

# RAPPORT RELATIF A L'EPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES

B. ASTRUC- M. FRESOULS - J. GUERRERO - K. KOUISS  
M. LEGRAND - P. LE PIVERT - P. PARRILLIS - M. RAGE - JP. TRICHARD

## 1. REMARQUES GENERALES

L'épreuve de travaux pratiques de fabrication et d'automatique prend appui sur différents supports et procédés. Elle vise à évaluer l'aptitude des candidats à mobiliser des savoirs et savoir-faire caractéristiques du niveau de l'agrégation pour résoudre des problèmes techniques et à exploiter les résultats obtenus afin d'optimiser, suivant un ou plusieurs critères donnés, les productions ou réalisations proposées.

L'épreuve de travaux pratiques n'a pas pour vocation principale de vérifier l'aptitude des candidats à la mise en œuvre totalement maîtrisée des machines et procédés utilisés aux différents niveaux d'enseignement des lycées et des IUT, mais de valoriser l'aptitude 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 traiter un problème ;
- 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 programme d'expérimentation ;
- mise en œuvre des équipements et réalisation du programme d'expérimentation ;
- analyse des résultats ;
- proposition d'évolution des conditions de réalisation et validation des solutions proposées par la mise en œuvre finale.
- 

## 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 équipements relatifs à différents procédés de réalisation, d'assemblage ou de transitique.

Selon les sujets, la problématique technique peut être relative :

- au comportement de la pièce dans son environnement de transformation ;
- au comportement de l'outillage dans ce même environnement ;
- à la mise en œuvre d'une production ;
- à la nature des éléments constitutifs de la chaîne d'action ;
- à l'analyse et la conduite d'un système automatisé.

L'épreuve peut nécessiter la mise en œuvre :

- d'une instrumentation de mesure ;
- d'outils informatiques (modélisateurs volumiques, F.A.O., simulateurs de déformations, tableurs, environnement de développement en automatique ...) choisis parmi ceux qui sont utilisés dans les sections pré et post-baccalauréat des lycées technologiques ;
- de machines et périphériques associés pour différents procédés de transformation.

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 le problème technique auquel ils sont confrontés.

La maîtrise de démarches expérimentales, de méthodes d'analyse 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 l'assister en cas de difficulté(s) matérielle(s) ;
- 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 :

■ Aptitude à la mobilisation 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.

■ Aptitude à la mise en œuvre des équipements :

- autonomie et dynamisme dans la mise en œuvre de matériels de production et/ou de contrôle ;
- 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.***

Le suivi des candidats a permis dans de nombreux cas d'apprécier la qualité de la mise en œuvre et de sa préparation.

Quelques observations doivent malgré tout être faites :

- Pour certains candidats, on constate une méconnaissance des critères d'optimisation des conditions de coupe (temps économique, production maxi) et surtout des difficultés à mettre en œuvre rapidement et de façon cohérente des procédures de choix durant le temps imparti à la manipulation. Ces difficultés sont préoccupantes pour des enseignants amenés à concevoir des séances de travaux pratiques.
- 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 cotes de fabrication sont insuffisamment maîtrisées. Cette lacune est préoccupante.

- Pour les candidats qui acceptent d'engager une 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 dispersions de la chaîne caractéristique de la réalisation, ou d'autres plus spécifiques aux moyens de production utilisés. Le manque de définition d'une stratégie conduit trop souvent le candidat à une perte de temps quant à la mise en œuvre des matériels.
- Les essais et les expérimentations au cours des TP sont en général correctement conduits. Par contre leurs résultats sont insuffisamment intégrés à la démarche permettant d'atteindre l'objectif final. C'est le cas en particulier pour les choix de paramètres à effectuer dans le cadre d'une production ou ceux issus de l'exploitation des résultats d'un plan d'expérience.
- L'interprétation des spécifications est souvent correcte. Leur contrôle, quand il est réalisé, est moins bien abordé. On ressent donc une difficulté pour appliquer ce qui semble être maîtrisé théoriquement. Les résultats annoncés ne sont jamais associés à des incertitudes possibles. Les candidats éprouvent fréquemment des difficultés à mettre en place des actions correctives.

Lorsque le travail pratique proposé est relatif à un procédé autre que l'usinage par enlèvement de copeaux, certains candidats ne montrent plus ce comportement volontaire, nécessaire au bon enchaînement des activités proposées.

Une bonne maîtrise des démarches et des connaissances relatives à la mise en œuvre des machines-outils (origines, repères, jauges, chaîne vectorielle,...) a souvent permis aux candidats de s'affranchir des spécificités du directeur de commande (Num, Bosch, Siemens).

Environ 25 % des TP proposés aux candidats concernent l'automatique ou les automatismes. Il est donc important que les candidats se préparent à la mise en œuvre d'applications de commande et de supervision, qu'ils soient familiarisés avec les composants technologiques (capteurs, actionneurs, API, environnement de développement, etc...) et qu'ils sachent appliquer, sur des cas réels, les connaissances acquises dans le domaine des asservissements.

## **2.2. Présentation des travaux réalisés et entretien avec le candidat**

Le candidat dispose de 30 minutes pour présenter les résultats de son 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 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.

De nombreux candidats commencent leurs prestations sans avoir défini le problème posé, ni le contexte dans lequel se situent leurs activités. Beaucoup n'en précisent même pas le titre. Quelques minutes peuvent être avantageusement consacrées à une mise en situation en début d'exposé.

Le candidat doit montrer son aptitude à comprendre les différents problèmes posés et à mettre en œuvre correctement les équipements et moyens techniques proposés tout en gardant un esprit d'analyse critique.

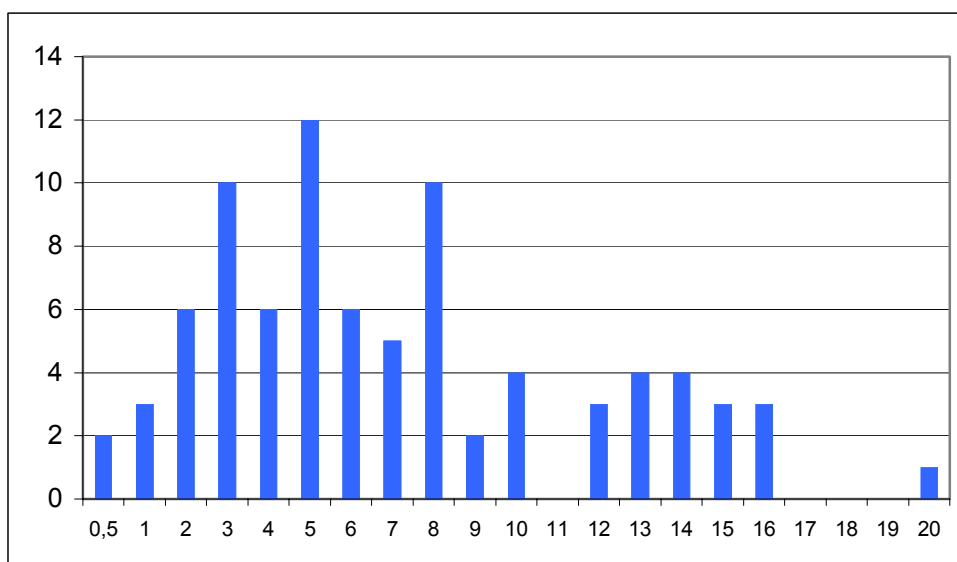
Les candidats précisent trop rarement, lors de l'exposé, les hypothèses qu'ils ont formulées, les modèles proposés et les ordres de grandeur des phénomènes physiques. De la même façon ils doivent s'attacher à décrire plus précisément les actions conduites et les conclusions de leurs expérimentations en relation avec l'objectif imposé.

Il est conseillé aux candidats de se préparer à une meilleure gestion du temps, trop d'entre eux ayant limité leur intervention à 10 ou 15 minutes. Le manque de structuration de l'exposé peut entraîner un oubli de certains points clés pourtant traités durant la manipulation.

Le jury apprécierait 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 qui, dans certains cas, ont été d'une qualité remarquable.

### 2.3. Histogramme des résultats : moyenne de l'épreuve 7,10



### 3. THEMES D'ETUDES DES TRAVAUX PRATIQUES

Pour cette session 2004, les travaux pratiques se sont déroulés pour la partie fabrication sur les procédés suivants :

- l'usinage par enlèvement de copeaux sur centre d'usinage horizontal ou vertical et tour à commande numérique ;
- l'usinage sur centre cinq axes ;
- l'usinage grande vitesse sur centre d'usinage ;
- le décolletage sur tour multiaxes à alimentation automatique ;
- le grignotage sur machine à commande numérique ;
- le 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 trois axes numérisée.

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 de la chaîne numérique.

#### 1. Limites des procédures de réglages externes

La démarche productique 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 boucle machine/porte-outil/outil/porte-pièce/pièce, et d'en déduire des règles limitatives d'emploi de ces réglages externes.

#### 2. Optimisation sous contraintes technico-économiques

La recherche constante de l'amélioration de la productivité amène à optimiser divers paramètres. 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'expérience.

#### 3. Recherche et validation d'un processus sous contraintes géométriques

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, etc... 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.

#### **4. Recherche et validation d'un processus sous contrainte de déformation**

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), etc.

#### **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.

Les candidats doivent également réfléchir aux adaptations de leurs « programmes automates » afin de permettre des dialogues homme-machine enrichis (superviseur, pupitre opérateur), des possibilités de commande à distance utilisant des protocoles de communication standard, ou de l'identification de pièces.

### **4. EVOLUTIONS POUR LA SESSION 2005**

Les thématiques abordées resteront globalement les mêmes, les procédés resteront aussi diversifiés avec des réalisations portant sur une grande variété de supports.