

RAPPORT RELATIF A L'EPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES

A. ATTARD – R. BÉARÉE - M. BERÇOT– H. CHANAL
J.M. DESPREZ - K. KOUISS - P. LE PIVERT - G. POULACHON -

1. REMARQUES GENERALES

Avec ses différents supports et procédés, l'épreuve de travaux pratiques a pour vocation d'évaluer la capacité de futurs enseignants à :

- appréhender un procédé ou un système par l'observation attentive des conditions technico-économiques de sa mise en œuvre ;
- s'approprier des problématiques techniques ;
- mobiliser des connaissances scientifiques et techniques pour résoudre un problème réel ;
- conduire une expérimentation en vue d'une validation d'hypothèses et/ou de modèles ;
- faire l'analyse critique des résultats obtenus dans une logique d'obtention de la qualité requise et/ou d'amélioration de la productivité.

Chaque travail pratique proposé aux candidats intègre tout ou partie des activités suivantes :

- analyse des données d'industrialisation et du contexte proposé de mise en œuvre ;
- identification des problèmes techniques ;
- définition d'un protocole d'expérimentation ;
- mise en œuvre des équipements et réalisation de l'expérimentation ;
- mesure et analyse des résultats ;
- proposition d'évolution des conditions de réalisation et validation des solutions proposées par la mise en œuvre finale.

La mise en œuvre totalement maîtrisée des machines et procédés n'est pas déterminante pour réussir cette épreuve.

2. DEROULEMENT DE L'EPREUVE

2.1. Exécution du travail pratique, durée 7 heures

Dans le cadre de la résolution d'un problème technique, le candidat est conduit à mettre en œuvre des systèmes automatisés ou des équipements relatifs à différents procédés de fabrication : assemblage, formage, usinage.

La maîtrise des connaissances fondamentales dans les domaines de la fabrication, la métrologie, la mécanique et l'automatique est indispensable pour mettre en œuvre les différents équipements proposés aux candidats et résoudre les problèmes techniques auxquels ils sont confrontés.

La maîtrise de démarches expérimentales structurées, de méthodes d'investigation et de résolution de problèmes et de traitements des données recueillies fait partie des exigences de cette épreuve.

Un membre du jury assure pour chacun des candidats, un suivi tout au long des 7 heures de mise en œuvre afin :

- de lui présenter le matériel mis à sa disposition ;
- de l'assister en cas de difficulté matérielle ;
- de l'aider à respecter le cadre de l'étude ;
- de procéder à une première évaluation entrant dans l'élaboration de la note finale.

Pour cette phase de préparation de 7 heures, les critères d'évaluation sont les suivants :

- Capacité à mobiliser des connaissances scientifiques et techniques :
 - validité des hypothèses formulées ;
 - pertinence des modèles utilisés ;
 - qualité du raisonnement et structuration de l'analyse ;
 - maîtrise des connaissances scientifiques et technologiques mobilisées ;
 - pertinence des expérimentations conduites ;
 - justesse de l'interprétation des résultats.
- Capacité à mettre en œuvre des équipements :
 - autonomie et dynamisme dans la mise en œuvre des matériels ;
 - qualité et pertinence de la mise en œuvre ;
 - qualité de l'organisation du poste de travail.

Commentaires relatifs à la phase d'exécution du travail pratique

Lors de l'étude proposée au candidat, doivent être mobilisées des compétences relatives :

- à la mise en œuvre et à la maîtrise des moyens ;
- à la définition d'un protocole d'expérimentation ;
- à l'exploitation scientifique des résultats.

Plusieurs candidats ont bien compris les objectifs de l'épreuve. Néanmoins les commentaires ci-dessous pointent des axes de travail pour les candidats désireux de se préparer à l'épreuve.

Au titre de la définition d'un protocole d'expérimentation, il est constaté, pour certains candidats, une méconnaissance des indicateurs de performance d'un processus. Le manque de définition d'une stratégie d'expérimentation conduit trop souvent le candidat à une perte de temps.

Au titre de la mise en œuvre, on observe trop souvent une ambition qui se limite à la réalisation d'une pièce, sans se soucier de problèmes identifiables dans nombre de procédés : mise en position, maintien en position, identification et quantification des grandeurs de pilotage et de réglage. La métrologie d'une pièce ne peut se limiter à l'analyse des spécifications souvent correctement faite. Les propositions de gammes de mesure manquent bien souvent de réalisme et l'utilisation d'une MMT ne peut être la seule réponse à un besoin de mesurage. Pour les automatismes, le jury constate que les connaissances des candidats sur les techniques d'implémentation des modèles de commande sont toujours en progrès.

Au titre de l'exploitation scientifique des résultats, nombre de lacunes dans les connaissances théoriques usuelles ne permettent pas une analyse correcte. Les bases de la statistique et leur exploitation en production (loi normale, taille des échantillons, exploitation des résultats...), la modélisation isostatique comme la détermination des spécifications de fabrication sont insuffisamment maîtrisées. Les résultats

annoncés ne sont jamais associés à des incertitudes. Les candidats éprouvent fréquemment des difficultés à justifier et mettre en place des actions correctives.

La réussite de cette phase d'exécution du travail pratique nécessite un équilibre entre ces trois composantes. Les difficultés rencontrées par certains candidats sont préoccupantes pour des enseignants ou de futurs enseignants amenés à concevoir et encadrer des séances de travaux pratiques.

2.2. Présentation des travaux réalisés et entretien avec le candidat, durée 1 heure

Le candidat dispose de 30 minutes pour présenter son investigation menée pendant le travail pratique. Il s'agit d'un exposé scientifique et technique de haut niveau qui doit mettre en évidence la démarche utilisée, exploiter les résultats des manipulations et proposer des interprétations et des conclusions.

Les questions posées, pendant 30 minutes, à l'issue de l'exposé ont pour but essentiel d'aider le candidat à valoriser ses compétences. Le jury attend des réponses claires et concises ; seuls les points exposés ou contenus dans le sujet font l'objet d'approfondissements lors de cette phase d'entretien.

Les critères d'évaluation pour l'exposé et l'entretien sont les suivants :

- présentation de la problématique, justification de la démarche, exploitation des résultats :
 - qualité du raisonnement et structuration des résultats de l'analyse ;
 - justification des hypothèses formulées ;
 - justification des modèles utilisés ;
 - justesse de l'interprétation des résultats ;
 - qualité de la communication et précision du vocabulaire employé.
- réponses aux questions posées :
 - maîtrise des connaissances scientifiques et technologiques ;
 - pertinence des réponses aux questions posées ;
 - réactivité face au questionnement et précision de la réponse.

Commentaires relatifs à la phase de présentation du travail pratique.

Les candidats doivent avoir pour objectif de montrer leur capacité à comprendre les différents problèmes posés et à confronter l'analyse théorique conduite avec les résultats de leur expérimentation en gardant un esprit d'analyse critique.

Si la description du contexte de l'étude est nécessaire, il est important de rappeler que la présentation doit principalement porter sur la problématique abordée et sur la démarche mise en œuvre pour y apporter une réponse. Les candidats doivent s'attacher à décrire et expliquer les actions conduites et surtout à formuler les conclusions de leurs expérimentations. Un manque d'analyse du problème technique ne doit pas conduire à mener des essais désordonnés. Un manque d'expérimentation ou de mise en œuvre ne peut être remplacé par un exposé de manipulations supposées.

Il est conseillé aux candidats de se préparer à une meilleure gestion du temps, quelques uns ayant limité leur intervention à 10 ou 15 minutes.

Trop de candidats se contentent lors de l'exposé de présenter une réponse à chacun des items de guidance proposés dans le texte du sujet. Le jury apprécierait une meilleure synthèse du travail et une plus grande qualité des documents projetés, des croquis et des écritures au tableau.

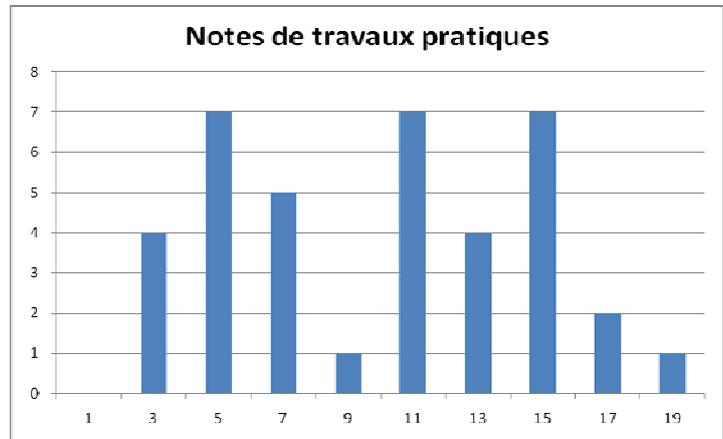
Si ces recommandations s'adressent à de nombreux candidats, le jury a été sensible au dynamisme de certaines prestations et à des présentations d'une qualité remarquable.

2.3. Histogramme des résultats

Remarque : Pour 39 candidats admissibles, 3 candidats ne se sont pas présentés à l'épreuve.

L'histogramme ci-contre ne les prend pas en compte.

La moyenne est de **10,1**.



3. THEMES D'ETUDES DES TRAVAUX PRATIQUES

Pour chacun des thèmes abordés, décrits succinctement ci-dessous, plusieurs travaux pratiques ont été proposés aux candidats. La métrologie et/ou le contrôle font quasi systématiquement partie des activités proposées aux candidats, tout comme l'utilisation d'éléments logiciels de la chaîne numérique.

1. Étude de préindustrialisation

L'adaptation du produit aux procédés ou processus de fabrication peut amener à la modification de sa définition – formes et spécifications géométriques ou mécaniques, adaptation du choix du matériau. La réalisation d'un prototype vient alors valider les hypothèses formulées.

2. Limites des procédures de réglages externes

La mise au point d'une production impose de nombreux pré-réglages externes qui ne sont pas sans conséquences sur les résultats obtenus. Plusieurs activités permettent d'apprécier l'influence des différents éléments de la chaîne numérique et de la boucle machine/porte-outil/outil/porte-pièce/pièce, et d'en déduire des règles limitatives d'emploi de ces réglages externes.

3. Optimisation sous contraintes technico-économiques

En fonction d'un contexte technico-économique particulier, les candidats sont amenés à définir les conditions optimales d'emploi des procédés, des outils et/ou des outillages. Le cas échéant cette recherche peut s'appuyer sur un plan d'expériences.

4. Recherche et validation d'un processus sous contraintes géométriques ou de déformation

Des spécifications géométriques et dimensionnelles peuvent amener des contraintes portant sur le processus, le choix d'outils, le choix de conditions de coupe, le choix des porte-pièces. Plusieurs travaux pratiques proposent d'analyser l'effet de ces contraintes, de conduire des expérimentations et de conclure sur les valeurs des paramètres à utiliser et la validité du processus envisagé.

Les comportements de la pièce ou de l'outil lors de l'usinage peuvent entraîner des déformations ou des contraintes particulières qu'il est nécessaire de quantifier pour envisager des actions correctives. Elles nécessitent la modélisation des efforts de coupe et de bridage puis la recherche des conditions aux limites permettant une approche par simulation.

5. Analyse et réglage d'un système asservi

Pour les systèmes automatisés continus, les travaux pratiques sont construits de telle manière à ne négliger aucune des parties constitutives d'un asservissement. Le candidat est amené à traiter des questions relatives à la chaîne d'acquisition (capteurs TOR, codeurs, résolveurs), aux éléments de sécurité, aux boucles d'asservissement, à la compensation des défauts mécaniques (jeux, frottement, défauts géométriques).

6. Analyse et programmation d'un système séquentiel

Pour les systèmes automatisés séquentiels, les travaux pratiques s'intéressent au développement de la commande. Les candidats sont amenés à faire des études de gestion de modes de marches et d'arrêt pour différents postes en prenant en compte les aspects de sûreté de fonctionnement, puis à traduire les résultats de leurs analyses en « programmes automates » en utilisant les environnements de programmation mis à leur disposition.

Pour cette session, les travaux pratiques retenus pour la partie fabrication sur les procédés sont les suivants :

- l'usinage par enlèvement de matière sur machines à commande numérique de 2 à 5 axes ;
- l'usinage grande vitesse sur centre d'usinage ;
- le décolletage sur tour multiaxes à alimentation automatique ;
- le grignotage ou pliage sur machine à commande numérique ;
- le soudage sur poste robotisé ;
- l'emboutissage ;
- l'injection plastique.

Pour le domaine des automatismes industriels, les supports exploités ont été :

- une unité d'assemblage à transfert libre ;
- une unité de transitique de cellule flexible ;
- un axe de commande numérique ;
- une machine numérisée trois axes.