

RAPPORT DE L'ÉPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES RELATIFS À UN PRODUIT OU À UN SYSTÈME TECHNIQUE

T. AURIER – J.P. COLLIGNON – V. CRESPEL – S. FOURNIS
D. LEONI – J. LHIVERT – M. NEUDER – N. PERROT

I. REMARQUES GÉNÉRALES

L'épreuve de travaux pratiques relatifs à un produit ou à un système technique prend appui sur différents supports pluri technologiques et vise à évaluer l'aptitude des candidats à mobiliser des savoirs et des savoir-faire caractéristiques du niveau de l'agrégation, à résoudre un 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 des candidats à mettre en œuvre des équipements scientifiques et techniques, d'en effectuer une analyse scientifique et technologique et d'en tirer les intentions pédagogiques à un niveau donné. Le travail demandé comporte :

- la définition d'une démarche scientifique rigoureuse ;
- la manipulation effective du candidat sur le site expérimental ;
- la représentation synthétique des résultats obtenus ;
- l'énoncé d'intentions pédagogiques adaptées aux objectifs imposés et au public supposé.

L'épreuve se déroule en trois parties.

I.1) Mise en œuvre d'équipements

Dans le cadre de la résolution d'une problématique technique issue d'un système en situation d'usage réel ou recréé, le candidat peut être conduit à mettre en œuvre différents équipements.

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 (modèle volumique, simulation mécanique, calcul de structures par éléments finis, etc.), de l'automatique (simulation de comportement de systèmes linéaires ou linéarisés autour d'un point de fonctionnement) ainsi que les outils d'assistance (tableur, traitement de texte, logiciels de calculs, etc.).

La maîtrise de ces logiciels n'est pas exigée et une aide est systématiquement fournie. Les logiciels proposés peuvent, par leurs possibilités de simulation, faciliter la compréhension de phénomènes et éviter des calculs longs et complexes. En revanche ils ne dispensent pas les candidats de l'ensemble des hypothèses et des justifications nécessaires.

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 ;

- d'évaluer ses aptitudes à la mise en œuvre d'un équipement.

Le jury constate régulièrement :

- une analyse insuffisante du sujet proposé ;
- 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 de la démarche à caractère expérimental ;
- une culture technologique insuffisante des capteurs, pré actionneurs et actionneurs qui handicape le candidat dans sa démarche d'analyse technique ;
- une incapacité à passer d'un modèle théorique au réel et inversement ;
- une connaissance insuffisante de l'automatique des systèmes linéaires et séquentiels.

Le jury tient à préciser que la mise en œuvre de supports équipant les laboratoires des filières S-SI, STI, STS, PSI et PT peut aider à l'organisation d'une démarche. En revanche, 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 ;
- expliciter les modèles choisis en s'attachant à leur adéquation avec le support de l'étude proposée ;
- montrer, analyser et exploiter avec pertinence les résultats des mesures effectuées ;
- formuler des observations critiques associées aux résultats et aux modèles ;
- respecter la problématique proposée tout en se détachant de leurs apprentissages formatifs.

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

I.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 ;
- présentent le plus souvent des activités de travaux dirigés plutôt que des activités à caractère expérimental.

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.

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 PCSI - PSI et PTSI - 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 constitue une excellente préparation à cette épreuve.

I.3) Présentation des travaux réalisés

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 TP, plan de l'exposé, points clés, croquis et schémas...);
- préparer les transparents utiles ;
- 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.

I.3.a) Présentation de l'activité expérimentale

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 TP. 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 la présentation de l'activité expérimentale se sont attachés à :

présenter rapidement le problème posé, les données et l'environnement matériel ;

- structurer l'exposé à partir d'un plan ;
- présenter les résultats en faisant une analyse critique ;
- mettre en relation les chaînes d'énergie et d'information ;
- montrer l'influence du comportement de la partie opérative sur la partie commande ;
- tirer les conclusions techniques qui s'imposent vis-à-vis du problème posé.

1.3.b) Présentation de l'exploitation pédagogique

Le candidat dispose de 15 minutes au 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 TP 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 donc d'aller à l'essentiel et de replacer la séquence pédagogique dans son contexte. En revanche, il ne semble pas souhaitable de se lancer dans une présentation exhaustive de l'organisation pédagogique générale de l'année de formation correspondante.

Les candidats qui ont bien réussi dans cette présentation de l'exploitation pédagogique se sont attachés à :

- ne pas proposer uniquement des activités de TD ;
- construire leur exposé à partir des résultats expérimentaux obtenus dans la première partie de l'épreuve ;
- présenter l'organisation pédagogique générale de la séance (objectifs opérationnels, pré requis, connaissances nouvelles, environnement matériel) ;
- proposer un plan de déroulement de la séance avec les points clés ;
- développer la partie expérimentale de la séance qui amène les connaissances nouvelles ;
- préciser les travaux donnés aux élèves et les modes d'évaluation.

1.3.c) 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.

1.4) Comportement des candidats

De trop nombreux candidats manquent de méthode pour appréhender un système pluritechnologique dans sa globalité et sa complexité. Cette épreuve de travaux pratiques relatifs à un produit ou système technique ne s'improvise pas et doit se préparer tout au long de la formation post-baccalauréat conduisant à l'agrégation.

Les candidats se réfèrent avec une confiance aveugle aux modèles numériques et ont en revanche beaucoup de méfiance vis-à-vis des résultats expérimentaux. Cette attitude s'amplifie d'année en année.

L'approche expérimentale sera replacée au centre des activités suggérées aux candidats lors des prochaines sessions.

À l'avenir, la « culture des systèmes pluritechniques » sera davantage valorisée au travers de sujets plus équilibrés entre les problèmes de comportement mécanique et de commande. En effet, aujourd'hui il n'est plus possible d'ignorer que la conception globale des systèmes fait appel tout autant à la connaissance des systèmes de commande qu'à ceux des chaînes d'action mécanique. De la même façon, un agrégé de mécanique ne peut ignorer les rudiments de l'électrotechnique utiles à la caractérisation de la chaîne d'énergie, notamment des actionneurs électriques, de leur commande et de leur protection.

L'agrégation est un concours prestigieux qui impose le respect aussi bien de la part des examinateurs que de celle des candidats. Les candidats doivent se présenter dans une tenue digne de candidats à un concours de recrutement de la fonction publique.

II. THÈMES D'ÉTUDES DES TRAVAUX PRATIQUES EN 2006

ANALYSE FONCTIONNELLE ET ÉTUDE DE LA CHAÎNE D'ÉNERGIE D'UNE BARRIÈRE

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

La première partie s'attache 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 porte sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

ANALYSE FONCTIONNELLE ET ÉTUDE DES PERFORMANCES D'UN SYSTÈME DE DOSAGE

Le travail demandé au cours de ce TP permet d'analyser l'architecture et les performances d'un doseur pondéral.

La première partie de l'activité proposée permet d'observer expérimentalement un cycle de dosage, d'évaluer les performances du doseur et de dégager les paramètres influents. L'analyse structurelle de la régulation de pesée et la description des modes de commande complètent la première partie.

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

ÉTUDE CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE D'UNE SUSPENSION

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur l'analyse du comportement cinématique et dynamique d'une suspension.

La première partie de l'activité permet une approche du comportement cinématique et dynamique du système à l'aide de capteurs et de sollicitations adaptées. Ces résultats doivent permettre de valider ou non une contrainte du cahier des charges fonctionnel.

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

ÉTUDE MÉCANIQUE ET TECHNOLOGIQUE D'UN OUTILLAGE PORTATIF

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur l'analyse mécanique et technologique d'un outillage portatif.

La première partie de l'activité permet une approche du fonctionnement du système, puis des études mécaniques permettent de justifier les solutions technologiques retenues et de valider les grandeurs mesurées.

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

ÉTUDE D'UN SYSTÈME DE CLIMATISATION

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur l'étude des performances d'un système de climatisation et de ses paramètres influents.

La première partie de l'activité porte 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 porte sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UN ASSEMBLAGE BOULONNÉ PRÉCONTRAIT

Le travail demandé au cours de ce TP porte 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 permet 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 porte sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

OPTIMISATION « PRODUIT – PROCÉDÉ – MATÉRIAU »

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur la pré - industrialisation d'un pièce et plus particulièrement l'optimisation de la relation « produit - procédé - matériau ».

La première partie de l'activité permet 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 porte sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

ÉTUDE D'UN SYSTÈME DE MANUTENTION ASSERVI EN POSITION

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur la détermination de la loi de commande et l'amélioration de solutions technologiques.

La première partie porte sur l'étude cinématique et statique de la partie opérative, sur l'étude de la commande et l'identification du comportement dynamique du système.

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

COMPORTEMENT DYNAMIQUE D'UN SYSTÈME MÉCANIQUE DE RÉGULATION DE VITESSE

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur l'analyse du comportement d'un système de convoyage de palettes sur rails à rouleaux porteurs.

La première partie de l'activité permet 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 porte sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

ÉTUDE DE LA CHAÎNE D'ÉNERGIE D'UN TOIT ESCAMOTABLE

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur l'analyse du comportement d'une partie du système d'ouverture et de fermeture d'un toit escamotable d'automobile.

La première partie de l'activité permet 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. Ce mécanisme est ensuite comparé à des solutions technologiques classiques et cinématiquement équivalentes.

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

ÉTUDE DE LA CHAÎNE D'ÉNERGIE ET DE LA COMMANDE D'UN SYSTÈME DE TRANSFERT ALTERNATIF À COMMANDE CONTINUE

Le travail demandé au cours de ce TP porte sur l'analyse du comportement de la chaîne d'énergie et de la commande d'un système de transfert alternatif à commande continue.

La première partie de l'activité permet une approche expérimentale de la partie mécanique et de la commande de ce système mécanique de transfert alternatif

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

ÉTUDE D'UN TRANSMETTEUR DE PUISSANCE À RAPPORT SÉQUENTIEL

Le support utilisé pour ce TP est monté sur la roue arrière d'un vélo et permet d'obtenir 4 rapports de vitesses.

La première partie du travail, consiste à analyser la chaîne d'énergie afin de mettre en évidence les spécificités de ce mécanisme (obtention des différents rapports, sélection des vitesses, solutions technologiques utilisées, etc.), et à mesurer les fréquences de rotation et vérifier les différents rapports.

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

VALIDATION D'UNE MAQUETTE DE BANC D'ÉQUILIBRAGE EN ROTATION

Le travail demandé au cours de ce TP concerne la recherche des conditions d'équilibrage dynamique pour une pièce en rotation autour d'un axe fixe.

La première partie de l'activité est 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 permet de valider les résultats expérimentaux en incluant à la démarche l'utilisation d'un modèleur volumique associé à un logiciel de simulation dynamique.

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

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.

La première partie de l'activité est 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 porte sur l'élaboration d'une séance d'enseignement à caractère expérimental associée aux problèmes techniques étudiés précédemment.

ANALYSE DES PERFORMANCES D'UN APPAREILLAGE À CARACTÈRE MÉDICAL

L'étude proposée au cours de ce TP concerne la réalisation de la fonction « Écoulement d'un fluide » sur un support à caractère médical instrumenté.

La première partie du TP permet de valider expérimentalement une étude théorique réalisée à partir d'un modèle de comportement, puis de réaliser une étude des performances du système à partir d'études énergétique et vibratoire.

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

ÉTUDE DES PERFORMANCES D'UN SYSTÈME DE TRANSPORT INDIVIDUEL

L'étude proposée au cours de ce TP concerne l'étude de la chaîne d'énergie d'un système de transport individuel.

La première partie s'intéresse aux comportements cinématique et statique du système de transmission, puis à l'étude expérimentale des flux énergétiques et à la validation du comportement du système.

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

RÉSULTATS

