

La première partie de l'activité portait sur l'élaboration et le traitement de modèles à des fins de comparaison de performances au cahier des charges et aux mesures effectuées.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 3 : ÉTUDE D'UN SYSTEME DE GESTION D'ACCÈS**

Le travail demandé au cours de ce TP concernait l'étude d'un système générique de gestion d'accès de véhicules.

La première partie s'attachait à justifier la solution technique retenue en fonction des différents cahiers des charges d'utilisation du système réel aussi bien sur le plan du mécanisme retenu que des différents schémas de commande du moteur asynchrone.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 4 : ÉTUDE D'UN OUTILLAGE ÉLECTROPORTATIF**

Le travail demandé au cours de ce TP avait pour but l'étude fonctionnelle d'un outillage électroportatif autonome.

La première partie s'attachait à analyser qualitativement le bilan énergétique du système. Puis il s'agissait de vérifier les performances en accord avec le cahier des charges. Enfin, on s'intéressait à l'étude de l'implantation des capteurs et des chronogrammes de commande.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 5 : TRANSFORMATION DE MOUVEMENT**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur la validation des performances annoncées par un constructeur. Le support utilisé au cours de cette session était constitué d'un mécanisme de va et vient.

La première partie de l'activité permettait d'analyser l'architecture et la réalisation de ce constituant. Elle se poursuivait sur un banc instrumenté afin de vérifier un certain nombre de performances annoncées par le constructeur.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 6 : ÉTUDE DES PERFORMANCES D'UN SYSTÈME MÉDICAL**

Le travail demandé au cours du TP concernait l'étude de l'écoulement d'un fluide circulant dans une installation médicale ainsi que l'analyse énergétique de l'actionneur. Le support utilisé au cours de cette session était constitué du système médical instrumenté.

La première partie de l'activité permettait d'étudier expérimentalement la validité d'une étude théorique selon le modèle utilisé pour mener ensuite une étude des performances du système.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 7 : ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE D'UN SYSTÈME MÉDICAL**

Le travail demandé au cours du TP concernait l'étude des performances d'un système fréquemment rencontré dans le domaine médical. Le support utilisé au cours de cette session était constitué d'un système instrumenté.

La première partie de l'activité permettait de déterminer les caractéristiques des capteurs équipant d'origine le système pour ensuite conduire une étude énergétique critique des performances.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 8 : ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UN ASSEMBLAGE BOULONNÉ PRÉCONTRAIT**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur l'étude du comportement d'un assemblage boulonné chargé dans l'axe. Il s'appuie sur un dispositif expérimental dédié à cette étude.

La première partie de l'activité permettait d'étudier expérimentalement le comportement d'un assemblage boulonné pré-chargé sous l'effet d'un effort extérieur dont on pouvait faire varier le plan d'introduction.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 9 : ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UNE PIÈCE SOUS CHARGE**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur l'étude du comportement sous charge statique d'une pièce issue de l'aéronautique. Le support utilisé pour cette session était constitué d'un support de canalisation.

La première partie de l'activité permettait de mettre en évidence expérimentalement le comportement de la pièce en termes de déplacements et de contraintes et de le simuler à l'aide d'un logiciel de calcul par éléments finis.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 10 : OPTIMISATION « PRODUIT – PROCÉDÉ – MATÉRIAU »**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur la pré-industrialisation d'une pièce et plus particulièrement l'optimisation de la relation « produit-procédé-matériau ». Le support utilisé est un élément d'une suspension arrière de V.T.T.

La première partie de l'activité permettait de proposer des couples (matériau, procédé) compatibles avec les spécifications de conception de la pièce, puis de justifier le choix réalisé par le constructeur après avoir validé la géométrie retenue à l'aide d'un calcul par éléments finis et d'un dispositif expérimental associé.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 11 : ÉTUDE DES PERFORMANCES D'UN LIT MEDICALISÉ**

Le travail demandé au cours de ce TP concernait l'étude cinématique, statique et énergétique d'un lit médicalisé et instrumenté.

La première partie du TP permettait de vérifier selon une étude théorique puis expérimentale les performances annoncées par le cahier des charges du constructeur.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 12 : ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UNE POMPE DOSEUSE**

Le travail demandé au cours de ce TP concernait l'étude dynamique d'une pompe doseuse et la recherche de protocoles pour caractériser son comportement. Le support utilisé pour cette session était constitué d'un banc de mesure instrumenté, conçu à partir d'une maquette reprenant les éléments principaux d'un hémodialyseur.

La première partie de l'activité était articulée autour d'une part, de l'analyse du système et du banc de mesure et d'autre part, de la mise en place des protocoles expérimentaux.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 13 : ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UN JOINT SOUS PRESSION**

Le travail demandé au cours de ce TP consistait à réaliser une étude du comportement d'un joint à lèvres en situation sous pression.

La première partie s'attachait à faire une étude de simulation et à proposer une expérimentation compatible avec les conditions réelles d'utilisation.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 14 : COMPORTEMENT DYNAMIQUE D'UN SYSTÈME**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur l'analyse du comportement d'un système de convoyage de palettes sur rails à rouleaux porteurs. Le support utilisé au cours de cette session était constitué d'un sous-ensemble de convoyage instrumenté.

La première partie de l'activité permettait une approche expérimentale du comportement dynamique du système et, à travers l'analyse de modèles simplifiés, de cerner et quantifier l'influence relative des paramètres.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 15 : ÉTUDE DE LA COMMANDE D'UN TOIT OUVRANT**

Le travail demandé au cours de ce TP portait sur l'analyse du comportement d'une partie du système d'ouverture / fermeture du toit escamotable de la Peugeot 206 CC. Le support utilisé au cours de cette session était constitué du sous-ensemble droit de ce système.

La première partie de l'activité permettait une approche expérimentale du comportement du système en ouverture et fermeture et, à travers l'analyse du système grâce aux capteurs installés sur le banc, de comprendre la solution technologique adoptée pour la chaîne d'énergie. Ensuite, ce mécanisme était comparé à des solutions technologiques classiques cinématiquement équivalentes.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 16 : NETTOYEUR HAUTE PRESSION**

Le travail demandé au cours de ce TP concernait l'étude d'un nettoyeur haute pression. Le candidat disposait d'un système instrumenté permettant l'étude des performances et des paramètres influents.

La première partie de l'activité permettait d'étudier expérimentalement la validité d'une étude théorique selon le modèle utilisé pour mener ensuite une étude des performances du système.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.



### **TP 17 : VALIDATION D'UN BANC D'ÉQUILIBRAGE EN ROTATION**

Le travail demandé au cours de ce TP concernait la recherche des conditions d'équilibrage dynamique pour une pièce en rotation autour d'un axe fixe. Le support utilisé pour cette session était constitué d'un banc d'étude instrumenté et conçu pour l'étude de la dynamique des solides en rotation autour d'un axe.

La première partie de l'activité était articulée autour d'une part, de l'analyse et de l'étude théorique d'une machine à équilibrer industrielle et d'autre part, de l'analyse du banc d'étude et des résultats obtenus lors d'essais effectués à partir de ce banc. Elle permettait de valider les résultats expérimentaux en incluant à la démarche l'utilisation d'un modéleur volumique associé à un logiciel de simulation dynamique.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

### **TP 18 : IDENTIFICATION DU COMPORTEMENT ET RENDEMENT D'UNE CHAÎNE FONCTIONNELLE**

Le travail demandé au cours de ce TP s'articule autour de l'identification du comportement d'une chaîne fonctionnelle et de la détermination de son rendement. Le support utilisé pour cette session était constitué d'un banc de mesure instrumenté, conçu à partir d'une bicyclette équipée d'un système d'assistance électrique.

La première partie de l'activité était articulée autour d'une part, de l'analyse du système d'assistance électrique et du banc de mesure et d'autre part, de la mise en place des protocoles expérimentaux et de la validation des résultats obtenus.

La deuxième partie portait sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.