

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

T. AURIER – C. CHIRENT – J.P. COLLIGNON – V. CRESPEL – S. GOMBERT
J. LHIVERT – M. NEUDER– N. PERROT

1. 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 méthodologie scientifique ou 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.

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 système en situation d'usage réel ou recréé.

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, ...), 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..). 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.

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 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 méconnaissance 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.

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.

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 constitue une excellente préparation à cette épreuve.

1.3. 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 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.

1.3.1. 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 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 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 ;
- tirer les conclusions techniques qui s'imposent vis-à-vis du problème posé.

1.3.2. 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 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 :

- 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.

1.3.3. 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, et semblent désemparés voire paniqués. 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.

A 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 connaissances 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. De trop nombreux candidats se présentent dans une tenue (jeans, tee-shirt, baskets fussent-elles de marque ...) qui n'est pas digne de candidats à un concours de recrutement de la fonction publique.

2. THÈMES D'ÉTUDES DES TRAVAUX PRATIQUES EN 2005

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

ANALYSE FONCTIONNELLE ET ÉTUDE DE LA CHAÎNE D'ÉNERGIE D'UN ATTACHEUR DE VÉGÉTATION

Le travail demandé au cours de ce TP permet d'analyser sous l'angle fonctionnel un outillage électroportatif autonome.

La première partie s'attache à l'analyse qualitative du bilan énergétique du système et à la validation de ses performances en accord avec celles définies par le cahier des charges. La description des modes de commande ainsi que l'étude de l'implantation des capteurs complètent la première partie.

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

ANALYSE ET VALIDATION DES PERFORMANCES D'UN NETTOYEUR HAUTE PRESSION

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

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

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

ANALYSE ET ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UN TRANSFORMATION DE MOUVEMENT

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

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

La seconde 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 du système et des 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 seconde 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 seconde 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 ». Le support utilisé est un élément d'une suspension arrière de V.T.T..

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

ÉTUDE DES PERFORMANCES D'UN LIT MEDICALISÉ

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

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

La seconde 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. Le support utilisé au cours de cette session était constitué d'un sous-ensemble de convoyage instrumenté.

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 seconde 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. Le support utilisé au cours de cette session est constitué du sous-ensemble droit de ce système.

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. Ensuite, ce mécanisme est comparé à des solutions technologiques classiques cinématiquement équivalentes.

La seconde 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 4 BARRES

Le support utilisé pour ce TP est utilisé pour manœuvrer les vantaux d'un portail. Le travail demandé s'articule essentiellement autour de l'étude du comportement de certains constituants de la chaîne d'énergie dans le but d'assurer la sécurité du système.

La première partie du travail, consiste :

- à analyser la chaîne d'énergie afin de mettre en place une stratégie expérimentale qui permet d'établir, entre autres, des relations entre les différents paramètres caractéristiques de la transmission ;
- à analyser et valider les résultats obtenus relativement au problème posé.

La seconde 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. Le travail demandé s'articule essentiellement autour de l'étude du comportement des constituants de la chaîne d'énergie dans le but de valider certaines données du cahier des charges.

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...) ;
- à mesurer les fréquences de rotation et vérifier les différents rapports.

La seconde 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. Le support utilisé pour cette session est 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 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 modeleur volumique associé à un logiciel de simulation dynamique.

La seconde 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. Le support utilisé pour cette session est 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 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 seconde 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 MEDICAL

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

3. RESULTATS

