

Sciences industrielles de l'ingénieur

Présentation de l'épreuve

Au cours de cette épreuve orale d'une durée de quatre heures, le jury évalue les candidats selon l'ensemble de compétences suivant :

- s'approprier le support matériel ;
- analyser et s'approprier la problématique des activités proposées ;
- élaborer ou justifier, conduire et exploiter un protocole d'expérimentation ;
- modéliser ;
- valider ou recalculer un modèle au regard des objectifs de la problématique abordée ;
- maîtriser ou conduire une simulation numérique et exploiter les résultats obtenus ;
- formuler des conclusions pour choisir et décider ;
- communiquer et savoir être (expliquer, écouter et assimiler ; évoluer avec autonomie ; réaliser une synthèse).

Les activités proposées aux candidats, construites à partir des compétences définies précédemment, les amènent à :

- analyser un système complexe industriel instrumenté ;
- développer un modèle de connaissance ou de comportement, le valider ou le recalculer (expérimentalement ou à l'aide d'outils de simulation numérique) ;
- modifier son comportement afin de satisfaire les exigences issues d'un cahier des charges. Il pourra, par exemple, s'agir du choix d'une structure de commande, du réglage des paramètres d'un correcteur, de faire évoluer un composant matériel, d'implanter une modification d'un programme dans une cible matérielle, etc. ;
- prendre du recul sur la démarche et les résultats obtenus de façon à être capables de faire une synthèse globale en vue de conclure sur le problème posé et éventuellement de choisir une solution possible.

D'une façon cohérente avec les problématiques des sciences industrielles de l'ingénieur, les activités d'analyse, de modélisation et de synthèse sont organisées de façon à valider les besoins de l'utilisateur exprimés par des exigences issues d'un cahier des charges fonctionnel (le langage de spécification pourra être SysML, limité au seul niveau de lecture).

Le jury rappelle que les compétences attendues portent sur la démarche de l'ingénieur que les candidats sont amenés à mettre en place pour l'étude du système industriel proposé. L'évaluation concerne ainsi un ensemble de compétences et non la connaissance technique préliminaire d'un système précis.

Les candidats peuvent être interrogés sur tout le programme de sciences industrielles de l'ingénieur de première année et de deuxième année TSI.

Supports matériels utilisés

Les supports utilisés lors de la session 2019 étaient les suivants :

- bras collaboratif ;
- compacteur solaire communicant ;
- drone didactique contrôlé ;
- système d'égrenage de la vendange ;
- slider de caméra ;
- système d'impression.

Organisation de l'épreuve

Cette épreuve, d'une durée de quatre heures, est décomposée en quatre parties de durées et d'objectifs différents.

La *première partie* est conçue pour durer environ quarante-cinq minutes. L'ensemble des activités est organisé afin de permettre aux candidats de montrer leur capacité à s'approprier le support matériel fourni, analyser un système complexe, vérifier un ensemble d'exigences attendues du système industriel associé et comprendre la problématique objet de l'étude. Pour cela les activités de cette partie :

- amènent les candidats à évaluer l'écart entre un niveau de performance attendu exprimé par les exigences du cahier des charges et un niveau de performance mesuré (ou simulé) ;
- sont conçues de façon à permettre aux candidats de s'approprier et de présenter le support, de dégager son organisation structurelle sous forme de chaînes fonctionnelles d'information ou de puissance, etc. ;
- conduisent les candidats à s'approprier la problématique retenue pour la suite de l'étude.

Pour les chaînes de puissance et d'information, les candidats doivent être capables de préciser les fonctions constitutives, de localiser sur le système les différents constituants associés et de décrire leur principe de fonctionnement (exemple : pour les capteurs les plus classiques, les candidats doivent être capables de présenter la structure du capteur et son principe de fonctionnement, de préciser le type de signal de sortie etc.).

La *deuxième partie*, d'une durée de 60 minutes maximum, est conçue autour d'une activité de modélisation et réalisée en autonomie encadrée. Elle permet aux candidats de montrer leur capacité à prendre des initiatives, à formuler et justifier des hypothèses, à progresser en autonomie et à critiquer leurs résultats. La démarche des candidats est évaluée et les examinateurs interviennent en fournissant des informations en vue de faciliter ou de débloquer leur progression.

La construction de cette partie a comme objectif d'élaborer ou de compléter un modèle qui sera exploité dans la suite de l'étude. Par exemple :

- développement d'un modèle multi-physique de niveau adapté à la durée prévue
 - mise en équation d'un modèle de complexité raisonnable pour les candidats (des éléments sont fournis afin de les aider), en s'appuyant sur des hypothèses clairement énoncées et justifiées, pour définir la forme du modèle qui fera l'objet d'une identification et d'une validation ultérieure ;
 - identification d'un modèle de comportement au regard de réponses expérimentales ;
- développement et mise en œuvre d'une identification expérimentale d'un modèle fourni ;

- enrichissement ou raffinement d'un modèle donné en ajoutant des éléments fonctionnels complémentaires (capteurs, actionneurs, etc.) ;
- etc.

Cette partie nécessite de développer et de réaliser des protocoles expérimentaux permettant d'identifier, de valider expérimentalement, ou par simulation, des paramètres d'un modèle et les recaler si besoin.

Dans tous les cas, toute mise en équation, lorsqu'elle est nécessaire, reste limitée et a souvent comme objectif de définir la forme d'un modèle.

À noter que, dans cette partie, la démarche amenant à une solution au problème étudié est rarement unique. Ainsi, des démarches ou hypothèses différentes peuvent conduire à des solutions distinctes du problème abordé lors de cette deuxième partie. L'examinateur s'attache à dissocier l'exactitude des valeurs trouvées de la cohérence et de la pertinence de la démarche, ainsi que de la capacité des candidats à justifier leurs choix. Ainsi, le jury évalue la capacité des candidats à prendre des initiatives, à formuler des hypothèses, à évoluer en autonomie, à critiquer les choix effectués, à justifier les solutions apportées aux problèmes rencontrés et enfin à aboutir à une démarche menant à une solution.

Dans le cadre de ces activités, l'appel à des outils de modélisation causale ou acausale peut être nécessaire. Aussi, cette partie valorise le travail des candidats qui ont préparé spécifiquement l'épreuve de travaux pratiques durant les deux années de CPGE.

La *troisième partie* est conçue pour amener les candidats à l'exploitation, entre autres, des modèles développés lors de la deuxième partie. Les éléments complémentaires seront fournis aux candidats, si nécessaire, afin de permettre une progression dans la troisième partie indépendamment des résultats obtenus à la partie précédente. Les activités proposées dans cette partie ont pour objectif global la prévision des performances et l'évolution du système en vue de satisfaire le besoin exprimé. Elle doit permettre aux candidats :

- de valider ou recaler des modèles à partir d'essais expérimentaux et de résultats de simulations numériques des modèles élaborés ;
- d'enrichir un ou plusieurs modèles ;
- d'imaginer et choisir des solutions d'évolution du système en vue de répondre à un besoin du point de vue de l'utilisateur et exprimé par un cahier des charges.

La *quatrième partie*, d'une durée de 40 minutes, est décomposée en 30 minutes pour l'évaluation des solutions et 10 minutes pour la préparation d'une synthèse globale. Elle est conçue autour des thématiques de conception, d'optimisation et d'adaptation des solutions envisagées lors de la partie précédente. Les activités de cette partie ont pour objectif de permettre aux candidats de conclure vis-à-vis de la problématique abordée dans l'épreuve et ainsi de leur fournir des éléments nécessaires pour la synthèse finale.

Capacité de synthèse et de communication

À la fin de la quatrième partie, et en conclusion globale de l'étude, une synthèse courte, *limitée à trois minutes au maximum*, est demandée aux candidats. Au cours de cette synthèse orale, *en appuyant explicitement leur présentation sur le support étudié* et sur les résultats obtenus *et quantifiés*, les candidats doivent être capables :

- de présenter rapidement le système, en se limitant aux fonctions et à la structure de la chaîne fonctionnelle plus particulièrement étudiées ;
- de présenter, d'une manière structurée, la problématique abordée ;

- d'exposer la démarche adoptée avec sa justification et éventuellement les difficultés rencontrées avec les solutions apportées ;
- de proposer un ensemble de conclusions de l'étude *en s'appuyant explicitement et quantitativement* sur les performances finalement obtenues au regard de la problématique mise en évidence.

Une énumération linéaire des activités effectuées est à proscrire. Les candidats devront prendre le recul nécessaire par rapport à l'étude menée. *La synthèse d'un candidat est effectuée devant un examinateur ne l'ayant pas suivi au cours des quatre heures précédentes.*

La *communication* joue un rôle important dans cette épreuve ; elle correspond au quart de la note sur l'ensemble de l'étude. L'évaluation tient compte des capacités des candidats à utiliser les informations données dans le texte ou les aides ponctuelles des examinateurs, de la qualité des explications et de la capacité de synthèse.

Pour la présentation des résultats, les postes informatiques disposent d'un ensemble complet de suites bureautiques (LibreOffice, Microsoft Office) permettant aux candidats de conserver temporairement des courbes suite à leurs mesures ou de rassembler des graphiques dans un document, pour faciliter les échanges avec l'examinateur et en vue de préparer leur synthèse finale. Il est rappelé néanmoins qu'*aucun compte-rendu écrit n'est demandé.*

Logiciels utilisés

Cette épreuve fait appel à l'outil informatique et plus précisément à des logiciels de modélisation et de simulation de systèmes dynamiques et de programmation informatique prévus dans le programme de CPGE (Python et Scilab). Pour l'utilisation de ces langages et logiciels, une aide complète est systématiquement fournie sous la forme d'un document ressources (y compris pour Python) et l'ensemble du programme de l'informatique pour tous en CPGE peut être utilisé lors de cette épreuve.

Lors des activités faisant appel aux outils logiciels, les compétences exigées sont : analyser les modèles proposés, comprendre les algorithmes implantés, identifier ou modifier un nombre limité de paramètres, compléter des procédures associées à des algorithmes fournis et exploiter les résultats de simulation.

L'utilisation de la programmation peut être demandée aux candidats pour compléter une activité de développement algorithmique portant sur des thèmes comme :

- optimiser des paramètres en vue de recaler ou d'identifier un modèle, de déterminer un régulateur au regard d'un cahier des charges, etc. ;
- discrétiser, selon différents critères, un filtre ou un régulateur à temps continu ;
- mettre en œuvre un traitement numérique d'un signal ;
- exploiter des signaux en vue d'analyses énergétiques (rendement, inertie, etc.), traiter des signaux (intégration, dérivation, analyse statistique, etc.) ;
- analyser un diagramme d'états et compléter le programme informatique associé à son fonctionnement ;
- modifier un programme informatique et son implantation dans un automate ou un micro-contrôleur afin de satisfaire le cahier des charges et de répondre à la problématique étudiée.

D'une façon générale, la mise en œuvre d'une programmation informatique reste limitée et il s'agit, généralement, de compléter un programme. L'utilisation de Python étant au programme de CPGE, plusieurs environnements de programmation parmi les plus courants sont utilisés (Idle, Spyder ou Pyzo le plus souvent).

Pour la simulation des systèmes dynamiques, l'environnement Scilab/Xcos est utilisé. *La connaissance préalable des logiciels de simulation numérique retenus n'est en aucune façon exigée* et les candidats ne sont pas évalués sur leur aptitude à connaître et maîtriser leurs fonctionnalités.

La mise en œuvre d'une simulation numérique est limitée à :

- un apport d'informations facilitant la compréhension du système ;
- la simplification de la résolution d'une partie de l'étude ;
- une modification paramétrique d'un modèle déjà construit pour l'adapter au système étudié (les valeurs des paramètres sont issues des documents fournis, obtenus au préalable par identification expérimentale ou encore en utilisant un modèle de connaissances fourni) ;
- la détermination de résultats dont l'obtention sans outil de calcul ou de simulation numérique est fastidieuse ou difficile.

Analyse globale des résultats

Le jury constate que la grande majorité des candidats connaît les attendus et l'organisation de l'épreuve de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur.

Le jury note des progrès dans les compétences des candidats qui conduisent à une amélioration du niveau des évaluations :

- la problématique associée aux besoins de modélisation et aux différentes approches possibles (modèles de connaissance, de comportement, etc.) est bien appréhendée et permet ainsi aux candidats d'aboutir à un modèle en cohérence avec un objectif explicitement défini a priori ;
- en lien avec la remarque précédente, une proportion non négligeable de candidats progresse dans la partie réalisée en autonomie encadrée. Cette partie étant conçue autour d'une problématique de modélisation, le travail et la meilleure appréhension de la modélisation conduit à des progrès se traduisant par des meilleures prestations de ces candidats ;
- la démarche de formulation d'un problème d'ingénieur sous forme algorithmique et sa résolution au moyen des méthodes et des outils du programme de CPGE est en amélioration. En ce sens, cela montre la capacité d'une part importante des candidats à conceptualiser les problèmes d'ingénieur proposés dans cette épreuve.

Une part non négligeable de candidats montre de très bonnes capacités à réaliser une synthèse globale de l'étude, cependant des marges de progrès importantes sont encore possibles notamment en évitant des propos génériques qui ne sont pas directement en lien avec le support étudié. La capacité à effectuer *une synthèse globale en temps limité* fait partie des compétences recherchées pour un ingénieur, elle peut être développée au moyen des conseils donnés dans la suite de ce rapport.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury rappelle aux candidats que les compétences spécifiques aux activités de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur ne peuvent s'acquérir que par un travail régulier durant les deux années de formation. L'analyse des prestations de la session 2019 conduit le jury aux commentaires suivants confirmant certaines observations des sessions précédentes.

Appropriation du sujet et présentations orales

- Les sujets de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur comportent une importante quantité d'informations. Lors de cette session, le jury a noté que de très nombreux candidats *ne prennent pas le temps de lire précisément et avec attention* les sujets et *ne suivent pas correctement les conseils ou consignes donnés*, probablement par excès de précipitation. Parfois, des approches proposées ou des informations fournies (par exemple afin de faciliter la démarche de modélisation ou la réalisation d'un protocole expérimental) ne sont pas scrupuleusement suivies. Cela conduit à une perte de temps qui se révèle souvent pénalisante pour la progression de l'étude.
 - Une part importante de candidats *oublie de restituer oralement l'ensemble des activités menées*. Le jury rappelle que *seuls les éléments verbalisés* par les candidats sont pris en compte pour l'évaluation.
 - Lors des activités de la première partie, dédiée à la découverte du support et de la problématique, une part importante de candidats ne prend pas le temps de présenter en une ou deux phrases le système sur lequel porte l'étude et aborde directement la présentation sous la forme « à l'activité 1, on m'a demandé de... ». Le jury ne souhaite surtout pas une présentation interminable, mais quelques phrases permettant la contextualisation du problème.
 - Lors des échanges, le jury note que les candidats ne font pas suffisamment appel à l'utilisation de schémas ou de diagrammes illustratifs et, lorsque ces représentations sont utilisées, leur qualité est en nette régression. L'utilisation de schémas simples et bien réalisés, facilite la communication, clarifie la présentation et *fait gagner du temps aux candidats*. De plus, la qualité des explications, le soin et la clarté des éléments utilisés pour la présentation font partie de l'évaluation.
 - L'utilisation des outils bureautiques fournis en vue de sauvegarder les résultats obtenus au cours des activités menées (courbes, captures d'écran, etc.) s'est généralisée et la majorité des candidats fait appel à ces outils que ce soit pour la synthèse ou au cours des différentes activités. Cependant, l'utilisation de tels outils pour conserver une trace des résultats attire les commentaires suivants :
 - une inflation dans le nombre de courbes et de résultats enregistrés est constatée et les candidats se trouvent en difficulté pour choisir les courbes et les résultats pertinents à exploiter ;
 - les candidats utilisent de moins en moins de notes manuscrites (brouillon) pour illustrer leurs résultats préférant souvent faire une sorte de compte rendu en temps réel (avec un outil de traitement de texte ou de présentation). Cela peut se révéler parfois inefficace et peut conduire à une perte de temps pour représenter les chaînes d'information et de puissance par exemple ;
 - le jury conseille aux candidats de choisir avec pertinence les courbes et les résultats en évitant une inflation de résultats enregistrés, de les limiter à ceux qui apportent une information et d'utiliser des schémas et des tracés explicatifs directement sur une feuille qui permettent simplement et efficacement d'illustrer les présentations.
- Le jury conseille aux candidats d'utiliser les outils bureautique comme « mémoire » des résultats permettant d'appuyer explicitement et d'illustrer les analyses sur les résultats intermédiaires obtenus sans reproduire des essais déjà réalisés précédemment. Par ailleurs, les captures d'écran sont très pertinentes quand elles sont lisibles, certains candidats se limitent à une simple impression écran sans mettre correctement en évidence les éléments intéressants (titres, valeurs particulières, configuration, etc.).
- Le jury note aussi que trop de candidats ont tendance à inventer des exigences au lieu de consulter le cahier des charges fourni qui donne les critères à évaluer et le niveau d'exigence requis.

Partie en autonomie

- Le principe de la partie en autonomie encadrée semble bien connu des candidats. Les activités menées doivent conduire à un modèle validé mais le jury rappelle que l'évaluation porte aussi sur la réactivité des candidats, leur capacité à l'analyse critique de leurs résultats, la cohérence dans leur démarche et, si besoin, leur remise en question d'une façon argumentée. L'échec n'est pas systématiquement pénalisé.
- Le jury attend plus une justification et une analyse de la démarche qu'un simple résultat, quand bien même il est correct. Ainsi, un candidat, qui ne réalise pas l'ensemble des activités proposées mais qui justifie rigoureusement en quoi la démarche qu'il a mise en œuvre est partiellement erronée (mauvaise hypothèse initiale, mauvais choix d'équation, simplification abusive, etc.), est valorisé. À contrario, un candidat qui « déroule » sans la comprendre une démarche apprise par cœur ne sera pas nécessairement valorisé, même si le résultat numérique déterminé est exact.
- Les candidats, peut-être par précipitation, ne lisent pas avec un niveau de précision suffisant le sujet et ne s'imprègnent pas suffisamment du contenu (et donc des pistes d'études proposées). Ils ne voient pas un certain nombre d'informations simples données (récupération de données constructeurs par exemple).

Analyse

- Les éléments composant les chaînes fonctionnelles d'information et de puissance sont bien connus, mais les candidats éprouvent souvent des difficultés à les situer précisément sur le support et à *faire une présentation structurée et synthétique* de leur organisation mettant en évidence l'architecture du système analysé (alimentation, pré-actionneur, actionneur, effecteur, etc.). Le jury note en particulier qu'un certain nombre de candidats présente des chaînes d'information et de puissance constitués de composants classiques rencontrés durant leur formation, sans se poser la question de leur présence réelle ou non sur le système considéré durant l'épreuve. Le jury rappelle à ce titre que les diagrammes SysML fournis (notamment les diagrammes de définition des blocs et des blocs internes) doivent permettre aux candidats d'identifier les constituants et de comprendre l'architecture d'une chaîne fonctionnelle.
- Sur un aspect expérimental, les mesures sont souvent interprétées à minima, ce qui traduit un manque d'analyse. Une comparaison de résultats souvent non chiffrée et sans valeur quantifiée n'est pas admise. Les expressions « cela satisfait les exigences », « les mesures ressemblent à la simulation », « la courbe est bonne », « les résultats sont similaires », etc. ne sont pas acceptables.
- L'absence de vérification de l'homogénéité des relations manipulées et de validation des modèles utilisés (effectuée expérimentalement ou en utilisant la simulation numérique) conduit une part non négligeable de candidats à des erreurs d'analyse. Ce constat est particulièrement mis en évidence lors de l'utilisation de documents techniques où les valeurs des différents paramètres ne sont pas systématiquement données dans les unités du système international.
- Le jury note un manque de rigueur dans la comparaison de résultats issus de simulation et de mesures pour de nombreux candidats. Cette comparaison doit être systématiquement chiffrée (valeur maximale, finale, dépassement... par exemple). Certains candidats ne valident les exigences que qualitativement et non quantitativement, une réponse du type « on constate que c'est à peu près pareil... » n'est pas acceptable.
- Le vocabulaire lié aux systèmes continus linéaires et invariants (SCLI) a tendance à irradier les propos des candidats, même quand ce n'est pas pertinent : un écart entre une mesure et une simulation devient un « écart statique », une courbe est souvent interprétée comme « un premier ordre » ou « un second

- ordre » même si une expérience en rapport n'a pas été réalisée, le bruit de mesure devient souvent des oscillations d'une fonction du second ordre, etc.
- L'analyse des systèmes à événements discrets est encore mal maîtrisée. Les structures élémentaires (états distincts, transition avec événement obligatoire, garde optionnelle et effet possible, etc.) sont souvent trop mal maîtrisées.
 - En automatique :
 - le choix ou la justification d'une loi de commande (structure, correcteur, etc.) repose souvent sur des critères trop généraux, non argumentés à l'aide *d'arguments quantifiés et contextualisés* liés au support étudié. On peut choisir par exemple les critères usuels comme la marge de phase au regard d'une pulsation de coupure souhaitée, la nécessité (ou non) d'une action intégrale selon le type de consigne ou la présence de perturbations, etc. ;
 - les comparaisons entre les courbes réponses simulées et les courbes réponses du système réel sont souvent très mal réalisées (effet des conditions initiales, stimuli injecté, comparaison entre modèles simplifiés, modèles plus complexes et système réel) ;
 - la connexion entre les résultats d'analyse harmonique et le comportement système dans le domaine temporel ne sont pas suffisamment connus ;
 - les capacités à manipuler et exploiter les réponses fréquentielles en boucle ouverte (diagrammes de Bode) pour déterminer des critères de performances classiques (stabilité, marges de stabilité) est en recul. La manipulation des diagrammes de Bode pose des difficultés importantes à une part non négligeable de candidats.
 - L'analyse du fonctionnement d'une structure d'électronique de puissance n'est souvent comprise que si elle est présentée en détails dans le sujet. Ainsi, l'analyse du fonctionnement de circuits simples en commutation (convertisseurs statiques) pose des problèmes importants à la majorité de candidats : formes des tensions et de courants, relations caractéristiques, etc. Cette difficulté peut être mise en relation avec celle liée à la mise en équation des circuits électriques.

Modélisation

- Le jury déplore un manque de capacité à justifier ou à proposer un modèle de connaissance dynamique. Une phrase du type « j'applique le PFD ... » n'est pas une réponse pertinente, une épreuve orale exige la même rigueur scientifique qu'une épreuve écrite :
 - le jury rappelle la nécessité de préciser le système isolé, le bilan exhaustif des actions mécaniques extérieures, le théorème utilisé (TRD, TMD ou TEC), la direction éventuelle de projection, le point de réduction pour le théorème du moment, les hypothèses de modélisation, etc. Retrouver des relations par analyse dimensionnelle sans être capable de les justifier avec les différents théorèmes vus en cours n'est pas acceptable ;
 - l'utilisation du théorème de l'énergie cinétique (TEC) pour l'établissement des lois de comportement dynamique n'est pas assez maîtrisée. La présence d'une inertie équivalente dans une loi impose l'utilisation du TEC ce qui ne semble pas acquis par tous les candidats ;
 - la notion de quantités équivalentes rapportées à l'axe d'un actionneur est mal connue (inertie, masse ; couple, force ; coefficient de frottement équivalent). Leur utilisation est pourtant indispensable pour construire le modèle de comportement utilisé pour mettre au point la commande asservie d'un système.
- Le jury constate que le niveau en analyse et modélisation des liaisons est généralement faible. Les modèles associés sont généralement déterminés à partir d'un raisonnement intuitif en lieu et place d'une

analyse rigoureuse par observation des surfaces en contact ou des mouvements élémentaires possibles. L'activité pratique donne la possibilité aux candidats, *par une observation et des manipulations du système* présent sur le poste de travail, de faire des *propositions* de modèles cohérents vis-à-vis des surfaces observées. Les formules de mobilité sont bien connues, mais sont généralement appliquées avec peu de recul, sur des modèles parfois équivalents cinématiquement au modèle attendu. Par ailleurs, les connaissances et savoir-faire élémentaires concernant la géométrie et la cinématique des solutions classiques de transmission mécanique sont rarement maîtrisés. De plus, le jury constate que les candidats éprouvent des difficultés à proposer un schéma cinématique d'un système de transformation de mouvement, même en modélisation plane. À ce propos, le jury constate l'oubli de certaines classes d'équivalence ou de certaines liaisons.

- L'identification de modèles comportementaux pose des problèmes à un certain nombre de candidats lorsque le type de modèle (premier ou deuxième ordre sous forme canonique) ou la démarche ne sont pas explicitement donnés. La reconnaissance d'un tel type de modèle ou le protocole d'identification expérimentale doivent être maîtrisés par les candidats.
- Pour l'identification de gains statiques, les candidats ont souvent des difficultés à déterminer le gain d'un système lorsque les conditions initiales ne correspondent pas à une entrée et une sortie nulles et utilisent d'une façon erronée le rapport des valeurs finales de la sortie et de l'entrée au lieu des rapports des variations de ces signaux autour de leur point de fonctionnement.
- Pour l'identification des constantes de temps d'une fonction du premier ordre les candidats utilisent en grande majorité le temps de réponse à 5%. Cette approche est soumise à une sensibilité trop importante de l'estimation de ce temps de réponse. L'utilisation de la valeur à 63% de la variation de la grandeur considérée est d'une part plus facile à mettre en œuvre, d'autre part est moins sensible aux erreurs de mesure.
- Le jury note une méconnaissance des machines alternatives, que ce soit sur les méthodes de variation de vitesse ou sur l'utilisation des modèles associés.
- Il remarque également des difficultés importantes pour la mise en équation de circuits électriques simples lorsqu'une démarche précise n'est pas donnée, par exemple lors d'activités préparatoires à l'identification des valeurs des paramètres du circuit ou pour définir la forme d'un modèle à identifier.

Aspects expérimentaux

- L'utilisation d'appareils de mesure comme l'oscilloscope est trop approximative (temporalité des signaux, prévoir ce que l'on désire afficher). Comme noté à l'occasion des années précédentes, la difficulté des candidats dans la manipulation des appareils de mesure des grandeurs électriques usuelles comme la tension et le courant persiste même si leurs fonctionnalités sont connues.
- Les candidats ne sont que rarement sensibles aux gains des sondes utilisées (sondes de courant et sonde différentielle) d'où des mesures fausses.
- L'analyse de l'évolution temporelle des variables est souvent mal interprétée.
- Le jury a souvent l'impression que les candidats n'osent pas réaliser des mesures sur le système (ils proposent souvent des protocoles adaptés mais sans les mettre en œuvre peut être par appréhension d'une mauvaise utilisation du matériel mis à disposition).

Utilisation de l'outil informatique

- L'optimisation numérique est devenue un outil de base pour l'ingénieur et en particulier dans le contexte de sciences industrielles de l'ingénieur. Dans le cadre de l'épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur :
 - lorsque l'optimisation d'un critère est nécessaire, le problème posé n'est pas de développer la procédure d'optimisation mais de mettre en place la modélisation et la démarche nécessaires pour poser le critère à optimiser. L'optimisation est résolue ensuite au moyen d'une fonction fournie aux candidats ou disponible dans une bibliothèque ;
 - il s'agit d'analyser et de comprendre comment la formulation du problème d'optimisation modifie le niveau de performance de la solution obtenue ;
 - le jury constate que le niveau des candidats augmente sur ces approches.
- La plupart des candidats connaissent les environnements de programmation classiques pour Python. La capacité à traduire un algorithme simple sous la forme d'un programme informatique est en progrès. Les difficultés des candidats n'arrivant pas à produire une procédure fonctionnelle sont dues à l'absence de maîtrise des bases de la programmation (manipulation de listes, etc.) et à une démarche non structurée dans l'écriture du programme.

Synthèse globale

- Le jury constate que les attendus de la synthèse globale de fin d'étude semblent être familiers aux candidats. Le jury en conclut avec satisfaction que la majorité des candidats a lu les rapports des années précédentes et s'est appropriée l'organisation de l'épreuve de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur.
- Les attendus de la synthèse globale de fin d'épreuve et le principe d'une présentation en temps limité semblent bien connus. Une proportion non négligeable de candidats a cependant tendance à entrer dans des détails inutiles dans cette phase. En plus de déborder du temps imparti, un niveau de détails trop important conduit souvent à un exposé confus, mal structuré et montre un manque de recul sur le lien entre la problématique et les activités proposées. De même, une présentation trop générale, indépendante du support étudié, sans lien précis ni quantifié avec la problématique abordée n'est pas considérée. Le fil conducteur de la présentation doit être organisé autour de trois mots clés : *problématique*, *démarche*, *conclusion* contextualisés sur le support de l'étude. Cette activité demande un réel entraînement. Le jury conseille aux candidats :
 - d'exposer cette dernière phase d'évaluation en s'appuyant sur des résultats graphiques et numériques ;
 - de travailler le choix du vocabulaire technologique qui doit être mieux maîtrisé ;
 - de ne pas présenter en détails la chaîne fonctionnelle étudiée ;
 - de s'entraîner à ce type d'activité avec une structure de présentation articulée autour des trois points
 - * mise en évidence de la *problématique* étudiée ;
 - * présentation des points clés de la *démarche* amenant aux solutions élaborées et en s'appuyant sur les résultats quantifiés ayant permis de conduire la réflexion ;
 - * *conclusion argumentée* au regard de résultats quantifiés et de la problématique initiale.

Il est indispensable que les candidats fondent leur présentation sur le support étudié, les modèles développés ou étudiés, les mesures et analyses réalisées en rappelant systématiquement les principaux résultats obtenus. Les résultats présentés doivent être retenus en raison de leur pertinence et en nombre limité et quantifiés compte tenu des exigences formulées par le cahier des charges. Le jury n'attend, en aucun cas, un compte rendu linéaire des activités abordées au cours de la séance.

Enfin, le jury souhaite que les candidats ne portent pas de signe distinctif permettant de reconnaître leurs lycées d'origine (polos, pulls ou sweats siglés par exemple).

Conclusion

Pour la session 2020, les objectifs généraux et l'organisation de l'épreuve orale de sciences industrielles de l'ingénieur seront dans la continuité de ceux de la session 2019. En particulier, la partie en autonomie encadrée prévue sur une durée d'une heure environ et la synthèse effectuée devant un examinateur n'ayant pas suivi le candidat lors des quatre heures de l'épreuve seront conservées.

Un sujet utilisé lors de la session 2019 sera publié sur le site du [concours Centrale-Supélec](#).

La préparation de cette épreuve ne s'improvise pas et l'acquisition des compétences évaluées est le fruit d'un travail régulier au cours des deux années de préparation. Il est donc indispensable de s'approprier :

- une démarche de mise en œuvre de systèmes industriels complexes ;
- une méthode de résolution de problèmes permettant d'aborder et d'appréhender les activités d'évaluation proposées par le jury dans l'esprit des sciences industrielles de l'ingénieur ;
- une maîtrise suffisante des principes d'utilisation d'outils de simulation numérique et d'analyse des résultats obtenus.

Le jury de sciences industrielles de l'ingénieur souhaite que les candidats s'imprègnent des conseils donnés dans ce rapport pour bien réussir cette épreuve.