

# RAPPORT RELATIF A L'ÉPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES

R. BÉARÉE - M. BERÇOT- H. CHANAL - S. CHARLAT  
A. DACUNTO - J.M. DESPREZ - C VELUT

## 1. RAPPEL DES CONDITIONS DE L'ÉPREUVE DE TP

Il s'agit d'une épreuve de Travaux Pratiques (TP) de mise en œuvre de différents moyens de production et/ou d'automatisation :

- Durée de la préparation : 7 heures
- Durée de l'épreuve : 1 heure maximum, décomposée comme suit
  - exposé à l'initiative du candidat : 30 minutes maximum ;
  - entretien avec les membres de jury : 30 minutes maximum ;
- Coefficient 2

Pour la préparation de l'épreuve, un dossier technique est remis au candidat, contenant les éléments nécessaires à la résolution du problème posé, notamment, un cahier des charges, les données utiles, la présentation et les caractéristiques du matériel à utiliser, tout ou partie de «documents constructeurs», tout ou partie des procédures de mise en œuvre des matériels, tout ou partie de ressources numériques associées à la problématique du TP.

A la fin de la préparation, le candidat expose ses travaux au jury.

L'exposé porte sur la présentation des résultats de l'activité expérimentale. Le candidat dispose des moyens de communications usuels de présentation (notamment tableaux et rétroprojecteur). A cette présentation doivent être associées une analyse critique des résultats obtenus, la justification des méthodes utilisées et celle des solutions proposées.

Cet exposé technique et scientifique est suivi d'un entretien.

## 2. REMARQUES GENERALES SUR LA SESSION 2011

Les problématiques techniques et scientifiques sont généralement relatives au comportement d'une pièce ou d'un outillage dans son environnement de transformation, relatives à la mise en œuvre d'une production, à la nature des éléments constitutifs d'une chaîne d'action ou relatives à l'analyse et la conduite d'un système automatisé. L'épreuve de TP de la session 2011, au travers d'activités pratiques à caractères industriels, techniques et scientifiques, a pris appui sur différents supports et procédés proposés disponibles au sein du plateau technique du centre de concours.

L'épreuve a permis d'évaluer les aptitudes du candidat à construire une réflexion technique et scientifique dans le cadre d'une mise en œuvre de moyens et de périphériques associés.

En fonction et dans le contexte du TP proposé au candidat, l'épreuve de Travaux Pratiques a permis d'évaluer les capacités des candidats à : (tout ou partie)

- appréhender un procédé ou un système par l'observation attentive des conditions technico-économiques de sa mise en œuvre ;
- identifier les problèmes techniques ;
- mobiliser des connaissances scientifiques et techniques pour résoudre un problème réel ;
- analyser des données d'industrialisation, d'automatisme et/ou d'automatique ;
- analyser et s'approprier le contexte de mise en œuvre proposé ;
- formuler et valider des hypothèses et/ou un modèle ;
- définir, conduire une expérimentation, exécuter un programme ;
- réaliser des essais, des mesures ;
- analyser des résultats ;
- proposer des évolutions des conditions de réalisation ;
- valider des solutions proposées par une mise en œuvre finale ;
- présenter de façon synthétique et ordonnées les résultats obtenus, les justifier ;
- mettre en évidence la compréhension globale de l'objectif et des finalités du TP ;
- répondre à des questions en lien avec le problème à résoudre.

### **3. DEROULEMENT DE L'EPREUVE**

#### **3.1. Exécution du travail pratique, durée 7 heures**

Dans le cadre de la résolution d'un problème technique, le candidat est amené à mettre en œuvre une démarche de pré-industrialisation, d'industrialisation, à mettre en œuvre des systèmes automatisés ou à mettre en œuvre des équipements relatifs à différents procédés de production.

La maîtrise des connaissances fondamentales dans les domaines de la fabrication, de la métrologie, de la mécanique, de l'automatisation et de 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 et les procédures de mise en œuvre si besoin ;
- de l'assister en cas de difficulté matérielle ;
- de l'aider à s'approprier l'étude et à rester dans le cadre du TP ;
- de procéder à une première évaluation entrant dans l'élaboration de la note finale.

La mise en œuvre totalement maîtrisée des machines et procédés, des aides et ressources logicielles n'est pas déterminante pour réussir cette épreuve. Selon la nature du matériel et des équipements proposés, une assistance technique est quasiment systématiquement apportée au candidat au cours de sa préparation pour la mise en œuvre des supports et matériels.

Pour cette phase de préparation de 7 heures, les critères d'évaluation portent sur les points 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 et interprétation 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, au mieux, à l'épreuve.*

*Il est conseillé aux candidats, avant toute chose, de s'approprier l'ensemble du dossier et l'environnement du TP proposé. Il appartient au candidat de parcourir l'intégralité du dossier, de lire le travail demandé qui structurera sa démarche à venir. En effet à partir de l'inventaire et de l'analyse des données et éléments externes apportés, le candidat doit construire sa démarche de résolution de problème. Dans un premier temps, il appartient donc, au candidat, d'initier aussi une démarche d'investigation et de formaliser, la problématique qu'il compte résoudre.*

*A ces problématiques, seront associées une démarche (ou protocole) d'expérimentation qu'il faudra construire et mettre en œuvre durant le TP. Il est donc recommandé aux candidats de prendre le temps d'identifier les critères et les indicateurs de performance du processus ou du procédé qui feront l'objet d'une analyse ou qui permettront une comparaison aux attentes et critères du cahier des charges. Les membres de jury constatent que les candidats, qui ne s'engagent pas dans cette étape, perdent beaucoup de temps durant le TP, prenant souvent l'initiative, au cours du TP et en fonction de résultats obtenus, d'initier de nouveaux essais et expérimentations qui n'étaient pas planifiés au départ. Un manque d'analyse du problème technique conduit généralement le candidat à mener des essais de façon désordonnée.*

*Lors de la mise en œuvre, on observe trop souvent une ambition qui se limite à la réalisation du travail demandé, (une pièce, un programme, un test ou essais) sans se soucier des causes et effets de problèmes identifiés ou observés dans nombre de situations.*

*Les membres de jury attendent des candidats qu'ils puissent exprimer les fondamentaux qu'ils ont acquis de part leur formation ou expérience personnelle : modélisation, mise en position, maintien en position, coupe, spécifications de fabrication, quantification des grandeurs de pilotage et de réglage, gammes d'usinage et de mesures, métrologie, qualité, optimisation en gestion de production, techniques d'implémentation des modèles de commande, spécification en automatisme, base de la statistique, .... etc.*

*Au moment de l'exploitation technique et scientifique des résultats, nombres de lacunes dans les connaissances théoriques de base ne permettent pas aux candidats, de conduire une analyse pertinente des phénomènes et données obtenues. Les résultats annoncés mériteraient d'être associés à leurs incertitudes. Les candidats éprouvent fréquemment des difficultés à justifier et mettre en place des actions ou modalités correctives.*

*La réussite de cette phase d'exécution du travail pratique nécessite un équilibre entre ces trois composantes : mobilisation de fondamentaux, mise en œuvre ordonnée du travail demandé, analyse et interprétation des résultats.*

*Ces constats illustrent les problèmes que ces enseignants ou de futurs enseignants seront amenés à résoudre pour concevoir et encadrer des séances de travaux pratiques.*

### **3.2. 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.

À l'issue de l'exposé, les questions posées au candidat, pendant 30 minutes maximum, ont pour but essentiel d'aider le candidat à valoriser ses compétences. Le jury attend des réponses claires et concises ; seuls les points contenus et/ou exposés dans le sujet, ainsi que les réponses du candidat, 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 (exposé) du Travail Pratique.**

Les candidats doivent être en mesure de faire la démonstration de leur capacité à dégager les différents problèmes posés par le TP. L'exposé doit pouvoir démontrer leur capacité à confronter leur approche théorique avec les résultats de leur expérimentation, tout 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, expliquer et justifier les actions conduites. Ils doivent être en mesure de formuler les conclusions de leurs expérimentations. 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 la moitié du temps imparti, voire moins.

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. Cet exposé reste bien une synthèse. Le jury n'attend pas pour cette épreuve la présentation d'un exposé (type leçon) sur le thème du TP.

Le jury attend un exposé davantage structuré et synthétique, une plus grande qualité des documents projetés, des croquis et des écritures au tableau.

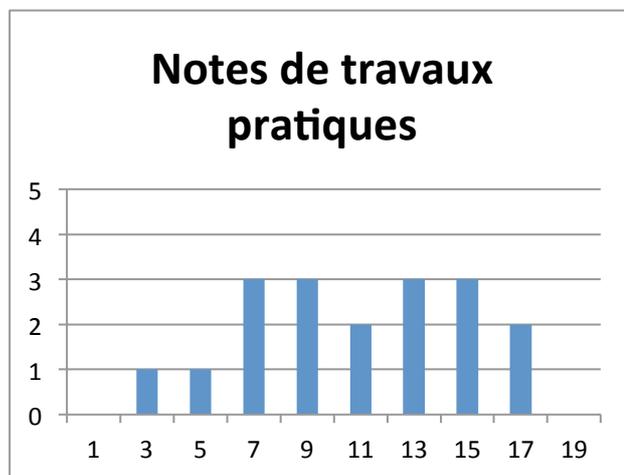
Si ces recommandations s'adressent à de nombreux candidats, le jury a été sensible au dynamisme de certaines prestations et à des présentations d'une bonne qualité.

### **3.3. Histogramme des résultats**

Remarque : 23 candidats étaient admissibles. 5 candidats ne se sont pas présentés à l'épreuve, 3 d'entre eux ayant été admis à l'agrégation interne.

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

La moyenne de cette épreuve est de **09,9/20** pour cette session 2011.



## **4. 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.

#### **4.1. Étude de pré-industrialisation**

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.

#### **4.2. Étude des 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, au travers de différentes simulations numériques ou essais, l'influence des différents éléments de la chaîne numérique, de la boucle machine/porte-outil/outil/porte-pièce/pièce ou des paramètres de définition et de configuration du procédé, et ainsi, d'en déduire des règles limitatives d'emploi de ces réglages externes.

#### **4.3. Optimisation sous contraintes technico-économiques**

En fonction d'un contexte technico-économique particulier, les candidats sont amenés à définir et choisir 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.

#### **4.4. Recherche et validation d'un processus sous contraintes géométriques ou de déformation**

Des spécifications géométriques et dimensionnelles, un environnement de production en évolution peuvent amener des contraintes portant sur le processus, le choix d'outils, le choix de conditions de coupe, le choix des porte-pièces, la configuration des paramètres de production. 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.

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 sur la validité du processus envisagé.

#### **4.5. 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), notamment au travers de simulations du comportement dynamique des axes.

#### **4.6. 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 soudage sur poste robotisé ;
- l'injection plastique.

Pour le domaine des automatismes industriels, les supports exploités sont les suivants :

- une unité d'assemblage ;
- une machine à commande numérique associée à un système de mesures externes (ballbar).