



Note Générale :

ce document présente le rapport général de l'épreuve orale 2014 de TRAVAUX PRATIQUES TECHNOLOGIE de la filière TSI, en phase avec le programme des Sciences Industrielles de l'Ingénieur en vigueur cette année. Compte tenu des évolutions importantes de ce programme et de l'arrivée d'une nouvelle discipline d'enseignement, à savoir Informatique Pour Tous qui trouve naturellement sa place dans les travaux pratiques sur les systèmes, les remarques spécifiques à ces évolutions apparaîtront en *italique* dans ce compte-rendu.

1/ INTRODUCTION

L'épreuve de travaux pratiques dure 4 heures et porte sur de multiples supports pluri-technologiques didactisés dont la liste est détaillée au paragraphe suivant. Cet environnement permet au candidat de mettre en valeur les connaissances et les compétences acquises lors des deux années de préparation aux concours. Pour chaque système, il s'agit ainsi de résoudre une problématique réelle afin de :

- vérifier une ou plusieurs performances attendues ou énoncées du système ;
- valider ou modifier une modélisation totale ou partielle du système à partir de résultats expérimentaux ;
- prédire le comportement du système à partir d'une modélisation.

Il est à noter qu'à partir de la session 2015, cette épreuve intégrera les connaissances et compétences attendues du programme d'Informatique Pour Tous.

Contexte

Les candidats sont répartis dans 4 salles par groupe de 6 étudiants en moyenne. Les examinateurs sont des enseignants de SII dont les disciplines d'enseignement couvrent l'ensemble des champs disciplinaires de la mécanique, du génie mécanique et du génie électrique dans toutes ses composantes.

Par salle, les étudiants tirent au sort leur système d'étude, les consignes générales de l'épreuve leur sont alors transmises. Il est demandé, en particulier, de déposer les téléphones portables à l'entrée de la salle d'interrogation afin d'éviter d'éventuelles fraudes. Les sacs et cartables sont déposés à l'écart. Le brouillon est fourni. Enfin, il est rappelé que l'usage de la calculatrice personnelle est strictement interdit, à cet égard des calculatrices scientifiques basiques sont mises à la disposition des candidats.

2/ LISTE DES SYSTEMES

Les supports d'étude cette année étaient les suivants :

- bras manipulateur de fruits ;
- sous-système axe Z d'un transstockeur ;
- capsuleuse de bocaux ;
- plateforme 6 axes ;
- ouvre portail électrique ;
- axe linéaire asservi ;
- segway ;
- cordeuse de raquette ;
- ouvre barrière automatique ;
- bras de robot asservi ;
- direction électrique assistée ;
- système de limitation de vitesse d'ascenseur ;
- toit ouvrant de 206 ;
- dialyseur ;
- porte d'ascenseur ;
- pilote automatique de bateau ;
- vélo à assistance électrique e-bike ;
- gestion d'énergie sur un système autonome d'affichage SOLEOTEC ;
- poste automatisé de dosage pondéral GRAVITEC ;
- robot manipulateur OWI 535 ;
- robot ROVIO ;
- perceuse sans fil ;
- voiture de modélisme SAVAGE XS FLUX ;
- robot Gyropode GEEROS ;
- machine-outil à commande numérique avec 4^e axe PLT600.

Comme chaque année, le concours s'est enrichi de nouveaux supports, ce qui permet de renforcer la pluralité des systèmes et d'augmenter l'équité entre les candidats. Certains de ces supports sont doublés afin de pallier les pannes et d'accueillir plus de 24 candidats simultanément, sur des problématiques différentes, en cas de surbooking.

3/ CONDITIONS DE TRAVAIL

Le centre d'oral met à la disposition du candidat un poste de travail constitué d'un système prêt à fonctionner, d'un porte document contenant l'énoncé de l'épreuve et divers autres documents qui pourraient s'avérer nécessaires à la bonne compréhension du système ou à sa mise en fonctionnement. Bien souvent, ces documents prennent la forme d'un dossier ressource contenant une description générale du système ou encore d'un dossier technique qui sera utile pour mener à bien les activités proposées.

Il est rappelé au candidat qu'il est interdit, sous peine d'exclusion, d'emporter quelque document que ce soit lorsqu'il quitte la salle de travaux pratiques.

Les systèmes sont généralement équipés d'appareils de mesures électriques de type pince multifonction, d'analyseur de réseau ou encore de sonde de tension et de pince ampèremétrique associés à des appareils de visualisation du type oscilloscope.

En fonction du système étudié, celui-ci peut également être équipé d'une interface de mesures reliée à un ordinateur.

De manière générale, toute utilisation de logiciels (de modélisation type Matlab, Scilab, Maplesim, de modeleurs volumique de type Solidworks, ou encore de simulation électrique type PSIM par exemple) est accompagnée d'une aide documentaire ou orale de la part des examinateurs.

En aucune manière, la maîtrise d'un environnement logiciel n'est évaluée.

Le poste de travail peut être complété par un sous-système qui permet au candidat d'accéder à une partie du système qui n'est pas visible ou qui n'est pas démontable.

A partir de la session 2015, la plupart des postes de travail seront équipés d'un interpréteur Python et/ou de l'environnement de travail Scilab.

La maîtrise de l'environnement de travail ne sera pas exigée mais la connaissance des fonctions de base, en accord avec le cahier des charges de l'épreuve d'informatique est requise.

4/ DESCRIPTION DES SUJETS ET DEROULEMENT DE L'EPREUVE

Les sujets sont composés de deux parties principales :

- la première permet au candidat d'appréhender le système. Une séquence de mise en fonctionnement est proposée de manière à observer le comportement du système en conditions réelles. Dans cette partie, qui ne dépasse généralement pas une heure, les outils de description fonctionnelle et structurelle (S.A.D.T., F.A.S.T., chaîne d'énergie, chaîne d'information...) doivent être mis en œuvre. Ce préambule à l'étude à proprement parler a pour objectif d'intégrer la problématique et de comprendre les spécificités du système.

A partir de la session 2015 et en accord avec le nouveau programme de Sciences Industrielles de l'Ingénieur, les outils de description fonctionnelle et structurelle de type SADT et FAST sont remplacés par une approche SysML ;

- la seconde partie amène le candidat à résoudre la (ou les) problématique(s) proposée(s) de manière à vérifier et/ou optimiser les performances du système, voire d'une partie du système. Les candidats sont alors guidés de manière à passer par différentes phases d'analyse, de modélisation, de mesure, puis d'interprétation.

Le candidat répond donc aux activités proposées dans le sujet et les décrit aux examinateurs lors de leurs passages échelonnés tout au long de la séquence.

Enfin et quel que soit l'avancement du travail effectué, le candidat présente, pendant le dernier quart d'heure, un résumé des activités traitées. Il s'agit alors de prendre du recul par rapport au travail réalisé en le synthétisant et en le re-contextualisant vis-à-vis de la problématique initiale. Cette phase de présentation est importante. Elle met en avant la capacité de synthèse du candidat ainsi que son aisance à l'oral. Debout devant les examinateurs, il ne doit pas se contenter de paraphraser les différentes étapes de son travail mais doit chercher à faire ressortir le ou les objectifs du TP qu'il vient de réaliser en donnant son avis personnel et en montrant qu'il est capable de prendre du recul.

5/ EVALUATION

Quel que soit le système étudié, le candidat est évalué sur 15 points sur 20 en fonction des capacités suivantes :

- s'approprier le système et décrire son fonctionnement avec les outils adaptés ;
- s'approprier la problématique proposée ;
- modéliser / exploiter le système ;
- élaborer et/ou justifier un protocole expérimental ;
- analyser les résultats obtenus ;
- proposer des modifications dans une démarche de conception.

Le comportement du candidat compte pour 5 points sur 20 en fonction des capacités suivantes :

- travailler de manière autonome ;
- savoir prendre des initiatives ;
- argumenter, écouter, assimiler et appliquer.

6/ OBSERVATIONS ET CONSEILS AUX CANDIDATS

Sur les aspects généraux :

- la prise en main des différents systèmes ne pose pas de problèmes particuliers. Une grande majorité de candidats est autonome et respecte les consignes données, mais il est regrettable de constater que certains candidats n'ont pas eu l'occasion de manipuler des systèmes complexes pendant toute leur scolarité. La prise en main des supports de travaux pratiques devient alors particulièrement délicate, du fait de l'inexpérience du candidat dans ce domaine, voire de son angoisse ;
- le tirage au sort d'un support déjà connu du candidat n'est pas un gage de réussite, l'analyse du système doit s'effectuer avec la même rigueur que le support soit connu ou non. Bien souvent le candidat, en confiance, néglige la présentation du système, ce qui lui est fortement préjudiciable. De plus, l'étude qui suit est nécessairement originale. Connaître le fonctionnement d'un support n'est donc en rien un avantage décisif ;

- les documentations techniques sont dans l'ensemble assez bien interprétées. Il est fortement conseillé de parcourir, lors de la première prise en main, l'ensemble du sujet pour profiter de toutes les informations fournies, celles qui sont essentielles étant très souvent mises en valeur ;
- les examinateurs rappellent que l'épreuve de travaux pratiques est une épreuve évaluée en grande partie à l'oral. L'évaluation des capacités des candidats est bâtie autour d'un dialogue et d'un échange avec eux. Les synthèses devront être faites avec une expression pertinente, claire et rigoureuse. Une attention toute particulière devra être portée à la précision du vocabulaire technique employé ;
- il est rappelé aux candidats qu'une tenue correcte est exigée ; si plus aucun candidat ne se présente en short, il est tout de même surprenant que certains candidats ne fasse pas un effort vestimentaire minimal lors d'une épreuve orale. De plus, les règles élémentaires de sécurité sur certaines manipulations requièrent une tenue vestimentaire adéquate ;
- il est également rappelé aux candidats qu'une attitude exemplaire et positive lors des phases d'échange avec les examinateurs est requise, certains candidats se permettant de souffler devant une question qui leur apparaît trop ardue ou devant l'insistance des examinateurs sur un point que ces derniers jugent important pour poursuivre le travail correctement.

Sur les aspects « analyse fonctionnelle » :

les outils de description fonctionnelle sont dans l'ensemble bien utilisés. Les examinateurs regrettent néanmoins que l'outil GRAFCET soit si peu maîtrisé.

L'outil GRAFCET ne sera plus au programme à partir de la session prochaine.

Sur les aspects « analyse systémique » :

- les notions de modèle de connaissance et modèle de comportement sont encore assez floues et ne sont généralement pas associées aux différentes méthodes mises en place pour les obtenir (rappel : un modèle de connaissance est un modèle issu des équations physiques du système alors qu'un modèle de comportement est un modèle issu du comportement d'une ou plusieurs fonctions mathématiques obtenues à partir des résultats expérimentaux observés sur le système suite, par exemple, à des sollicitations) ;
- les notions de modèles causaux et acausaux restent elles aussi encore assez floues ;
- les résultats d'une simulation multiphysique sont encore délicats à interpréter.

Sur les aspects « mesures » et « instrumentation » des systèmes :

- il est difficilement compréhensible que des candidats de la filière TSI ne sachent pas utiliser correctement des appareils de mesures. Certains d'entre eux semblent découvrir l'existence de pinces ampèremétriques, de sondes différentielles. Dans ces conditions, leurs utilisations en sont rendues d'autant plus délicates. Les gains des sondes de mesure sont très souvent oubliés pour justifier des grandeurs mesurées, ce qui amène à énoncer des valeurs numériques aberrantes sans que cela ne semble perturber les candidats ;
- il est rappelé que tous les oscilloscopes récents disposent de fonctions permettant de prendre en compte les calibres des sondes utilisées (tension ou courant). Cette fonctionnalité rend nettement plus aisée la lecture des résultats et la discussion avec les examinateurs. Quelques candidats semblent découvrir cette possibilité le jour de l'évaluation ;
- l'identification des capteurs implantés sur les systèmes didactisés pose problème, la lecture des plaques signalétiques est un bon réflexe qui doit permettre une identification simple et fiable de capteurs en cas de découverte d'un nouveau système ;
- la culture technologique sur les capteurs se doit d'être renforcée : la majorité des étudiants se contente de décrire la grandeur physique mesurée et ne connaît pas les principes physiques à l'œuvre au sein du capteur. Très souvent, les réponses restent particulièrement évasives alors que la mise en œuvre du captage de l'information est réalisée par un simple potentiomètre ;
- il est pertinent de réfléchir à la fréquence du signal à visualiser avant de régler la base de temps de l'oscilloscope, sinon on s'expose à une explication à partir d'une visualisation erronée ;
- il est important d'interpréter les mesures obtenues et ne pas se contenter d'un relevé non exploité par la suite.

Sur les aspects « électronique numérique, algorithmique » :

- des lacunes importantes ont également été perçues sur l'ensemble des systèmes échantillonnés (notion de repliement d'un spectre). Le fonctionnement et l'utilisation des filtres numériques restent méconnus ;
- la conversion hexadécimal-décimal n'est pas toujours correctement effectuée ;
- les structures algorithmiques, même simples, sont encore difficiles à appréhender. Un effort particulier devra être fait sur ce point à l'avenir.

A partir de la session 2015 et en accord avec le nouveau programme de Sciences Industrielles de l'Ingénieur et d'Informatique Pour Tous, cette partie sera très largement renforcée dans les problématiques traitées.

Le codage des données sera demandé ainsi que la maîtrise des structures algorithmiques aussi bien en pseudo code que leurs implémentations en python et/ou Scilab. La maîtrise d'algorithmes simples de traitement de données sera exigée. Un minimum de connaissances en langage SQL sera requis afin de pouvoir procéder à des requêtes simples sur une base.

Sur les aspects « réseau » :

- des progrès ont été constatés sur les connaissances des réseaux et protocoles. Cependant, encore trop de candidats confondent protocole et support physique ; il semble nécessaire d'insister sur les notions de serveur et de client DHCP. Les notions d'adresses IP et de masque de sous réseau restent encore trop évasives ;
- les éléments de bases sur les communications séries sont encore méconnus par quelques candidats.

Sur les aspects « électronique de puissance et électrotechnique » :

- les principes fondamentaux des machines tournantes sont encore mal connus ; les étudiants ont notamment du mal à faire la différence entre une machine synchrone et une machine asynchrone. Les connaissances élémentaires sur les machines asynchrones ne semblent pas acquises pour l'ensemble des candidats ;
- de réels progrès ont été constatés dans l'explication du fonctionnement des hacheurs et notamment sur l'aspect conduction des semi-conducteurs de puissance ;
- l'association type de Convertisseur Statique d'énergie – type de machine semble acquise par la plupart des candidats. Toutefois, la fonction Distribuer est souvent associée à un convertisseur statique, ce qui n'est pas toujours le cas.

Sur les aspects « automatique » :

- l'identification d'une fonction de transfert à partir d'une réponse temporelle ou fréquentielle reste très difficile : on constate des problèmes d'estimation du temps de réponse à 5 % (sous-entendu de la valeur finale), beaucoup de candidats disent qu'il n'est pas possible d'estimer ce temps quand la sortie n'atteint pas la consigne ;
- il est à noter que, dans une démarche d'identification, il est impératif de confronter le modèle au système réel. Par exemple, certains candidats donnent des constantes de temps de plusieurs dizaines de secondes alors que le système en leur possession possède une dynamique élevée. Il est d'ailleurs demandé aux candidats de réaliser une interprétation physique des résultats théoriques obtenus à partir d'un modèle ;
- les mesures et les significations des marges de gain et des marges de phase ne sont toujours pas acquises chez un grand nombre de candidats ;
- on note des confusions importantes entre réponse fréquentielle et réponse temporelle.

Sur les aspects « génie mécanique » :

- les candidats ne sont pas en mesure d'identifier le procédé d'obtention d'une pièce extraite d'un système objet d'étude. Ils présentent des connaissances parcellaires sur la caractérisation de ces procédés ;
- les étudiants ne savent pas interpréter de spécifications géométriques et ont du mal à faire le lien entre spécifications géométriques et surfaces fonctionnelles. Beaucoup de candidats semblent découvrir les symboles décrivant une spécification géométrique. Cela montre une impasse sur cette partie du programme.

Sur les aspects « mécanique » :

- les candidats négligent trop souvent de préciser les limites du système isolé ;
- les théorèmes mécaniques de base (Principe Fondamental de la Dynamique, Théorème de l'énergie cinétique) sont appliqués de façon très approximative, même dans les cas simples et sans préciser les hypothèses de modélisation retenues ;
- le sens physique du degré d'hyperstaticité est bien souvent inconnu ; les candidats ne connaissent ni la formule, ni la démarche pour le déterminer ;
- l'obtention d'un degré d'hyperstaticité négatif doit amener le candidat à reconsidérer son approche ;
- les schémas cinématiques doivent être réalisés à partir des liaisons **normalisées**, les hypothèses de simplification des liaisons ne sont que rarement exposées ;
- la détermination du rapport de réduction d'un train épicycloïdal par la formule de Willis est rarement abordée ;
- dans l'ensemble, les candidats peinent à identifier les composants standards permettant de réaliser les fonctions telles que le guidage en rotation, en translation, la transmission ou la transformation de mouvement.

7/ CONCLUSION

Dans l'ensemble, le niveau des étudiants est très hétérogène. Les examinateurs sont satisfaits du sérieux avec lequel les candidats appréhendent cette épreuve de 4 heures, nécessitant rigueur et concentration. Sa réussite demande un travail soutenu durant les deux années de formation, les candidats ne pourront donc se contenter de quelques travaux pratiques d'entraînement. La prise en compte des remarques formulées ci-dessus permettront de se préparer au mieux et ainsi d'augmenter les chances de réussite.