

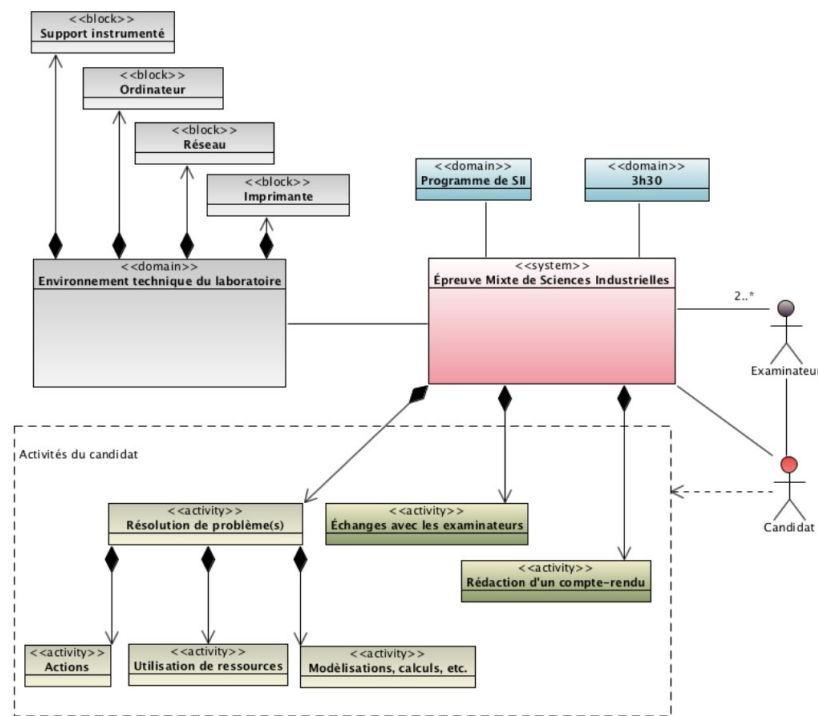
## 7 Épreuve mixte de Sciences Industrielles – Filière PSI

### 7.1 Introduction

L'Épreuve Mixte de Sciences Industrielles accueille les candidats à parité avec celle de Sciences Physiques.

Cette épreuve dure trois heures et demie. Elle porte autant sur des aspects pratiques que théoriques, dans un environnement de systèmes instrumentés comportant une chaîne d'énergie à partie opérative mécanique et une chaîne d'information.

L'Épreuve Mixte est un lieu d'expression pour appréhender, modéliser, expliquer et mettre en œuvre un système industriel. Elle s'inscrit dans le cadre des programmes de Sciences Industrielles de l'Ingénieur des classes préparatoires scientifiques de la voie PSI. Elle s'appuie sur des méthodes scientifiques empreintes de rigueur, d'honnêteté intellectuelle et de sens critique permanent, et apparaît de fait comme un lieu important pour solliciter les acquis de l'ensemble des disciplines scientifiques et littéraires. Le contexte de l'épreuve est rappelé aux candidats lors de leur accueil à l'aide d'un diaporama présenté par les examinateurs et qui permet de rappeler les attendus et les modalités pratiques de cette épreuve.



### 7.2 Objectif de l'épreuve

L'objectif principal est d'évaluer la capacité de chaque candidat à appréhender une problématique proposée sur le support qui lui est assigné (par tirage au sort), tant d'un point de vue structurel, fonctionnel que comportemental.

L'épreuve n'est en aucun cas une séance de restitution de travaux pratiques réalisés lors de la préparation aux concours. En conséquence, aucune connaissance préliminaire n'est attendue concernant le support. L'épreuve est construite de manière à permettre au candidat de mettre en valeur ses capacités de compréhension, de réflexion, d'expérimentation et d'expression, aussi bien à l'oral qu'à l'écrit.

### 7.3 Modalités de travail

Le candidat dispose d'un support matériel correspondant à un système réel ou sous forme de maquette à échelle réduite. Un ordinateur est associé à chaque support pour le piloter, acquérir et traiter les valeurs issues des essais.

L'ensemble des ressources nécessaires à la mise en œuvre des systèmes (documents techniques, modèles SysML, notices, images, vidéos, etc.) ainsi que les problématiques proposées aux candidats (objectifs, consignes, documents réponses) sont tous accessibles via un navigateur.

Le candidat utilise à sa convenance l'environnement de travail où tous les outils dont il pourra avoir besoin sont disponibles (logiciels de bureautique, tableurs et graphes, logiciels usuels de simulation numérique en mécanique et automatique, logiciels de programmation en lien avec le cours d'informatique pour tous).

Il remet en fin d'épreuve un compte-rendu écrit de ses expérimentations, de ses propositions et de leurs remises en cause suite aux entretiens avec les examinateurs. Il peut y joindre autant de pages imprimées que souhaité. Tous les brouillons y sont annexés et sont conservés.

Hormis les matériels de tracés usuels (crayons, règles ...) tout autre matériel personnel est interdit. L'usage de la calculatrice personnelle n'est pas interdit, mais se révèle rarement utile, puisque le candidat dispose des outils de base de l'environnement informatique. Toutefois, les examinateurs peuvent comprendre que le candidat puisse préférer utiliser sa calculatrice personnelle et l'autorisent à sa demande au cas par cas.

Tout au long de l'épreuve, les examinateurs consignent par un suivi informatique horodaté les activités proposées et les échanges avec les candidats. Ce suivi, consulté lors des délibérations, permet de mettre une appréciation la plus juste possible.

### 7.4 Déroulement de l'épreuve

Un tirage au sort attribue à chaque candidat un des systèmes du laboratoire. L'ensemble de l'étude à mener sur un système n'est pas connu à l'avance. Les questions sont organisées par pôles, chaque pôle correspond à une problématique spécifique avec un fil conducteur. Les différents pôles peuvent ne pas être en lien les uns avec les autres et ne sont pas connus à l'avance par le candidat. En effet, seul le premier pôle est prédéterminé, afin de découvrir le système. La suite des activités se développe selon une arborescence choisie au fur et à mesure par les examinateurs.

Il résulte de cette façon de procéder que chaque candidat peut se voir proposer un travail éventuellement différent de ceux proposés aux autres candidats qui seraient interrogés sur un même système.

Ainsi, les examinateurs attendent de chaque candidat qu'il mette en place des protocoles d'expérimentations, de réglages et de mesures, élaborées en cohérence avec ce qui est demandé. Lors de ces explications, le candidat se doit de rappeler les hypothèses faites et de montrer en quoi la stratégie envisagée est pertinente pour répondre à la problématique donnée. Le jury est particulièrement sensible au choix des outils les plus appropriés.

Quelle que soit la problématique proposée, il n'est pas inutile de garder à l'esprit l'essence même de cette épreuve, à savoir la constatation et l'analyse des écarts entre les attentes d'un cahier des charges et les performances du système, ou celles entre les performances mesurées et celles prévues par un modèle théorique.

### 7.5 Évaluation

À l'issue de l'épreuve, les examinateurs délibèrent et évaluent de manière collégiale chaque candidat. Cette évaluation s'appuie principalement sur la rigueur des raisonnements, la progression constatée en cours d'épreuve, la réactivité dont a fait preuve le candidat, la pertinence de ses propositions et son expression écrite et orale.

Le jury insiste en début séance sur le fait que l'épreuve n'est en aucun cas une course aux pôles, et les examinateurs valorisent un travail de qualité et sanctionnent un travail qui paraîtrait copieux, mais se révélerait superficiel ou incohérent, le compte-rendu écrit est également consulté pour juger de l'esprit de synthèse de l'étudiant à travers son compte-rendu ou pour vérifier l'aboutissement d'un raisonnement que le candidat n'aurait pas eu le temps de présenter aux examinateurs dans le temps imparti.

## 7.6 Constats lors de la session 2021

Lors de cette session, 622 candidats de la filière PSI se sont présentés à l'Épreuve Mixte de Sciences Industrielles. Ces candidats ont fait preuve, pour une grande majorité d'entre eux et malgré leurs difficultés face à une épreuve longue et exigeante, de connaissances, de pugnacité et d'un comportement approprié.

Néanmoins, il est important de souligner plusieurs points qui interrogent :

- En premier lieu, les examinateurs continuent de regretter que les points nouveaux introduits par les changements de programme depuis la session 2015 soient parfois mal maîtrisés, en particulier les notions liées à la chaîne d'acquisition et aux systèmes à événements discrets.
- De plus, de façon récurrente par rapport aux sessions précédentes, un grand nombre de candidats ne remet pas en question ses propositions : peu ou pas de sens critique pour prendre en compte la différence entre les résultats d'une simulation et les constats expérimentaux. Un candidat à une école d'ingénieur ne doit-il pas se sentir interpellé lorsqu'il constate des écarts chiffrés en puissance de 10 ?

De plus, de façon récurrente par rapport aux sessions précédentes, un grand nombre de candidats ne remet pas en question ses propositions : peu ou pas de sens critique pour prendre en compte la différence entre les résultats d'une simulation et les constats expérimentaux. Un candidat à une école d'ingénieur ne doit-il pas se sentir interpellé lorsqu'il constate des écarts chiffrés en puissances de 10 ?

## 7.7 Conseils pour la session 2022

Le jury conseille aux candidats la lecture des programmes officiels afin de connaître l'étendue et les limites des connaissances et des savoir-faire exigibles. De plus, il attire leur attention sur quelques points qui méritent d'être particulièrement soignés.

Concernant la découverte du système :

- Les diagrammes SysML constituent l'essentiel des outils de représentation globale des systèmes.
- Il est essentiel de s'intéresser aux frontières du système considéré, d'identifier sa fonction principale, les flux d'énergies et les flux d'informations, en prenant soin de systématiquement faire apparaître les grandeurs physiques mesurées par cesdits capteurs et leurs points de prélèvement dans la chaîne d'énergie. La représentation de ces chaînes est encore trop souvent bâclée ou présentée avec des incohérences manifestes.
- Une culture des composants et du vocabulaire des chaînes fonctionnelles usuelles est indispensable pour comprendre les informations données, ainsi que pour s'exprimer. Le jury s'étonne tout particulièrement du peu de connaissances de base de la majorité des candidats concernant, par exemple, le principe de fonctionnement et les grandeurs mesurées par les capteurs les plus usuels (potentiomètre, codeur, ...). Cette culture technique et scientifique ne se bachote pas en quelques semaines, mais s'acquiert avec le temps passé en travaux pratiques dans le laboratoire de sciences industrielles durant les deux années de préparation.

Concernant l'approche expérimentale :

- Certains candidats n'observent pas le système sur lequel ils travaillent lors de son fonctionnement et se contentent de raisonner à partir des seules informations délivrées à l'écran par l'interface logicielle. Cette attitude interroge fortement les examinateurs sur les capacités du candidat à retranscrire une situation réelle, en particulier lorsque le système n'était même pas branché (!).
- La mise en œuvre des logiciels fondamentaux est essentielle pour une expression scientifique de qualité. Il est difficile d'envisager une carrière d'ingénieur sans une certaine aisance dans ce domaine. Par exemple, il est nécessaire de savoir convertir rapidement un tableau de résultats en une courbe imprimée, souvent plus aisée à interpréter, diffuser et commenter. Tous les outils informatiques nécessaires sont disponibles.
- Une courbe fraîchement imprimée n'est pas une fin en soi : les examinateurs restent surpris de voir les candidats multiplier les impressions en les laissant vierges de toute annotation et commentaire. Ils rappellent qu'une courbe imprimée est le point de départ de la réflexion, qui se mène en deux étapes : premièrement : lecture des variations des valeurs des grandeurs physiques observées, puis deuxièmement : mise en évidence des caractéristiques extraites en complétant les figures produites.
- La confrontation entre résultats expérimentaux et modèles théoriques permet de discuter de la pertinence des modèles et de proposer des modifications, or, cette dernière étape est rarement proposée par les candidats.

Concernant l'approche disciplinaire :

- L'expression graphique est capitale, et l'élaboration de schémas de principe requiert le plus grand soin, quelle que soit la nature de ces schémas (électrique, mécanique, etc.). De fait, les examinateurs sont souvent déroutés par les propositions de schéma de certains candidats parfaitement inadaptés, du fait de leur taille minuscule ou du fait qu'ils ne traduisent tout simplement pas la réalité du système qu'ils ont sous les yeux. Enfin, en mécanique, l'orientation de l'espace et la mise en place de systèmes de repérage sont des préalables indispensables à toute réflexion argumentée.
- Les vecteurs et les torseurs sont des entités à utiliser de la façon la plus simple possible en évitant de projeter systématiquement.
- Les équations des systèmes linéaires continus et les résultats classiques ne peuvent être associés qu'à des systèmes dont on a préalablement identifié leurs entrées et leurs sorties.
- Les notations des objets mathématiques manipulés sont à choisir de préférence en conformité avec les standards scientifiques usuels. En effet, les examinateurs restent perplexes devant le nombre de propositions tellement surprenantes d'originalité ou de complexité inutile que les candidats concernés n'ont plus aucune idée de la nature de l'objet manipulé et n'arrivent en conséquence pas à mener les calculs demandés.
- Des connaissances précises acquises des autres disciplines ne sont pas à négliger et sont à exploiter avec discernement. Un exemple issu des Sciences Physiques : comme souligné plus haut, la culture de base sur les actionneurs électriques aide à la conduite d'activités demandées ; inversement, qualifier systématiquement de « filtre » le système étudié à la vue des diagrammes harmoniques relève d'un amalgame maladroit. Être capable de rapprocher les disciplines, aptitude propre au travail de l'ingénieur, est apprécié dans cette épreuve.

## 7.8 Conclusion

Un travail soutenu et régulier tout au long des deux années de formation est primordial pour maîtriser les nombreuses aptitudes demandées, spécifiques aux Sciences Industrielles de l'Ingénieur.

La réussite à cette épreuve requiert des candidats une maîtrise dans l'analyse, un sens développé de l'observation, de l'honnêteté intellectuelle voire de l'humilité, une réelle capacité à manipuler, une

rigueur dans l'interprétation et dans la communication, et l'utilisation tant à l'oral qu'à l'écrit, d'une expression claire, pertinente et illustrée de manière synthétique.