



## 1/ OBJECTIFS

En complément de l'épreuve écrite, cette épreuve de travaux pratiques a pour objectif d'évaluer plus particulièrement les compétences expérimentales des candidats, élèves en Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles, issus de la voie PSI. Durant l'épreuve le candidat est évalué sur son aptitude à aborder, dans sa globalité et sa complexité, un système pluritechnologique et à mener une démarche d'ingénieur.

En lien avec le programme officiel de la section PSI, les compétences évaluées durant cette épreuve sont présentées dans le tableau de la

Figure 1 ; une liste non exhaustive des activités associées est également indiquée.

Macro compétences	Compétences évaluées	Activités
ANALYSER COMMUNIQUER	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>S'approprier le support</b> et l'environnement du poste de travail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Mettre en service</b> le système.</li> <li>▪ <b>S'approprier</b> le cahier des charges.</li> <li>▪ <b>Mettre en relation</b> les fonctions techniques et les composants associés à partir de l'observation du système réel et de son fonctionnement.</li> <li>▪ <b>Décrire et caractériser</b> les chaînes d'énergie et d'information du système par l'observation du système réel et de son fonctionnement...</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>S'approprier une problématique</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Définir</b> une stratégie de résolution de la problématique.</li> </ul>
MODELISER/RESOUDRE COMMUNIQUER	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Elaborer et justifier</b> un modèle</li> <li>▪ <b>Préparer et mettre en œuvre</b> une simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Etablir et justifier</b> un modèle de connaissance ou de comportement.</li> <li>▪ <b>Formuler les hypothèses</b> nécessaires à la mise en place du modèle.</li> <li>▪ <b>Mettre en relation</b> le modèle numérique fourni et les composants réels du système.</li> <li>▪ <b>Définir</b> les paramètres d'une simulation.</li> <li>▪ <b>Obtenir et justifier</b> les résultats d'une simulation.</li> <li>▪ <b>Exploiter</b> les résultats d'une simulation.</li> <li>▪ <b>Remettre en question</b> les hypothèses nécessaires à la mise en place du modèle numérique...</li> </ul>
EXPERIMENTER COMMUNIQUER	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Justifier le choix</b> d'une mesure, d'un protocole expérimental et le mettre en œuvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Caractériser</b> les chaînes de mesures à utiliser pour répondre à la problématique.</li> <li>▪ <b>Mesurer</b> une performance.</li> <li>▪ <b>Analyser</b> des résultats expérimentaux pour améliorer ou valider un modèle.</li> <li>▪ <b>Valider</b> un cahier des charges...</li> </ul>
ANALYSER COMMUNIQUER	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Quantifier et interpréter les écarts</b> entre des valeurs souhaitées, des valeurs mesurées et des valeurs simulées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Interpréter</b> les résultats d'une expérimentation et d'une simulation.</li> <li>▪ <b>Modifier ou compléter</b> un modèle numérique à partir de l'observation ou de la mesure sur le système réel.</li> <li>▪ <b>Remettre en question</b> le modèle et les hypothèses formulées.</li> <li>▪ <b>Justifier</b> l'intérêt de refaire éventuellement une série de mesures.</li> <li>▪ <b>Mettre en forme</b> les résultats issus de l'expérimentation et de la simulation...</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Conclure et décider</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Conclure</b> sur la pertinence de sa démarche par rapport à la problématique proposée.</li> <li>▪ <b>Formuler</b> de nouvelles hypothèses et proposer des pistes pour élaborer un nouveau modèle, une nouvelle série de mesures.</li> <li>▪ <b>Proposer des solutions</b> constructives pour améliorer les performances d'un système...</li> </ul>

Figure 1 : tableau des compétences évaluées

## 2/ FORMAT DE L'ÉPREUVE

### A - Environnement matériel

L'environnement du candidat est constitué des éléments suivants :

- un système réel instrumenté équipé d'un dispositif d'acquisition de mesures relié à un ordinateur ;
- les modèles numériques complets ou partiels du système ;
- du matériel permettant d'effectuer des mesures externes si nécessaire (multimètre, tachymètre, oscilloscope...) ;
- un dossier présentant le système ;
- un sujet présentant la démarche et les questions posées au candidat.

Les supports utilisés lors de la session 2015 étaient les suivants :

- automate de prélèvement sanguin ;
- cordeuse de raquettes ;
- robot à roues holonomes ;
- attacheur de vendanges ;
- drone ;
- imprimante instrumentée ;
- robotino ;
- axe vertical asservi musical ;
- cheville de robot humanoïde ;
- robot NAO ;
- robot Maxpid ;
- barrière de péage automatique ;
- robot de manutention ;
- pilote hydraulique de bateau ;
- robot Jockey ;
- ouvre portail automatisé ;
- axe linéaire horizontal asservi ;
- trieuse de pièces ;
- gyrodriver ;
- nacelle de drone ;
- bras asservi COMAX ;
- banc moteur industriel à courant continu.

Nous rappelons que l'évaluation porte sur la démarche mise en place par l'étudiant et non sur sa connaissance préalable du fonctionnement et des caractéristiques d'un système en particulier.

### B - La forme des sujets

Le sujet donné au candidat contient les informations suivantes :

- la définition de la problématique du TP ;
- les questions posées au candidat ;
- la description partielle du système à partir des outils de l'analyse système au programme ;
- le détail des composants et caractéristiques technologiques utiles à la résolution du problème posé ;
- les procédures d'acquisition des données issues des capteurs présents sur le système ;
- les informations nécessaires à l'exploitation ou à la modification d'un modèle numérique. A noter qu'aucun prérequis n'est demandé au candidat concernant l'utilisation d'un logiciel de simulation en particulier. Par contre, la démarche d'utilisation d'un logiciel de simulation est requise.

Pour aider le candidat à évoluer au mieux dans le sujet, des durées estimatives sont fournies pour chaque activité du TP.

Un exemple de sujet est disponible sur le site du concours.

### C - Le déroulement de l'interrogation

Durée de l'épreuve : 2H

Avant la répartition des candidats sur leur poste d'évaluation respectif, un court rappel des attentes et de l'organisation de l'épreuve est fait par les examinateurs.

Dans un premier temps, le candidat doit prendre en main le système. Il doit découvrir le cahier des charges fonctionnel, observer le fonctionnement, identifier les composants, s'approprier la problématique... Cette première phase est conclue au bout de 25 à 30 min par une synthèse orale (5 min environ) faite devant l'examineur. Le candidat présente le système et sa structure, la problématique puis expose la stratégie qu'il doit mettre en œuvre pour répondre à cette problématique.

Dans un deuxième temps, le candidat doit mener toutes les activités prévues pour répondre à la problématique. Le candidat peut à tout moment faire appel à l'examineur pour demander une aide technique sur un matériel ou un logiciel. Durant toute cette phase, l'examineur observe l'avancée du candidat et intervient régulièrement pour valider le travail du candidat, demander de préciser une démarche, de justifier un modèle...

En fin d'épreuve, à partir du travail effectué, le candidat doit proposer une synthèse de son travail et expliquer à partir des résultats obtenus et d'un retour sur le cahier des charges, comment il a pu répondre à la problématique. Les décisions prises doivent être justifiées, les choix argumentés et le vocabulaire adapté. Si cela est précisé dans le sujet, la synthèse de fin d'épreuve peut se faire sous la forme d'un poster à réaliser et à commenter en présence de l'examineur. Cette dernière phase fait l'objet d'un échange oral avec l'examineur et marque la fin de l'épreuve.

Le candidat doit accorder la plus grande importance aux échanges qu'il a avec l'examineur. Il est rappelé au candidat qu'il s'agit d'une épreuve orale et que l'évaluation se fait uniquement sur la base de ces échanges. Aucune copie n'est ramassée pour évaluation en fin d'épreuve (à noter que l'examineur ramasse tous les documents du candidat pour destruction), le candidat doit donc choisir et utiliser les outils de communication les plus pertinents pour faire part de son travail à l'examineur sans « rien laisser de côté ». En toute circonstance, le candidat doit montrer son esprit critique et sa capacité à remettre en cause et modifier un modèle en fonction d'observations et de mesures effectuées sur le système réel.

### D - Commentaires sur le comportement des candidats

De manière générale, les examinateurs ont constaté que cette épreuve orale était relativement bien abordée par les candidats, preuve d'un travail régulier en travaux pratiques durant leurs deux années de formation en CPGE.

Cependant, quelques candidats qui, de toute évidence, n'ont jamais ou très peu été confrontés aux activités expérimentales et à la simulation numérique obtiennent des notes très basses. Par ailleurs, certains candidats lisent mal les sujets et répondent à des questions non posées, voir même sans relation avec la problématique du sujet. Il est rappelé que le coefficient de cette épreuve est important et qu'une préparation adaptée est impérative pour répondre aux exigences de celle-ci.

Le candidat est évalué sur sa capacité à mettre en œuvre une démarche d'ingénieur et doit accorder la plus grande importance à l'organisation de son temps. Les durées approximatives indiquées sur les différentes parties du sujet doivent être prises en compte par les candidats, sous peine de ne pas disposer en fin d'épreuve des éléments nécessaires permettant de réaliser une synthèse. Les examinateurs ont souvent dû intervenir pour inciter les candidats à explorer des parties du sujet qu'ils n'auraient pas abordées de manière autonome. Il est attendu, lors des prochaines sessions, une plus grande autonomie des candidats dans la gestion du temps.

Les phases de dialogues entre examinateur et candidat ont généralement bien été mises à profit par ce dernier pour expliquer la démarche et les conclusions. Cependant, le vocabulaire technique permettant de décrire les systèmes est trop souvent approximatif.

Pendant la phase de prise en main du système, le candidat doit impérativement manipuler, faire des essais et ne pas se contenter de lire uniquement le document remis en début d'épreuve. Les examinateurs attendent qu'il s'appuie sur les outils de description au programme et présente le système en associant systématiquement à la description structurelle effectuée les éléments du système réel qu'il doit désigner de manière précise. Certains éléments fondamentaux des chaînes d'énergie et d'information nécessaires à la poursuite de l'étude ne sont pas considérés par les candidats qui n'accordent pas suffisamment d'importance à cette phase de prise en main du système. Il en résulte une approche erronée de la problématique très pénalisante pour la poursuite de l'étude. D'un point de vue global, il est regrettable que cette étape de prise en main de la problématique soit trop souvent abordée sans méthode par le candidat. Beaucoup présentent le système, son contexte, parfois son cahier des charges et s'arrêtent là, sans préciser quels sont leurs objectifs pour la suite de l'épreuve.

Une culture générale des solutions technologiques classiques que l'on peut trouver sur les systèmes d'un laboratoire de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur est à développer : par exemple, trop de candidats voient des codeurs là où il n'y en a pas, ne connaissent pas la grandeur mesurée par une jauge de déformation, ne savent pas ce qu'est un hacheur ou pensent que la présence d'un capteur implique nécessairement que le système est asservi. Très souvent les connaissances de base sur la technologie et la modélisation du moteur à courant continu ne sont pas maîtrisées, de même, une confusion est faite entre les moteurs synchrones et asynchrones étudiés en Sciences Physiques.

Lors de la seconde phase du TP, de nombreux candidats ne sont pas en mesure d'exploiter des mesures simples, comme relever un temps de réponse à 5 %, une précision ou bien un amortissement. Ils tentent de retrouver analytiquement un résultat qu'ils doivent obtenir par simple lecture d'une courbe expérimentale, pire ils utilisent des relations qui n'ont aucun sens dans le contexte étudié.

Certains candidats n'ont aucune notion des résultats que l'on peut attendre d'un logiciel de simulation et ne sont pas en mesure de compléter et d'exploiter un modèle pourtant fourni. Quand le modèle numérique est exploité, l'analyse des résultats est souvent réalisée sans retour sur l'expérimentation et sans analyse des écarts constatés.

Un modèle numérique causal ou multi-physique acausal est systématiquement fourni au candidat lors de l'épreuve. Les examinateurs ont constaté que les notions élémentaires de modélisation multi-physique acausale ne sont pas maîtrisées, voire même inconnues. Par exemple, très peu de candidats parviennent à compléter un modèle existant fourni avec des valeurs numériques obtenues expérimentalement ou bien encore à procéder à la mise en place de points de « mesure ».

Il en est de même dans les sujets utilisant de manière très simple les notions de graphes d'états : trop de candidats ne connaissent pas, par exemple, la différence entre événement et garde.

Ces notions, explicitement présentes dans les nouveaux programmes de la filière PSI, seront à nouveau largement abordées lors la session 2016. Nous invitons les candidats à se préparer à mettre en œuvre ces concepts indispensables au déroulement de la démarche de l'ingénieur mise en place dans cette épreuve.

Cette épreuve orale n'a pas pour objectif d'évaluer les compétences des candidats à mettre en œuvre un modèle analytique complexe, ce qui a d'ailleurs pu être fait lors de l'épreuve écrite. Trop de candidats commencent par écrire des équations qui modélisent le comportement du système, alors que cela n'est pas demandé et qu'ils ont à leur disposition les modèles numériques. Enfin, trop de candidats ne connaissent pas les unités des grandeurs physiques de base (moment d'inertie, puissance...) ni même quelques ordres de grandeur (puissance, tension, courant...).

Par ailleurs, les sujets incitent souvent à l'analyse d'écart entre expérimentation et simulation: il est bon de rappeler que ces écarts ne sont pas toujours dus à la présence de frottements d'autant plus que la problématique du TP oriente souvent l'analyse vers d'autres phénomènes.

La synthèse orale qui marque la fin de l'épreuve doit mettre en relief la démarche suivie par le candidat en s'appuyant obligatoirement sur les résultats obtenus et l'analyse des écarts observés. Trop de candidats se contentent de réciter le scénario du TP sans y ajouter les contenus issus de leur travail durant la séance, ce qui ne présente aucun intérêt. D'autres se limitent à présenter un diagramme avec système souhaité/réel/simulé sans faire de lien avec la problématique du TP et la démarche mise en jeu.

Nous rappelons que cette synthèse ne doit pas être un résumé détaillé du travail effectué tout au long de l'épreuve, mais une prise de recul sur la problématique, la démarche mise en œuvre puis l'analyse des résultats vis-à-vis du cahier des charges. Cette synthèse, qui demande un temps de réflexion et de préparation avant le passage de l'examineur, doit être concise.

Cela dit, les examinateurs ont très souvent été sensibles à la forme particulière que donnaient certains candidats à leur synthèse orale libre : utilisation de « mini-posters » faits à la main, présentation originale et maîtrisée de la démarche de l'ingénieur développée dans les nouveaux programmes de la filière PSI. S'agissant d'une épreuve orale où les compétences de communication sont essentielles, ce travail a été apprécié par les examinateurs et est encouragé pour les futures sessions.

Enfin, les examinateurs ont unanimement constaté que cette épreuve a été abordée avec beaucoup de sérieux et d'engagement par l'ensemble des candidats. Il est cependant rappelé qu'il s'agit d'une épreuve orale de recrutement en école d'ingénieurs et qu'une tenue vestimentaire adaptée et un comportement responsable et respectueux vis à vis du matériel sont attendus.