

Épreuves orales

Arts et Métiers

L'oral des Arts et Métiers, en plus de l'épreuve de TIPE, utilise trois épreuves du concours Centrale-Supélec : l'épreuve « Mathématiques 2 », le TP de S2I et l'oral d'anglais. À cela s'ajoute l'épreuve d'entretien, spécifique au concours Arts et Métiers, qui combine sciences physiques et sciences humaines.

Ce document contient :

- le rapport de « mathématiques 2 » (attention que le document est partiellement commun à « mathématiques 1 » qui ne concerne pas l'oral Arts et Métiers) ;
- le rapport de l'épreuve d'anglais ;
- le rapport de l'épreuve de TP de S2I ;
- le rapport de l'entretien spécifique.

Pour les trois premières épreuves, notons que le concours Centrale-Supélec propose quelques exemples de sujets :

<https://www.concours-centrale-supelec.fr/CentraleSupelec/SujetsOral/PSI>

Mathématiques

Chaque candidat admissible au concours Centrale-Supélec passe deux épreuves de mathématiques, chacune d'entre elles a sa spécificité.

Présentation des épreuves

Épreuve de mathématiques 1

L'épreuve dure un peu moins de 30 minutes. Chaque interrogation comporte un seul exercice articulé en deux à quatre questions. La première est soit une question de cours soit un exercice simple et classique. Les autres questions demandent plus de réflexion. Il n'est pas attendu par le jury que le candidat résolve l'exercice en entier sans aide. En revanche, l'étudiant ne doit pas être passif et attendre systématiquement une indication de l'examineur. Un dialogue constructif doit s'instaurer.

Épreuve de mathématiques 2

Cette épreuve est une épreuve de mathématiques utilisant l'outil informatique. Un ordinateur équipé des logiciels Python (distribution Pyzo) et Scilab est mis à disposition du candidat. Des fiches d'aide présentant différentes fonctions Python pouvant être utiles sont fournies lors de l'épreuve sous forme papier ainsi que sous forme d'un fichier pdf présent sur l'ordinateur. Ces fiches sont consultables en ligne sur le site du [concours Centrale-Supélec](#). Le candidat dispose d'une préparation d'une demi-heure puis est interrogé pendant 25 minutes environ. L'outil informatique peut être employé pour effectuer des calculs, des tracés de courbes ou de surfaces, étudier des exemples numériques correspondant à un problème théorique donné, simuler une expérience aléatoire, émettre des conjectures... Dans cette épreuve, sont évaluées la capacité du candidat à aborder de manière constructive les notions du programme de mathématiques de la filière PSI, à choisir la meilleure représentation d'un objet pour résoudre un problème donné, à organiser de manière claire un calcul complexe. La capacité à s'exprimer et la rigueur de la démarche sont aussi prises en compte dans la notation.

Analyse globale des résultats

Le jury est globalement satisfait des performances de candidats, mais il note, par rapport à l'année dernière, une diminution des prestations de très bonne qualité. La majorité des candidats a compris le principe des ces épreuves, plus aucun candidat n'est surpris du format de l'épreuve 1 et beaucoup ont pris la peine de se familiariser avec les fiches d'aide disponibles pour l'épreuve 2.

Il est très rare qu'un candidat soit mutique. En revanche, le jury regrette que quelques candidats parlent sans écouter les conseils qui leur sont proposés. D'autres n'osent pas affirmer les hypothèses ou les conclusions d'un théorème ; l'utilisation du conditionnel est mal venue : ce n'est pas à l'examineur de confirmer ou d'infirmer ces propositions.

Les plus grosses difficultés rencontrées par les candidats sont relatives à des questions calculatoires concernant des notions étudiées durant la première année de classe préparatoire, voire dans le secondaire.

Dans l'épreuve 2, la plupart des candidats a choisi Python pour résoudre les questions faisant appel à l'outil informatique et a su l'utiliser de manière correcte pour proposer une solution. Les commentaires des résultats obtenus sont corrects mais manquent parfois de pertinence notamment vis-à-vis des ordres de grandeur ou des approximations. Si les conjectures faites sont globalement satisfaisantes, on peut regretter l'imprécision du vocabulaire mathématique employé pour les formuler.

Le jury insiste sur le fait que ces épreuves sont des épreuves orales : les candidats doivent engager un dialogue avec l'examineur et ne pas attendre qu'il leur donne dès le début de l'interrogation des éléments de réponse. Les examinateurs apprécient particulièrement les prises d'initiative, mais les candidats doivent aussi tirer profit des conseils fournis. Il est ainsi possible d'obtenir une très bonne note en étant réactif et en profitant au mieux des suggestions faites durant l'interrogation, même si la préparation n'a pas permis de traiter l'intégralité du sujet.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Pour bien préparer ces épreuves, il faut tout d'abord travailler son cours puis les techniques usuelles. Un candidat qui connaît son cours et sait comment aborder les problèmes usuels est assuré d'avoir une note convenable. Donnons deux exemples : la recherche d'un équivalent ne peut pas se faire par la recherche d'une simple majoration, une inégalité globale ne sera jamais obtenue à l'aide d'un développement limité. Toutes les notions du cours de deuxième année de PSI, mais aussi du cours de première année (intersection entre le cours de MPSI et de PCSI), doivent être connues. Certains candidats utilisent des notions qui ne sont pas au programme de PSI mais qui le sont dans d'autres filières (typiquement la compacité, le lemme des noyaux). Les exercices ont été spécifiquement préparés pour la filière PSI et ne demandent pas de connaissances hors programme.

Le jury remarque que certains candidats sont parfois bloqués par la méconnaissance de résultats élémentaires de première année, voire de terminale. Donnons quelques exemples : un polynôme réel de degré impair admet une racine réelle, l'expression des racines $n^{\text{ième}}$ de l'unité, reconnaître une primitive simple, écrire correctement une hypothèse de récurrence.

Il faut faire preuve de rigueur quand on applique un théorème : il faut en citer et en vérifier toutes les hypothèses. Au niveau des raisonnements, il faut bien distinguer les hypothèses, le résultat à montrer et indiquer la méthode employée pour y arriver. La démonstration d'une propriété valable pour tout entier naturel peut parfois se faire directement, sans recours à un raisonnement par récurrence.

Utilisation du logiciel

Comme l'an passé, la plupart des candidats maîtrise le langage Python et sait programmer une boucle ou une fonction, effectuer un tracé. Ceci est un point très satisfaisant dont se réjouit le jury. Voici quelques conseils qui pourront aider les candidats dans leur préparation.

- Il convient de se familiariser avec l'environnement Pyzo avant de passer l'épreuve : télécharger le logiciel, repérer où sont l'éditeur et la console, comment les utiliser, permettront sans doute une meilleure concentration sur le sujet à traiter. Par ailleurs, il est souvent préférable de n'exécuter qu'une partie de son script pour corriger une erreur ou obtenir de nouveaux résultats. Enfin, il faut savoir interrompre l'exécution d'un script mal programmé (récursivité mal employée, boucle `while` qui ne se termine pas) et être capable de redémarrer l'interpréteur.
- Pour présenter les résultats, il est conseillé de faire des allers-retours entre l'éditeur et la console. Notamment il est inutile d'employer des `print(...)` à tort et à travers. On peut stocker des résultats dans des variables et les faire afficher en faisant appel à la console.
- L'étude approfondie des feuilles d'aide avant l'épreuve procure un avantage indéniable aux candidats l'ayant effectuée. Elle permet notamment de savoir ce qu'il est possible de réaliser avec l'outil informatique et de gagner du temps lors de la préparation, temps qui peut être consacré à la partie mathématique du sujet proposé.

- Il faut être vigilant sur les bornes dans les `range`, sur l'initialisation des variables avant les boucles ainsi que sur la terminaison des boucles `while`. Il convient aussi d'être attentif aux indentations lors de ces mêmes boucles.
- Il faut prendre du recul par rapport aux réponses données par Python lorsqu'on travaille avec des flottants : quand deux approximations diffèrent de peu, c'est peut-être que les valeurs exactes correspondantes sont égales.
- Si les calculs sur les réels à l'aide de flottants ne présentent pas de difficultés, trop peu de candidats savent qu'il est possible de travailler directement avec des complexes. La notation `1j` pose souvent des problèmes.
- Trop de candidats utilisent des fonctions récursives pour traduire des relations de récurrence. C'est dommage car cela peut poser des problèmes lors de l'exécution. Une simple boucle permet dans de nombreux cas de résoudre la question et de construire, de manière efficace, une liste complète des éléments à considérer.
- Les tracés sont généralement maîtrisés (sauf ceux des courbes de niveau d'une surface). L'erreur la plus fréquente dans ce domaine est de vouloir essayer d'effectuer un tracé avec une liste des abscisses et une liste des ordonnées de tailles différentes : une manière d'éviter cet écueil est de travailler avec des fonctions vectorisées comme expliqué dans les fiches d'aide. Pour les interprétations, il faut que les candidats pensent à regarder les échelles sur les axes lors des sorties graphiques et pensent à les commenter. Ceci leur permettrait sans doute de prendre alors de bonnes initiatives. Peu de candidats savent notamment comment imposer les valeurs minimale et maximale des ordonnées dans un graphique. Enfin, il est peut-être bon de signaler que les sorties graphiques avec `Pyzo` s'effectuent dans des fenêtres séparées qu'il faut ouvrir pour voir les graphiques mais aussi fermer pour pouvoir exécuter de nouvelles commandes.
- La plupart des candidats savent ramener un problème différentiel à un système différentiel d'ordre 1 ce qui est une étape fondamentale pour une résolution numérique à l'aide de la fonction `odeint`. Par contre, la façon de traduire la condition initiale pose souvent problème surtout quand on demande de tracer une solution sur un intervalle donné et que la condition initiale est située en un point à l'intérieur de l'intervalle.
- Pour les résolutions numériques d'équations, les méthodes de dichotomie et de Newton sont connues. Il faut cependant noter que la méthode de dichotomie présente l'avantage de fournir une valeur de l'erreur commise, ce qui est souvent ignoré. On peut aussi employer la fonction `fsolve` mentionnée dans les fiches d'aide mais il faut avoir compris qu'il faut alors mettre l'équation sous la forme $f(x) = 0$ et que le deuxième argument de cette fonction est un point de départ de l'algorithme qui peut influencer sur le résultat final.
- L'utilisation du logiciel en algèbre linéaire et notamment en réduction est délicate. Trop de candidats n'ont pas compris ce que renvoie la fonction `eig` du module `numpy.linalg` et en particulier ne savent pas extraire un vecteur propre associée à une valeur propre donnée : ces vecteurs se lisent dans les colonnes de la seconde matrice renvoyée par la fonction mentionnée ci-dessus. De plus, pour justifier le fait qu'une matrice soit diagonalisable, les critères de réduction au programme peuvent être vérifiés numériquement : la dimension des sous-espaces propres peut être obtenue à l'aide de la notion de rang de matrice et il est facile de vérifier qu'un polynôme est annulateur d'une matrice.
- L'algorithme de Gram-Schmidt est souvent mal maîtrisé que ce soit pour en expliquer les différentes étapes ou pour l'implémenter. Voici un point sur lequel les candidats devraient plus s'entraîner d'autant plus que cet algorithme figure dans le programme de mathématiques de la filière.

- Toujours en algèbre linéaire, de nombreux candidats n'ont pas compris qu'un problème peut se ramener, en utilisant des coordonnées dans une base bien choisie, à une résolution de système linéaire. Si la matrice de ce système est inversible, la résolution numérique est alors facile soit en inversant la matrice du système soit en utilisant la fonction `linsolve` du module `numpy.linalg`
- En probabilités, les simulations numériques sont généralement bien menées. Le jury déplore cependant que les candidats ne sachent pas justifier la démarche employée lorsqu'il s'agit de donner une valeur approchée de l'espérance d'une variable aléatoire ou de la probabilité d'un événement.

Analyse

Le chapitre qui a le moins de succès auprès des candidats est celui sur les fonctions de plusieurs variables. Rappelons que lorsque l'on écrit convenablement les différentes fonctions qui interviennent et que l'on schématise les compositions, on a fait un grand pas dans la résolution d'un problème de calcul de dérivées. D'une manière générale, les candidats n'illustrent pas assez leur propos par des dessins, des figures ou des schémas, certains demandent même la permission de faire une figure. Le jury encourage et apprécie le recours spontané à des illustrations graphiques. La règle de la chaîne, formule assez incontournable, non seulement des mathématiques, mais encore des sciences physiques ou de l'ingénieur, est incroyablement ignorée des candidats. Montrer qu'une application f de deux variables x et y est de classe C^1 , au moyen des théorèmes de composition, s'avère être une tâche insurmontable pour les candidats, qui en particulier ne semblent pas comprendre que la décomposition de f utilisée doit commencer par une application du couple (x, y) . Il demeure au programme de PSI la partie *d) applications géométriques* du chapitre calcul différentiel. La grande majorité des candidats semblent l'ignorer.

Il avait été noté, dans le rapport de 2016, que la formule de Taylor reste intégral était mal maîtrisée. Probablement suite à cette remarque, en 2017, les candidats avaient appris cette formule. Cette année, nous notons une rechute, cette formule n'est maîtrisée que par une minorité des candidats, alors que d'autres écrivent des formules encore inédites. Faut-il s'attendre à ce que tous les deux ans on retrouve cette lacune ? Il serait sage de comprendre l'efficacité de cette formule pour obtenir des résultats globaux, par exemple des inégalités.

La méthode dite « de variation de la constante », utile (entre autres) à la résolution des équations différentielles linéaires du premier ordre avec second membre, s'apparente pour les candidats fort souvent à une recette, présentée sans rigueur, et sans que l'on sache si l'on procède par condition nécessaire ou suffisante. Rappelons que l'oxymore cache un simple changement de fonction inconnue qui permet de donner par équivalence la solution générale de l'équation avec second membre.

Les séries entières posent encore de grosses difficultés. Le jury rappelle aux candidats que, si l'utilisation de la règle de d'Alembert pour les séries entières est au programme, il est souvent pratique de revenir à la règle sur les séries numériques et, surtout, qu'elle n'est pas le seul outil pour déterminer le rayon d'une série entière. Très peu d'étudiants ont le réflexe de dire : $(a_n)_{n \geq 0}$ est borné, donc le rayon est supérieur ou égal à 1. De plus, il est important de lire l'énoncé ; si on demande de démontrer que la somme de la série entière est définie sur $] -1, 1[$, il s'agit de minorer le rayon et pas nécessairement de le calculer. Enfin, le mode de convergence d'une série entière est de nouveau mal maîtrisé. Il faut apprendre le résultat du cours mais aussi le comprendre au risque de le reformuler de manière incorrecte. Il n'y a pas, en général, convergence uniforme sur $] -R, R[$ pour une série entière de rayon R .

Très souvent, un candidat *propose* une majoration en attendant l'assentiment de l'examinateur alors qu'il est attendu qu'il soit sûr de l'exactitude de cette majoration. Il est à noter des confusions sur le vocabulaire : majorée, majorée en valeur absolue, bornée. La bête noire demeure l'expression t^x selon que la variable soit x ou t . Rappelons que $t \mapsto t^2$ et $t \mapsto 1/\sqrt{t}$ sont des exemples de ces fonctions quand t est la variable alors que $x \mapsto 2^x$ est un exemple d'une telle fonction quand x est la variable. Il faut savoir tracer, sans hésiter, les courbes représentatives de ces fonctions.

Pour étudier une intégrale impropre, les candidats ne regardent souvent que les bornes (même si c'est inutile) sans d'abord se demander où la fonction est continue. En analyse, il est essentiel de comprendre la différence entre deux exercices : démontrer qu'une limite existe et démontrer qu'une limite existe et vaut l . Rappelons que l'on ne peut écrire les symboles $\lim_{x \rightarrow +\infty}$, $\int_a^{+\infty}$, $\sum_{k=0}^{+\infty}$ qu'après avoir justifié leur existence (sauf exceptions précisées dans le programme : intégration par parties, changement de variables). Dans le cas d'une variable aléatoire à valeurs positives, le jury peut parfois proposer de démontrer la valeur et l'existence de l'espérance pour alléger la rédaction. Enfin, quand il faut vérifier une hypothèse de domination, la fonction dominante doit avoir deux propriétés : l'une de convergence, l'autre d'indépendance par rapport à une variable ; il faut que le candidat vérifie et énonce au moins oralement ces deux propriétés.

Algèbre

Le jury déplore, de la part de certains candidats, un manque de recul sur le programme. Il faut se poser cette question simple : quel est l'objectif du chapitre sur la réduction ? Ce n'est pas uniquement pour pouvoir faire des sujets de concours, mais parce que l'on cherche à classer (comme souvent en algèbre) des objets. Le cas des matrices équivalentes a été traité en première année et ce résultat est fort méconnu des candidats. L'objectif du programme de deuxième année est d'aborder le cas des matrices semblables. Mais, il est indispensable de comprendre le lien entre un endomorphisme et la matrice qui le représente dans une base. Pour cela, on ne peut pas se contenter d'un dessin, il faut savoir écrire la formule définissant la matrice $f(e_j) = \sum_{i=1}^n a_{ij}e_i$. Il ne faut pas confondre somme directe et supplémentaire et maîtriser la définition de $E_1 \oplus E_2 \oplus \dots \oplus E_k$ souvent utilisée mais rarement comprise.

Il faut de la méthode pour aborder un exercice d'algèbre et souvent cela suffit (parfois avec un peu d'aide de l'examineur). L'exemple typique est la recherche des valeurs propres. Très peu de candidats écrivent proprement (et tranquillement) l'équation à résoudre (c'est-à-dire sans utiliser le polynôme caractéristique ce qui est impossible en dimension infinie), puis trouvent des conditions nécessaires (analyse) et enfin vérifient qu'elles suffisent (synthèse). Par exemple, les fonctions trouvées pour être des fonctions vecteurs propres ont-elles les bonnes propriétés (continuité, bornées...) ?

La détermination des espaces propres d'une matrice est le plus souvent abordée par résolution du système $AX = \lambda X$. La recherche du noyau de $A - \lambda I_n$ par opérations sur les colonnes est pourtant bien plus rapide et élégante mais suppose de savoir interpréter vectoriellement les opérations sur les colonnes. Par ailleurs, la détermination de la dimension d'un sous-espace propre doit faire intervenir un argument sur le rang du système, même en petite dimension : il ne faut pas se contenter d'affirmer « on voit bien que le sous-espace est de dimension 1 ».

Dans le chapitre sur les espaces euclidiens, il faut avoir compris l'efficacité des bases orthonormées, en particulier pour écrire des coordonnées ou des matrices. Il faut savoir écrire les coordonnées d'un vecteur en base orthonormée. Reconnaître une transformation géométrique en petite dimension dans un espace euclidien est un sujet qui permet d'évaluer de nombreuses compétences.

Si l'examineur demande l'énoncé du théorème spectral, celui-ci sera systématiquement cité sous forme matricielle et il est bien difficile d'avoir une formulation correcte pour les endomorphismes. La même difficulté existe pour la notion de matrices symétriques et d'endomorphismes symétriques. Il faut apprendre ces théorèmes avec précision, la matrice d'un endomorphisme symétrique est symétrique, en base orthonormée, hypothèse qui est rarement citée.

Cette année, plusieurs exercices ont été posés sur les nombres complexes (comme annoncé dans le précédent rapport). Ces problèmes utilisent moins de théorèmes que d'autres mais nécessitent une maîtrise du calcul algébrique avec les complexes. Il convient notamment de savoir calculer le module et l'argument d'un complexe.

Probabilités

Le chapitre des probabilités semble avoir un statut particulier pour les candidats : les théorèmes n'ont pas d'hypothèses ! Qu'il est difficile d'avoir celles de l'inégalité de Markov, ou la définition d'un système complet d'événements. Bien évidemment, la traduction d'une probabilité conditionnelle passe souvent par des explications en français, ce qui d'ailleurs permet d'évaluer la compétence à expliquer une modélisation. Mais il ne faudrait pas que la rigueur disparaisse : il faut vérifier les hypothèses des théorèmes de probabilités.

Conclusion

Le jury est globalement satisfait des résultats de cette année mais regrette la baisse de la maîtrise du cours. Il note cependant qu'une grande majorité des candidats ont compris les objectifs de ces épreuves. L'examineur n'est pas là pour piéger le candidat mais, bien au contraire, pour évaluer au mieux ses connaissances.

De très bonnes prestations ont été réalisées par des candidats maîtrisant parfaitement les outils pratiques et théoriques mis à leur disposition. Le jury encourage tous les futurs candidats à utiliser de manière régulière l'outil informatique pour appréhender de manière plus concrète les notions théoriques étudiées en cours de mathématiques.

Anglais

Présentation du sujet

Les modalités de l'épreuve orale d'anglais n'ont pas connu d'évolution cette année. Qu'il s'agisse de la langue obligatoire ou facultative, les candidats sont invités à choisir entre deux articles tirés de la presse anglophone de l'année écoulée, essentiellement britannique et américaine, puis à préparer leur présentation pendant 20 minutes. Le temps consacré au choix de l'article fait partie du temps de préparation. Les candidats sont libres d'annoter et de surligner le document qu'ils ont choisi. Ils passent et préparent dans la même salle. Ils peuvent prévoir des protections auditives afin de ne pas être gênés par la prestation du candidat précédent. Ils présentent ensuite leur travail à l'examineur pendant vingt minutes ; leur prestation comporte deux moments bien distincts. Dans un premier temps, ils doivent proposer un compte rendu synthétique de l'extrait de presse, suivi d'un commentaire personnel. Cette phase ne doit pas durer moins de huit minutes ni excéder dix minutes. Elle est suivie d'un échange de dix minutes au plus. Trois critères permettent d'évaluer les candidats : la recevabilité linguistique, la qualité de la prise de parole et la capacité à échanger avec l'examineur. Ces trois pôles sont d'égale importance.

Analyse globale des résultats

Les examinateurs ont pu utiliser tout l'éventail des notes, ce qui reflète l'hétérogénéité des prestations. Les résultats globaux sont néanmoins satisfaisants. La grande majorité des candidats, notamment en langue obligatoire, maîtrise le format de l'épreuve et nombre d'exposés sont remarquables. Le bilan est très contrasté en langue facultative, où de nombreux candidats ne semblent pas armés pour répondre aux exigences de l'épreuve.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le choix du sujet

Le choix de l'article revêt une importance capitale : s'il n'est pas prudent d'opter pour un sujet dont on ignore tout, on se méfiera également des thèmes très connus qui donnent souvent lieu à des développements convenus, voire hors sujet. Une prise de risque raisonnée peut, à cet égard, s'avérer payante.

L'entrée en matière

De nombreux comptes rendus commencent de manière abrupte et ne comportent pas de véritables introductions. Il faut absolument contextualiser le document et montrer d'emblée que les enjeux de l'article proposé ont été saisis. Mentionner la source et la date n'est pas superflu. En revanche, il est conseillé de ne pas s'appesantir et de ne pas perdre de temps en circonlocutions inutiles voire fautives (*This text is an article. It is extracted from the Guardian*), pas plus qu'il ne faut annoncer de plan (*In a first time, I will talk about*) et encore moins diviser artificiellement l'article en parties imaginaires. (*The text falls into three parts...*).

Le compte rendu

Le candidat doit s'attacher ensuite à proposer une restitution synthétique du texte de départ. Il doit montrer qu'il a *compris* l'article, c'est-à-dire qu'il en a saisi la logique, qu'il a perçu les nuances de l'argumentation. À l'issue du compte rendu, les intentions de l'auteur du texte, — qui n'est pas nécessairement

un journaliste —, devraient être claires même pour quelqu'un qui n'aurait pas lu l'article. Les comptes rendus au fil du texte, juxtalinéaires ou paragraphe par paragraphe sont rarement convaincants.

De nombreux candidats proposent un compte rendu uniquement factuel. Or le ton de l'article, qui peut comporter des marques d'ironie, de cynisme, de parti pris ou d'humour est une composante essentielle. Il est à cet égard très utile de connaître, dans les grandes lignes, les orientations politiques des principaux journaux anglais et américains, ce qui aide à commenter les positionnements, attendus ou inattendus, et à décrypter l'implicite.

Il faut éviter l'écueil des résumés fleuves, parfois plus longs que l'article de départ et qui laissent peu de temps pour le commentaire, mais il ne faut pas non plus se contenter d'annoncer une vague thématique en guise de compte rendu. Il n'est pas inutile de prêter attention au titre, souvent porteur d'éléments de compréhension importants.

Les approches descriptives (*The author begins... and then he says... he concludes*) sont à proscrire et relèvent souvent de la paraphrase.

Rappelons enfin l'importance de la reformulation qui permet de montrer qu'on s'est approprié l'information.

Le commentaire

Le commentaire est la partie de l'épreuve qui semble poser le plus de problèmes.

Certains candidats ont tendance à utiliser des formules artificielles et maladroitement, comme "*Now, let's move on to the commentary*", ou "*That's it for my summary, now my commentary*" pour introduire leur commentaire. Il vaudrait mieux énoncer clairement une problématique.

La teneur du commentaire n'est pas toujours satisfaisante. Il faut prendre appui sur les points de tension du texte, apporter un éclairage nouveau, nuancer le propos, l'illustrer. Certains candidats proposent une liste d'idées décousue, où les généralités succèdent aux lieux communs. Il faut que les candidats s'efforcent de donner une certaine substance à leur commentaire ; à cet égard, la fréquentation assidue de la presse, écrite et audiovisuelle, peut constituer un atout précieux. La connaissance d'éléments de civilisations (institutions, partis politiques...) paraît également indispensable.

Il ne s'agit pas de donner une opinion, d'exprimer son accord ou son désaccord en ponctuant son propos de "*I think*" ou de "*we can say*".

Le commentaire doit s'appuyer de manière évidente sur l'article étudié. Or, la majorité des candidats proposent des exposés qui n'ont qu'un rapport ténu avec le document de départ. Par exemple, un texte traitant des voitures autonomes a donné lieu à un commentaire sur les méfaits des réseaux sociaux. Pour justifier cette démarche, les candidats affirment parfois que le texte omet un sujet et donc qu'ils vont en parler dans le commentaire ! La plupart du temps, l'approche est moins caricaturale et les candidats proposent un commentaire sur la thématique générale de l'article, mais ne se soucient pas de sa problématique particulière, de sa spécificité. Actualité oblige, un certain nombre de sujets évoquaient le mouvement #metoo qui dénonce les violences sexistes aux États-Unis. Or, ces supports ont souvent suscité des commentaires traitant uniquement des inégalités salariales dans les entreprises et du plafond de verre. Cette absence de prise en compte de la spécificité du texte est pénalisée dans l'évaluation.

L'échange

Cette partie de l'épreuve s'est avérée dans l'ensemble convaincante. De nombreux candidats ont réussi à défendre un point de vue avec conviction, face à des examinateurs qui endossent parfois, pour les besoins de l'épreuve, la robe de l'avocat du diable. Ils ont également su réagir aux pistes qu'on leur suggérait et parfois, comprenant qu'ils avaient commis une erreur lors du compte rendu ou du commentaire, amender

leurs propositions initiales. Cette partie de l'épreuve a toute son importance, car elle permet de voir comment les candidats réussissent à mobiliser leurs ressources linguistiques ou argumentatives dans un contexte plus improvisé. Il convient de garder à l'esprit qu'il s'agit d'un échange et éviter les réponses lapidaires voire monosyllabiques, ou au contraire les développements interminables qui semblent avoir pour but de retarder la question suivante.

Les aspects linguistiques

Les candidats, dans leur majorité, possèdent les outils linguistiques pour affronter l'épreuve ; ils s'expriment dans un anglais qui, pour être perfectible, ne pose pas de problème de compréhension majeur. Les examinateurs attirent toutefois l'attention sur des erreurs récurrentes bien connues, citons par exemple le recours intempestif à la forme *be-ing*, les constructions verbales défaillantes ou la prononciation fautive des mots transparents, ce qui montre l'importance et la nécessité d'un travail patient, régulier et approfondi sur la prononciation, le lexique et la grammaire.

Conclusion

Cette année encore, les examinateurs ont eu le plaisir d'entendre d'excellents candidats, signe de la qualité du travail effectué par eux et leurs professeurs en classe préparatoire. Ils ont su allier aisance linguistique, intelligence du propos et ouverture au dialogue. Nous souhaitons que les conseils prodigués dans ce rapport permettent qu'ils soient encore plus nombreux à réussir cette épreuve à l'avenir.

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, 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 connaissances 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 un automate, etc.

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 MPSI / PCSI et de deuxième année PSI.

Conditions de déroulement de l'épreuve

Supports matériels utilisés

Les supports utilisés lors de la session 2018 étaient les suivants :

- boule gyrostabilisée double étage ;
- bras collaboratif ;
- bras haptique ;
- compacteur solaire communicant ;
- drone didactique contrôlé ;

- imprimante 3D ;
- robot porte-endoscope pour chirurgie laparoscopique ;
- nacelle gyrostabilisée ;
- robot delta ;
- simulateur de conduite ;
- système d'égrenage de la vendange ;
- robot caméraman PIXIO ;
- slider de caméra ;
- système d'impression ;
- télescope.

Organisation de l'épreuve

L'organisation de 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 une durée d'environ quarante-cinq minutes. L'ensemble des activités est organisé afin de permettre au candidat de montrer sa 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 en particulier les candidats à évaluer l'écart entre un niveau de performance attendu exprimé par les exigences du cahier des charges et un niveau de performances 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 d'énergie, etc. ;
- conduisent les candidats à formuler la problématique d'intérêt pour la suite de l'étude.

Pour les chaînes d'énergie et d'information, les candidats doivent être capables de préciser la fonction, 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, 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 leur progression ou de débloquer certaines situations.

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 des 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 recalculer 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 du modèle.

Des démarches ou hypothèses différentes peuvent conduire à une solution 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. Il est à noter que, dans cette partie, la démarche amenant à une solution au problème étudié est rarement unique.

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 cette épreuve durant toute l'année.

La *troisième partie* est conçue pour amener les candidats à l'exploitation, entre-autre, des modèles développés lors de la partie 2. Les activités qui y sont proposées 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 recalculer 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 de 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, optimisation, adaptation des solutions envisagées lors de la partie précédente. Cette partie contribue à la préparation de 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 les résultats obtenus*, les candidats doivent être capables :

- 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.

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

Lors de cette épreuve pratique, la *communication* joue un rôle important puisqu'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 (Microsoft Office et Libre Office) permettant aux candidats de conserver temporairement des

courbes suite à ses mesures ou de rassembler des graphiques dans un document, pour faciliter les échanges avec l'examineur et en vue de préparer leur synthèse. *Il est rappelé néanmoins qu'aucun compte-rendu écrit n'est demandé.*

Logiciels utilisés

Cette épreuve pratique fait appel à l'outil informatique et plus précisément à des logiciels de modélisation et 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 de modélisation ou de simulation, les compétences exigées consistent à être capable d'analyser le ou les modèles proposés, de comprendre les algorithmes implantés, d'identifier ou de modifier un nombre limité de paramètres, de compléter des procédures associées à des algorithmes fournis et d'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 d'une fonction en vue de recalculer 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 ;
- exploiter des signaux en vue d'analyses énergétiques (rendement, inertie, etc.), de 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 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.

Sur les aspects simulation numérique, la *connaissance préalable des logiciels retenus n'est en aucune façon exigée* et les candidats ne sont pas évalués sur leur aptitude à connaître et maîtriser leurs fonctionnalités. Dans tous les cas, l'aide d'un examinateur est toujours possible sans que les candidats ne soient pénalisés.

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 ou obtenues 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 avec satisfaction que la majorité des candidats a lu les rapports des années précédentes et s'est appropriée l'organisation et les attendus des sujets de l'épreuve pratique de sciences industrielles de l'ingénieur.

Ainsi, la grande majorité des candidats est bien préparée à cette épreuve et les prestations sont en progrès régulier et de très bon niveau.

Les interrogations de très faible niveau, très souvent dû à un manque de préparation de l'épreuve n'ayant pas permis d'acquérir les réflexes et compétences nécessaires à l'étude d'un système complexe, sont en diminution notable.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

Le jury rappelle aux candidats que les compétences spécifiques aux activités pratiques ne peuvent s'acquérir que par un travail régulier durant les deux années de formation. L'analyse des prestations de la session 2018 conduit le jury aux commentaires suivants confirmant certaines observations des sessions précédentes.

La simulation numérique pour l'analyse et la conception des systèmes dynamiques est devenue un outil familier à la majorité des candidats tant dans l'utilisation des outils de modélisation causale que de représentation acausale. Cette remarque peut être nuancée cependant, les candidats se sont familiarisés avec l'outil (qu'ils ne découvrent pas le jour de l'épreuve) mais ils ne le maîtrisent pas et ont du mal à identifier clairement le rôle joué par les différents blocs.

Des progrès ont été notés dans la présentation des résultats. L'utilisation d'outils de bureautique 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. Le jury conseille aux candidats de continuer à utiliser ces outils comme « mémoire » des résultats permettant d'appuyer explicitement et d'illustrer les analyses sur les résultats intermédiaires obtenus sans revenir sur des essais déjà réalisés précédemment. Il faut toutefois que les candidats pensent à *enregistrer* leur document au fur et à mesure dans le répertoire de travail indiqué par le jury en début d'épreuve au cas où il serait nécessaire de redémarrer le PC mis à disposition. Cependant, 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.

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.

Les sujets 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 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 réaliser un protocole expérimental) ne sont pas systématiquement suivies. Cela conduit à une perte de temps qui se révèle pénalisante pour la progression de l'étude.

Une part trop importante de candidats oublie de présenter l'ensemble des activités menées.

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.

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.

Les éléments composant les chaînes fonctionnelles d'information et d'énergie 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 d'énergie 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.

L'absence de vérification de l'homogénéité des relations manipulées et de la validation des modèles utilisés (effectuée expérimentalement ou en utilisant la simulation numérique) conduit une part non négligeable de candidats à des erreurs d'analyse. Par ailleurs, lors de cette session 2018, le jury constate qu'une part très importante de candidats ne vérifie pas la cohérence des unités ou fait des erreurs lors des conversions. 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 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 (résultante dynamique ou moment dynamique), la direction 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 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 de ce théorème ce qui ne semble pas acquis par tous les candidats.

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 mouvement « supposé » du système, 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 « réalistes » de modèle. Les formules de mobilité sont bien connues, mais sont généralement appliquées avec insuffisamment de recul sur la démarche mise en œuvre : cohérence des modèles choisis, prise en compte de modèles cinématiquement équivalents, etc. 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, notamment plan.

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 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 modèles simplifiés/modèles plus complexes/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 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.

Le jury constate que les attendus de la synthèse globale de fin d'étude semblent être familiers aux candidats. 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* et *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 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. En particulier, les résultats présentés doivent être

- retenus en raison de leur pertinence au regard du message à faire passer ;
- en nombre limité ;
- quantifiés vis-à-vis 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.

Conclusion

Pour la session 2019, 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 2018. 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 type sera publié sur le site du [concours Centrale-Supélec](#) au cours du mois de novembre 2018.

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 souhaite que les candidats s'imprègnent des conseils donnés dans ce rapport pour bien réussir cette épreuve.

ENTRETIEN SPECIFIQUE – PSI

L'épreuve comporte une préparation de 45 minutes suivie d'une présentation de 30 minutes.

OBJECTIFS DE L'EPREUVE

L'épreuve cherche à évaluer :

- l'acquisition des connaissances scientifiques et techniques ;
- la méthode d'analyse, l'aptitude à structurer la pensée, la maîtrise conceptuelle et linguistique ;
- l'ouverture d'esprit, le sens critique, la capacité à débattre des grands problèmes du monde contemporain ainsi que les qualités de communication en situation d'oral.

ORGANISATION DE L'EPREUVE

Les jurys sont constitués de deux interrogateurs – l'un enseignant dans le domaine scientifique, l'autre dans celui des sciences humaines. L'entretien se situe à l'interface des sciences physiques et des sciences humaines ; il évalue tout aussi bien les compétences d'analyse textuelle, d'argumentation et de communication du candidat que ses connaissances scientifiques et sa capacité de raisonnement. Cette approche corrélée permet de tester l'aptitude d'un futur ingénieur à penser l'alliance entre ces deux dimensions du métier. Le partage des points est équitable entre les sciences humaines et les sciences physiques. Tous les membres des jurys disposent des mêmes jeux de questions-réponses élaborés pour chacune des disciplines concernées. Les questions scientifiques couvrent l'ensemble du programme de physique-chimie des deux années de Classes Préparatoires.

À l'entrée en salle de préparation, un texte de quatre pages environ, extrait d'une revue scientifique ou technique, parfois de vulgarisation, est remis au candidat. Pendant la phase de préparation, le candidat peut annoter le document et, si nécessaire, consulter un dictionnaire. Il profite du temps imparti pour lire attentivement et analyser ce document afin de réaliser devant le jury :

- un exposé oral de 5 minutes (sans intervention du jury) au cours duquel la structure et la logique argumentative ou informative du texte devront être dégagées et ses enjeux mis en valeur ;
- une interrogation en sciences humaines (de 5 à 10 minutes) autour des enjeux, pouvant comporter des questions de vocabulaire, de compréhension et une discussion sur les problématiques développées dans l'article ; une interrogation scientifique de 15 à 20 minutes, constituée d'une résolution de problème et d'une ou plusieurs questions de culture générale relatives à l'actualité scientifique, à l'histoire des sciences et des idées, à la place des sciences dans la vie courante et dans l'industrie. L'ensemble est centré sur le ou les thèmes principaux abordés par le document.

Lors de la phase de préparation en salle, et un quart d'heure avant la fin, la « résolution de problème » est communiquée au candidat qui prend ainsi connaissance de la problématique et du document qui lui sera projeté lors de sa présentation. L'utilisation d'une calculatrice n'est pas autorisée.

L'entretien commence par les questions de sciences humaines. La résolution de problème est ensuite projetée sur un tableau blanc ; ce support de raisonnement peut contenir un schéma descriptif, une notice de fonctionnement, un ensemble de données utiles à la résolution, une figure ou un graphe que le candidat doit décrire, interpréter ou compléter. Le jury peut fournir des

informations complémentaires et orienter le candidat dans sa démarche par des questions de difficultés graduées.

COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

La moyenne générale de l'épreuve orale s'établit à 11.6 (11,64 en 2017 et 11,64 en 2016), avec un écart-type de 3.72 (3.64 en 2017 et 3.65 en 2016).

Le niveau d'ensemble en Sciences Humaines reste satisfaisant, à peu près équivalent à celui de la session précédente. La plupart des candidats connaissent le protocole de l'épreuve et savent gérer le temps imparti à chaque étape. Ils ont lu les rapports du jury, comme en témoignent leurs efforts pour construire leur exposé conformément aux consignes et leur bonne volonté dans les échanges avec leurs interrogateurs. La hausse de l'écart-type révèle cependant que le fossé continue de se creuser entre les candidats excellents, tant dans leur exposé qu'au moment de l'entretien avec le jury, et ceux qui peinent encore à répondre aux exigences de l'exercice.

De la même façon, le niveau général constaté en physique-chimie est satisfaisant. Les candidats ont montré un vif intérêt pour les sciences et ont su mener cet entretien de façon argumentée avec une bonne maîtrise du vocabulaire scientifique et des concepts maîtrisés, l'entretien avec le jury s'en est trouvé enrichi. L'écart entre les candidats s'est néanmoins affirmé selon leur capacité à appréhender le problème et à établir une stratégie simple et méthodique de résolution. Certains ont su construire une modélisation fondée sur des hypothèses réalistes et énoncer les lois physiques nécessaires dans une démarche raisonnée alors que d'autres, à l'autre bout de l'échelle des notes, ont avancé dans le problème de façon incohérente et désordonnée.

Le format de cette épreuve est désormais bien connu des candidats ; mais il en est encore trop qui n'ont pas compris la nécessité d'être en *échange* avec le jury.

COMMENTAIRE SUR LA PARTIE SCIENCES HUMAINES

Exposé oral

Rappel des attentes

De rapport en rapport, le jury rappelle que la réussite de cette première étape passe par une bonne gestion du temps (préparation et exposé), une fidélité au texte proposé, une rigueur dans la présentation, une capacité de synthèse et une distance critique pour en relever les enjeux (parfois implicites). Pendant cette phase, il est recommandé de garder sous les yeux le document lui-même (et pas seulement ses brouillons de notes), pour s'y référer précisément au moment de l'exposé.

Lors de l'exposé, il ne s'agit pas de résumer le texte, mais bel et bien de mettre en lumière ses différents constituants, que l'on suive la chronologie argumentative de l'article ou que l'on préfère une présentation thématique. Enfin, le jury conseille de ne pas négliger les intertitres, les illustrations et encadrés qui donnent parfois des clés de compréhension ou des éclairages pour nourrir la discussion. Une fois le texte élucidé, le candidat doit dégager les enjeux de l'article proposé, ce qui exige une prise de hauteur : il ne s'agit pas ici de répéter les arguments du texte dans l'ordre de leur apparition, mais d'évaluer la pensée de l'auteur dans une synthèse critique.

Bilan 2018

Les articles soumis aux candidats sont généralement bien compris, du moins dans leurs grandes lignes. L'exposé est le plus souvent construit : présentation générale, analyse, élucidation des enjeux du texte. Notons cependant que quelques rares étudiants tombent dans une description purement formelle : nombre et titre des parties (souvent une reprise pure et simple des intertitres), mention de ses encarts et/ou illustrations ; leur exposé n'entre jamais dans l'analyse du contenu.

Dans cette étape, le principal écueil est la gestion du temps. En début d'interrogation, les jurys rappellent à chacun que le temps imparti pour l'exposé est limité et qu'ils signaleront par une petite pancarte qu'il reste une minute avant la fin de la prise de parole. Les candidats sont même autorisés à se munir d'une montre, voire d'un chronomètre. Mais certains exposés sont inachevés faute d'avoir su respecter les cinq minutes accordées. Or il est essentiel de prévoir une conclusion qui offre une synthèse finale sur laquelle l'interrogation en Sciences Humaines pourra rebondir. Par ailleurs, trop de candidats confondent leur propre conclusion – celle qu'ils doivent apporter à leur exposé – avec celle de l'article.

Les jurys regrettent qu'un grand nombre ne prenne aucun recul sur le texte proposé, se contentant de le « résumer », au lieu de l'expliquer ; dans ce cas, l'exposé le plus souvent tourne court. D'autres étudiants le paraphrasent au fil de l'eau, sans en éclairer la structure ni en dégager les enjeux. Ils se condamnent ainsi à une répétition maladroite et inconsistante, bien loin de l'analyse personnelle attendue.

Les meilleurs, au contraire, réussissent un équilibre entre synthèse d'ensemble et analyse de détails. Ils présentent d'abord l'article (qualité de l'auteur, nature de la revue et date de publication, mais aussi genre et ton de l'article), conscients qu'il est essentiel d'évaluer la subjectivité de l'auteur tout comme le degré d'autorité de la publication. Ils pensent à contextualiser le texte en le liant à une question d'actualité scientifique, politique ou sociétale, ou encore à une question générale concernant l'histoire des sciences ou certaines positions éthiques ou philosophiques qui font actuellement débat. Ce type d'accroche est d'autant plus pertinent que tous les documents présentés dans cette épreuve sont des articles récents. Ils s'efforcent ensuite de relever la ou les thèses, la progression argumentative ou informative, les principales conclusions des auteurs. Après cet effort d'élucidation, ils sont en mesure de mettre au jour la question (ou les questions) que le texte soulève ; la problématique est alors développée dans une sorte de dissertation miniature avec un plan clairement annoncé. C'est l'occasion de montrer l'intérêt que l'on porte aux avancées technologiques et aux choix de société qu'elles imposent. Dans leur conclusion (bilan et ouverture), ils peuvent éventuellement porter un jugement critique sur l'article, en relevant, par exemple, le caractère sensationnaliste d'un propos.

Questions de langue

Rappel des attentes

Ces questions offrent d'abord l'occasion de revenir sur certains mots du texte qui auraient pu gêner la compréhension. La rubrique permet aussi d'évaluer l'art de la formulation. Par ailleurs, les candidats ne doivent pas être désarçonnés par les questions d'étymologie : les examinateurs espèrent une connaissance minimale des racines les plus courantes. Elles révèlent la culture « linguistique » du candidat, qui est un bagage important de sa culture générale : propension à décliner rapidement à partir d'un terme donné ses quasi-synonymes, antonymes, mots de la même famille, etc. Les interrogateurs sont du reste prêts à fournir les racines plus rares pour permettre au candidat de construire une réponse sensée.

Bilan 2018

Les questions de langue restent particulièrement discriminantes. Les candidats peinent à analyser le sens d'un terme, à en élaborer une définition simple et concise, à distinguer sens propre et sens figuré ou même à simplement trouver un synonyme ou un antonyme. Ils sont encore nombreux à ne pas tenir compte de la morphologie du terme à traiter : le synonyme d'un adjectif ne peut être ni un nom ni un verbe. Ils ne connaissent pas toujours les radicaux classiques, manipulés dans le cadre des études (hydro, géo, proto, méta-, etc.), voire les préfixes usuels (dis-, a-, in-, -pré-, sub-, con-, proto-, etc.). Beaucoup ne font d'ailleurs pas la différence entre un préfixe et un radical, entre un radical et un suffixe, entre des synonymes (jaunisse/ictère), des homonymes (étique/éthique) et des

mots de la même famille (mature/maturité/prématuré). Certaines étymologies élémentaires posent problème. Plutôt que d'avouer leur ignorance, certains se lancent dans des réponses hautement fantaisistes, à l'instar de cet étudiant qui relie *ad hoc* au célèbre capitaine d'Hergé... Les jurys rappellent qu'un dictionnaire est à disposition de chaque étudiant dans la salle de préparation. L'ouvrir aurait permis d'éviter bien des déboires, comme de buter sur le mot « idiome » (répété tout au long d'un article) ou « drastique », de proposer « subjection » comme antonyme de « consensus », ou de faire des réponses stupides à des demandes de définitions simples ; ainsi de ce candidat qui traduit « trépaner » par « agir sans réfléchir »... Se contenter de définir un mot en s'aidant du contexte ne suffit pas toujours. L'expression « faire pschitt » dans un article sur la télévision a été interprétée comme le bruit de l'appareil qui s'allume, alors qu'il fallait comprendre que la thèse soutenue se révélait sans importance. Enfin, les figures de style, hors la comparaison et la métaphore, ne sont pas repérées, ce qui interdit, par exemple, de prendre en compte l'ironie d'un propos (antiphrase) et conduit à un contresens.

La maîtrise de la langue est appréciée tout au long de l'entretien et il ne faut donc pas se relâcher une fois achevé l'exposé. Elle est satisfaisante pour un grand nombre, et même bien meilleure qu'à l'écrit. Certains commettent cependant des erreurs sur les pluriels, sur les modes, les morphologies verbales ou la syntaxe. On notera cette année une fâcheuse tendance à répéter le sujet : « L'auteur, il explique que ». Nous rappelons aux candidats qu'ils doivent s'interdire certains relâchements (« Ouais, c'est super intéressant », « Ok, Ok ») et les trop réguliers « au final » (pour « finalement »), « typiquement » et « du coup » (pour « par conséquent »). Il convient aussi de proscrire le « de plus » et le « donc » (ou « donc euh ») qui inaugurent tant de prises de parole et ponctuent parfois toute la prestation. De même, les examinateurs sont agacés d'entendre les sempiternelles formules « l'article explique que... puis l'auteur dit que... et là il dit que... », qui trahissent d'ailleurs le caractère paraphrastique de la lecture. Ajoutons qu'une mode veut que l'on mette désormais les verbes au futur, ce qui rend cette présentation plus irritante encore.

Questions de compréhension du texte

Rappel des attentes

Cette phase de l'entretien a pour objectif de revenir éventuellement sur des erreurs (ou des approximations) de lecture révélées au cours de l'exposé, ou de vérifier des connaissances. Il s'agit ici de proposer une élucidation clairement formulée des passages délicats du texte (une expression, un membre de phrase, voire une ou deux phrases). Les questions sont de difficulté inégale et le candidat ne doit pas se troubler s'il ne parvient pas à répondre à toutes. Les examinateurs sont sensibles à l'effort fait pour expliquer *précisément* l'expression ou l'extrait du texte à l'étude. Nous conseillons aux futurs candidats de profiter de ces questions pour fournir les apports personnels auxquels ils n'auraient pas songé pendant la préparation : les questions du jury sont des perches tendues pour les aider à approfondir ou compléter leurs analyses. La première réaction est donc de se demander pourquoi la question est posée : est-ce pour revenir sur une difficulté d'ordre lexical qui a peut-être entraîné une erreur de lecture, pour pointer une expression (ironique ou imagée, une figure de style) que l'on n'avait pas relevée, pour lever une obscurité ? Dans ce dernier cas, une reformulation du passage peut s'avérer salutaire. Mais elle est inutile et même parfois nuisible si la question vise plutôt à élucider une métaphore, à percevoir un clin d'œil, un trait d'humour, un jeu de mot, un détournement de citation ou un changement de niveau de langue, etc. Dans tous les cas, on préfère un étudiant qui tente une réponse honnête, plutôt qu'un autre qui élude la question en fournissant un commentaire hors-sujet. Les jurys sont également sévères face aux refus de coopérer, quand le candidat se débarrasse d'une question gênante par un « chais pas » et attend la question suivante.

Bilan 2018

Ces questions de compréhension sont, on l'aura compris, très révélatrices du niveau de lecture et d'interprétation de l'article. On s'aperçoit parfois que certains n'ont compris le texte (ou tout au moins l'extrait soumis à explication) que de façon floue voire à contresens. Mais le défaut le plus régulier est de proposer une réponse sous forme d'une paraphrase prudente, sans chercher à expliquer les *raisons* et les *conséquences* de l'assertion de l'auteur. Il arrive que, par précipitation, certains ne lisent pas attentivement le passage à élucider et s'embourbent dans une réponse verbeuse.

Les bons candidats sont en revanche capables de distinguer les concepts engagés pour pouvoir les analyser, en s'appuyant sur le contexte et l'orientation argumentative de l'article. Ils indiquent les présupposés et/ou les enjeux de telle proposition à commenter et présentent même parfois spontanément des illustrations pour étayer leur explication, ce qui leur offre l'opportunité de mettre en avant leur culture personnelle. Ils osent enfin critiquer, avec mesure, la pensée d'un auteur lorsqu'ils estiment qu'une idée est faible ou obscurément formulée, ou dans le cas d'un article à visée sensationnaliste comportant des approximations scientifiques.

Questions sur les axes de développement

Rappel des attentes

Cette partie de l'entretien permet de juger des capacités argumentatives des candidats et de leur curiosité intellectuelle. La rigueur logique, testée aussi dans la phase de l'interrogation scientifique, est largement sollicitée. Le candidat est invité à approfondir son exposé initial et à le compléter en faisant le lien entre les idées présentées par l'article et d'autres champs du savoir. Cette aptitude à connecter les réflexions correspond à la réactivité attendue par les examinateurs. Il n'est pas question ici d'asséner une opinion mais d'argumenter un avis de manière articulée, en situant la problématique, en posant les jalons d'une discussion contradictoire, en concluant de façon nuancée mais ferme. Cet exercice exige, plus que les précédents, un véritable entraînement. Les questions peuvent porter aussi bien sur l'histoire des sciences ou des arts, l'histoire en général, la littérature et le cinéma, les grands débats de société. Un candidat qui suit l'actualité pendant ses années de préparation, à qui il arrive de lire autre chose que les œuvres au programme et qui sort de temps à autre au cinéma se prépare déjà. Il ne s'agit pas d'avoir réponse à tout ; ce n'est pas l'érudition qui est recherchée, mais la curiosité, la volonté et la faculté de se poser des questions en variant les points de vue (social, psychologique, environnemental, politique, esthétique ...). Répétons qu'on peut chercher à réagir aux questions par une démarche d'hypothèses lorsqu'il paraît difficile de donner une réponse immédiate.

Bilan 2018

Comme chaque année, les prestations des candidats ont été hétérogènes. La principale difficulté est ici de construire en peu de temps une pensée cohérente, structurée. Les bons candidats ont pu improviser sur la base d'un exposé préalablement bien problématisé, avec des enjeux clairement repérés. Pour aider ceux qui n'avaient pas su repérer les enjeux de l'article, les jurys peuvent inviter à indiquer brièvement les arguments en faveur de la thèse et ceux qui la limitent.

Le jury réagit rarement au choix des arguments : il est là pour évaluer l'argumentation elle-même, c'est-à-dire la façon dont le point de vue *se défend*. Il est bon en effet d'insister sur le fait qu'une argumentation dépasse le stade d'un simple point de vue si elle s'appuie sur des exemples concrets, ou à défaut sur la défense du bon sens, moral ou logique ; si elle se développe en montrant ses propres limites, c'est-à-dire en pesant le pour et le contre et en précisant les conditions dans lesquelles elle est valable (on ne peut pas dire, par exemple, que le développement de la production des drones soit une mauvaise – ou une bonne – chose, tous cas de figure confondus). On rappellera aussi qu'une argumentation sera d'autant plus défendable et valorisée qu'elle sera portée par une

langue claire et dans un effort de structuration de la pensée. Or, la plupart du temps, les idées sont juxtaposées les unes aux autres (« et puis, et puis ») sans être ni articulées ni développées ; elles ne sont souvent en réalité qu'une succession de lieux communs.

Il faut dire que certains candidats manquent cruellement de culture, que ce soit en histoire des sciences ou en histoire des idées ; ils n'ont guère de matière pour nourrir leur réflexion, y compris sur des notions élémentaires ou sur des questions d'actualité (l'intelligence artificielle, les énergies renouvelables, les neurosciences, etc.). Les interrogateurs sont frappés par l'amnésie de certains candidats qui ont déjà oublié les connaissances acquises en français, histoire ou géographie. Et que dire de ceux qui n'ont pu évoquer l'aventure d'Ulysse chez Polyphème ou retrouver le nom de Calypso, alors que l'*Odyssée* d'Homère était au programme de l'année ! Les jurys déplorent qu'on confonde encore science et technique, recherche fondamentale et recherche appliquée, qu'on ne puisse rien dire de l'impact des découvertes techniques sur l'environnement. Ils s'étonnent des inepties produites par des candidats de formation scientifique ; l'un d'eux peut ainsi déclarer sans trembler que Pasteur a découvert « son vaccin » en « enterrant une vache folle », ce qui aurait immunisé le troupeau broutant le pré... Ils n'ont guère d'indulgence pour cet autre qui annonce tout à trac que, n'aimant pas lire, il n'a fait que parcourir l'article « en diagonale »... Pour conclure sur la culture générale attendue chez un futur ingénieur, nous devons signaler qu'au-delà des références « savantes » classiques, rien n'interdit d'exploiter des éléments d'une « pop culture ». Les examinateurs ont été surpris que la plupart des candidats conviés à donner un exemple de « trilogie » soient restés muets. Ont-ils craint de citer l'une des trois trilogies *Starwars*, celles de *Men in Black*, *Retour vers le futur*, *Scream* (devenu entre temps une tétralogie) ? Si le jury estime qu'il est nécessaire de connaître certaines constances culturelles (Bible, grands mythes, grands peintres, grands textes), il admet tout à fait que la culture cinématographique des candidats soit plus récente que la sienne...

Les très bonnes notes ont été attribuées à tous ceux qui ont fait l'effort de développer une réponse claire et illustrée, montrant une ouverture au monde et une capacité de réflexion sur les grands problèmes contemporains et/ou universels. Certaines réponses très satisfaisantes provenaient tout simplement de candidats au fait de l'état actuel de la recherche spatiale, des films récents mettant en jeu l'intelligence artificielle, des controverses de cette année autour de la vaccination et de l'homéopathie ou de la légalisation à venir de l'euthanasie dans certaines conditions, de la répartition de la production ou de l'approvisionnement énergétique en France, de la reconnaissance faciale dans les nouveaux Smartphones, etc.

Les futurs candidats ne devront pas perdre de vue que l'épreuve permet d'évaluer la réactivité et la capacité de dialogue, et ce doublement : un candidat lent, hésitant, laborieux est pénalisé pour son manque de dynamisme mais il perd aussi un temps précieux pour fournir des commentaires riches, particulièrement en fin d'épreuve. Quelques candidats sont visiblement tétanisés par l'exercice : ils parlent à voix basse en articulant à peine, gorge nouée, et leur ton est si monocorde qu'ils semblent réciter une leçon au tableau noir. D'autres manifestent leur nervosité par une volubilité brouillonne qui les conduit parfois à dire des sottises ou à faire montre d'une assurance frisant l'arrogance. La plupart, néanmoins, gèrent convenablement leur stress et se montrent ouverts à la discussion, dans une réelle interaction avec le jury. Ils ont bien compris que le jury n'était pas là pour les piéger, qu'il ne fallait pas se braquer si l'un des interrogateurs interrompait une réponse pour la réorienter, ni se raidir s'il contestait un argument avancé. Enfin, ils ont bien retenu le conseil répété de rapport en rapport : regarder les membres du jury, lequel se montre toujours cordial... Les meilleurs rebondissent aux propositions des examinateurs, s'expriment de manière convaincue, parfois même avec enthousiasme. Cette attitude positive est toujours récompensée. Quand elle va de pair avec la rigueur de la pensée, les jurys se réjouissent de pouvoir donner la note maximale.

L'entretien est une épreuve de communication. Est-il utile de conseiller aux prochains candidats de saluer son jury, sans obséquiosité ni humilité ni morgue particulière : tout simplement poliment ? Certains l'ont oublié cette année, comme ils ont oublié d'adapter leur tenue vestimentaire à la situation. Quelques (rares) étudiants sont venus vêtus d'un jean savamment déchiré ou en bermuda d'été. Quelqu'un a même osé arborer un T-shirts à message : « Les mathématiciens sont les meilleurs ». Il n'est pas sûr que les interrogateurs en Sciences Humaines aient apprécié, pas plus que les professeurs en Physique Chimie...

COMMENTAIRE SUR LA PARTIE SCIENCES

Rappel des attentes

L'épreuve évalue d'une part les connaissances scientifiques des candidats et d'autre part leur savoir-faire (capacités exigibles) défini dans les programmes de physique-chimie de première et de seconde années en Classes Préparatoires. Les *compétences* testées sur la résolution de problème sont les capacités du candidat à :

- *s'approprier* l'information en énonçant clairement la problématique ;
- *analyser* le problème en établissant une stratégie de résolution ;
- *mettre en œuvre* la stratégie ;
- *valider* en ayant un regard critique sur les résultats obtenus et le modèle adopté ;
- *communiquer* en expliquant le raisonnement et en étant réactif avec le jury ;
- *être autonome*.

Cette épreuve constitue une approche documentaire des sciences et techniques pour une démarche d'investigation en cohérence avec le socle du programme. Le candidat a l'occasion de mobiliser les connaissances et le savoir-faire acquis pour expliquer, illustrer, prolonger, voire approcher de nouveaux concepts en accord avec le texte, sans dérive calculatoire. Le choix des problématiques abordées dans l'épreuve permet d'évaluer la curiosité, le sens de l'observation, la créativité, le réalisme et l'analyse critique du candidat, ainsi que sa capacité de synthèse et son adaptabilité face à une technologie de pointe.

La résolution de problème accorde une grande place à l'initiative du candidat (choix du modèle, établissement des hypothèses, stratégie de résolution) ; mais une première approche de simple observation, effectuée sans calculs, est le préambule à une résolution élégante et épurée. Le candidat doit élaborer un schéma modèle, identifier les grandeurs physiques pertinentes et leur degré d'influence sur le phénomène physique (analyse dimensionnelle). Lors du choix et de la mise en œuvre de la stratégie de résolution, le cours constitue une véritable « boîte à outils » ; sa mobilisation et sa restitution sans faille ont une influence majeure sur la note globale. On attend que le candidat juge de la pertinence de ses résultats, identifie ses erreurs (inhomogénéité ou dénominateur qui peut s'annuler) et les corrige spontanément sans l'intervention du jury. La conclusion, aussi réaliste soit-elle, ne doit pas se restreindre à une valeur livrée sans justification ni être issue d'une méthode standardisée, sous peine de risquer le hors sujet. Les candidats ne doivent pas non plus limiter leur exposé à une approche purement mathématique, sans dégager à chaque étape sens physique et interprétation.

La maîtrise du vocabulaire scientifique est essentielle et symptomatique de la bonne compréhension du candidat. La transversalité souhaitée dans cette épreuve entre les sciences humaines et les sciences dites « dures » autorise l'analyse étymologique d'un mot pour permettre ou faciliter l'interprétation du phénomène ou de la propriété qu'il décrit (gradient, divergence, ou encore rotationnel).

Une difficulté majeure de l'épreuve est liée au caractère oral et spontané de son déroulement. Il s'agit d'un « entretien » entre le candidat et les deux membres du jury : la question est posée

oralement et s'appuie sur un schéma projeté au tableau que le candidat peut compléter ; la solution doit être élaborée et exprimée « en direct ». Cette épreuve demande beaucoup de hauteur sur les connaissances du cours et une forte réactivité.

Bilan 2018

Commentaire général

De nombreux candidats ont tiré profit de la phase préparatoire pour s'approprier la « résolution de problème » (orientée vers une application technologique) et mobiliser leurs connaissances en vue de l'entretien. Le jury a apprécié la bonne maîtrise du cours mais regrette souvent l'absence d'une « ligne claire », simplificatrice du raisonnement et d'un certain pragmatisme né d'une culture expérimentale. Au cours de l'interrogation scientifique, le jury aurait aimé voir plus souvent une introduction à la résolution de problème et une première approche descriptive de la stratégie de raisonnement adoptée. Cette démarche assurerait un bon cadrage du sujet et éviterait au candidat les malentendus ou les impasses.

Ont fait défaut aux candidats : la capacité d'analyse préalable de la problématique (qui ne doit pas être une paraphrase inutile de l'énoncé) et sa modélisation en vue d'une résolution rapide et simplifiée, l'aptitude au dialogue et à l'écoute nécessaire pour une réorientation du raisonnement. La compétence de modélisation, le plus souvent non guidée par l'énoncé, est un réel obstacle pour beaucoup. Les candidats méconnaissent les grandeurs numériques (ne pas omettre les unités) alors qu'elles sont exigées par le programme ; d'autres sont issues de calculs simples, accessibles sans calculatrice mais trop souvent laborieusement développées (les valeurs de $1000/2.5$, $4/5$ ont posé problème). Les connaissances sur les incertitudes restent faibles (type A/B, 95%, digits ou UR...), alors que les erreurs de conversion sont en constante augmentation.

C'est la compétence de mise en œuvre (ou réalisation) qui est la mieux partagée. Les candidats sont très à l'aise dans les calculs mais peinent souvent à leur donner un sens et à interpréter les résultats obtenus.

L'oral s'achève toujours sur une ou plusieurs questions de culture scientifique. Le constat est que les connaissances restent approximatives en histoire des sciences et dans de nombreux domaines techniques pourtant d'usage courant ou d'intérêt général : GPS, fonctionnement d'un lecteur CD, énergie renouvelable, pourcentage de l'énergie électrique issue des centrales nucléaires françaises, 230 V - 50 Hz, puissance consommée par divers appareils électriques, fréquences dans les domaines acoustiques et électromagnétiques, intensité du champ magnétique terrestre, masse volumique de l'air ou de l'eau, etc.

COMMENTAIRE PAR DOMAINE

Thermodynamique et bilans macroscopiques

La thermodynamique est essentielle pour comprendre le fonctionnement de nombreux dispositifs industriels. Mais leur étude est difficile pour les candidats dont les connaissances restent très théoriques et pas assez orientées sur les machines réelles.

Le premier principe est appliqué sans discernement (phase condensée, gaz parfait ou source idéale de chaleur) à cause de l'absence de définition du système et de précision sur les hypothèses adoptées (isobare, isochore...). Il est fortement conseillé de préciser (sur un schéma) le système successivement dans son état initial et son état final. Les transferts énergétiques sont mal définis, le principe en est vidé de son sens et il perd tout lien avec la réalité physique. Son application sur un volume de contrôle élémentaire entre deux instants voisins est souvent laborieuse. Le choix des fonctions d'état est souvent fait par habitude et non justifié. Le travail est très souvent associé

uniquement aux forces pressantes et de nombreux candidats font des erreurs de signes, assimilent la pression extérieure à la pression du système quelle que soit la nature de la transformation.

Pour les changements d'état, si la description qualitative en diagramme d'état est bien menée, l'analyse quantitative est beaucoup plus délicate.

Les bilans macroscopiques de seconde année, qui prolongent l'étude des machines thermiques réalisées en première année, ont connu plus de succès, alors que l'approche microscopique de la thermodynamique est très mal maîtrisée (théorie cinétique, vitesse quadratique...).

Phénomènes de transport

La loi Fourier est bien connue des candidats mais l'analogie électrique et la résistance thermique sont peu utilisées. Le candidat part systématiquement de la loi de Fourier ou propose d'emblée l'équation de la chaleur, quelle que soit la question posée.

Le théorème de Bernoulli avec ses conditions d'application est bien connu, mais son utilisation dans un contexte original, avec ou sans perte de charge, reste difficile. Le nombre de Reynolds est bien défini et correctement utilisé pour justifier le choix d'un profil de vitesse. Les candidats connaissent les ordres de grandeur relatifs aux fluides en écoulement.

L'équation de la dispersion de l'effet de peau dans le cas de l'onde thermique (mais aussi de l'onde électromagnétique dans un conducteur) est parfaitement maîtrisée dans sa méthode de résolution ; c'est son établissement qui est difficile. Peu pensent à utiliser le modèle de l'onde plane progressive harmonique (OPPH) avec un vecteur d'onde complexe.

Les candidats confondent fréquemment équation de diffusion et équation de propagation.

Mécanique du point et du solide

Cette partie est inspirée du programme de première année : le portrait de phase, les mouvements à force centrale et leurs propriétés, les accélérateurs de particules et les oscillateurs. Ces notions sont peu revues en seconde année et souvent oubliées ; l'entretien ne les envisage pourtant que dans des situations simples. Il est indispensable de maîtriser la cinématique d'un mouvement circulaire, de connaître l'expression de l'énergie mécanique d'un système en trajectoire elliptique, de retrouver rapidement les vitesses de satellisation et de libération. Il est souhaitable que le candidat puisse tracer rapidement le profil d'énergie potentielle effective et décrire qualitativement la nature du mouvement en fonction de la valeur de l'énergie potentielle. La troisième loi de Kepler est couramment utilisée.

L'analyse des forces mises en jeu pour expliquer un mouvement (qualitativement puis quantitativement) est mal menée (ou incomplète) et la compréhension des phénomènes mécaniques fait défaut. Un schéma, avec repère associé et représentation des forces et des champs, est nécessaire pour initier et fonder le raisonnement. Il est dommage que les candidats ne sachent pas utiliser le théorème du moment cinétique scalaire et la notion de bras de levier. Ils se perdent dans des calculs de produits vectoriels chronophages et sources d'erreur. Une confusion récurrente a été remarquée entre puissance et travail.

La mécanique du solide, souvent vue au cours des années de préparation en corrélation avec les Sciences de l'Ingénieur, a été bien traitée.

Il faut être prudent avec le formalisme mathématique. Il n'est pas rare de voir une égalité entre une grandeur scalaire et un vecteur, une comparaison entre vecteurs, une base polaire mal orientée, un module négatif... Les formules trigonométriques font souvent défaut.

Électronique

Le niveau global est insuffisant. Les candidats manquent de culture et d'expérience en électronique, ils ne connaissent pas les principes de fonctionnement et les ordres de grandeur des paramètres caractéristiques d'appareils courants tels que l'oscilloscope, la GBF, les batteries, piles et moteurs...

Si la reconnaissance des fonctions attachées à divers Amplificateurs Linéaires Intégrés (ALI) est acquise, elle s'accompagne néanmoins d'erreurs sur leur utilisation dans l'analyse élémentaire des circuits électriques. Les raisonnements sont effectués sur des montages simples qui ne nécessitent que l'utilisation des lois de Kirchhoff ou des ponts diviseurs (souvent difficilement reconnus). Si le théorème de Millman est utilisé, il doit l'être avec rigueur : les étudiants doivent avoir en tête qu'il est une réécriture de la loi des nœuds. En conséquence, les courants doivent être exprimables, ce qui n'est pas le cas en sortie de l'ALI.

Les questions en rapport direct avec les activités expérimentales d'électronique (analyse de montages et de chronogrammes par exemple) donnent lieu à des réponses calculatoires fastidieuses alors que sont attendus analyse du fonctionnement, discussion sur les réglages ou dimensionnement des composants utilisés. Les formes canoniques précisant la nature des filtres sont données au candidat ; il doit être capable de les reconnaître et d'en tracer le diagramme de Bode asymptotique. Cette épreuve ne peut pas être calculatoire au regard de l'esprit du programme ; l'analyse par schémas-bloc d'un système électronique simple s'avère nécessaire.

La séquence modulation-détection a beaucoup inspiré les candidats. Mais les ordres de grandeur des fréquences utilisées pour les signaux radio AM, FM et la téléphonie mobile (ou le Wi-Fi) sont mal connus. Le programme indique clairement les valeurs numériques que chacun doit retenir. En électronique numérique, la condition de Nyquist-Shannon est à revoir, ainsi que le phénomène de repliement de spectre.

Électromagnétisme

Les équations de Maxwell sont connues, mais les idées restent confuses quant à leur contenu physique. Les invariances et les considérations de symétries sont trop souvent omises ; les théorèmes d'Ampère et de Gauss sont en conséquence appliqués sans rigueur, ils peuvent parfois être avantageusement remplacés par les relations sous forme locale (un formulaire est à disposition des candidats). Si les calculs de champs sont en général aboutis, l'analyse des cartes de champs et des surfaces équipotentiels s'avère très laborieuse. Toujours beaucoup de calculs, peu d'interprétation physique.

L'induction a été globalement bien abordée au travers de la loi de Faraday. Des erreurs sont à noter dans les conventions de signe ou d'orientation (f.é.m., forces de Laplace, travail moteur ou résistant). L'induction est étudiée comme devant produire un courant induit alors que celui-ci n'existe que dans un circuit fermé. La recherche d'une tension induite n'est pas spontanée.

Les activités expérimentales relatives aux matériaux ferromagnétiques (cycle d'hystérésis) sont inégalement abordées et les montages mal maîtrisés. Le vecteur aimantation est inconnu pour beaucoup de candidats. Insistons sur le fait que l'approche expérimentale correspond à un ensemble de compétences exigibles susceptibles d'être évaluées au cours de cette épreuve d'entretien.

Conversion de puissance

C'est un thème très clivant. Soit les candidats maîtrisent parfaitement le sujet, soit ils peinent à amorcer la description du fonctionnement des interrupteurs rendant toute analyse quantitative hors de portée.

Le fonctionnement du hacheur, le principe du transformateur, la conception des moteurs à courant continu et synchrones spécifiques de la filière sont bien assimilés mais pas assez ancrés dans le réel : beaucoup n'ont sans doute jamais vu l'intérieur ou la constitution d'une machine. Les candidats ont tendance à utiliser des formules toutes faites, des raisonnements « standard » qu'il faut être capable de justifier à la demande du jury pour un développement plus élaboré et pertinent.

Physique des ondes

Le cours sur les ondes électromagnétiques est su et souvent « récité » mais hors contexte. Toute situation originale et contextualisée pose d'énormes difficultés, les candidats ne voyant pas comment utiliser leurs « outils théoriques » sur des cas concrets (énergie d'une onde électromagnétique absorbée par les tissus organiques, onde évanescence à l'interface verre/air...).

Il est difficile pour certains d'expliquer la signification exacte de O.P.P.H. (onde plane progressive harmonique) ou de définir une surface d'onde. Les ordres de grandeur des flux énergétiques surfaciques sont mal connus. La propagation des ondes dans les plasmas n'est pas assimilée, de même que la notion d'énergie propagée. La notion de paquet d'ondes est mal comprise.

On constate, cette année, une méconnaissance de l'équation de d'Alembert (dans les cas de la corde vibrante et de l'onde sonore notamment) ; les hypothèses et les approximations nécessaires à son établissement ne sont pas cernées. Cela a lourdement hypothéqué tout raisonnement relatif aux ondes.

Beaucoup de candidats sont déroutés par des questions simples de compréhension sur le son, sur l'intérêt de l'échelle en dB ou des calculs élémentaires sur l'intensité sonore. La notion d'impédance acoustique est connue d'un point de vue formulation mais reste inexploitée. Les coefficients de réflexion et de transmission sont utilisés sans être toujours correctement justifiés.

Les relations de passage d'une onde sonore d'un milieu dans un autre ne sont pas du tout maîtrisées et il est difficile aux candidats de les mettre en œuvre dans une situation décalée (pour une isolation phonique par exemple).

Optique géométrique

L'optique géométrique, même si elle est limitée aux lois simples et à quelques tracés illustratifs, n'a pas donné de bons résultats ; les tracés optiques les plus élémentaires ne sont pas assimilés ni les rayons lumineux orientés. L'optique « pratique » fait totalement défaut aux candidats : ils ne peuvent pas démarrer la résolution du problème car ils ne savent pas exploiter les données fournies (grossissement, caractéristiques d'une lunette, d'un viseur ...). Rappelons que les relations de conjugaison et les caractéristiques d'un instrument optique ne sont pas exigibles ; elles sont systématiquement précisées sur le document projeté. Le vocabulaire de l'optique est mal maîtrisé. Les termes grossissement, grossissement et agrandissement sont sans distinction pour un bon nombre de candidats. C'est un écueil récurrent qui met tout de suite en évidence le manque de compréhension et d'analyse. Une réflexion préalable à l'utilisation des formules de conjugaison est indispensable. Les candidats sont invités à mettre en place un « schéma de conjugaison » indiquant les points conjugués et les systèmes avant de se lancer dans une exploitation mathématique des formules.

Il est plus que jamais nécessaire de lutter contre la volatilité des connaissances, le programme de première année est exigible dans cet entretien mais reste trop lointain pour de nombreux candidats.

Chimie

Les candidats doivent pouvoir établir rapidement la structure électronique d'un élément chimique permettant de conclure sur l'ion le plus stable formé ou sur la nature magnétique du matériau.

Les bases de l'oxydoréduction sont bien maîtrisées mais les candidats ont du mal à interpréter une situation même simple. Les structures des piles sont connues, la formule de Nernst est bien utilisée et les analyses à l'anode et à la cathode sont justes mais la discussion sur les chutes de tension (ohmique et cinétique) est très limitée voire inexistante.

Les diagrammes E-pH ne font l'objet que de calculs et les candidats se heurtent à bien des difficultés quand il s'agit de les interpréter.

L'application des principes de la thermodynamique à une transformation chimique est très approximative. On constate toujours les confusions usuelles entre $\Delta_r G$ et $\Delta_r G^\circ$, ainsi qu'entre constante d'équilibre et quotient réactionnel. Les candidats méconnaissent la notion d'état standard. Faute de connaissances en thermochimie et de compréhension des outils mis en jeu, les candidats ne peuvent dépasser le stade de la récitation de quelques formules. Certains candidats méconnaissent la méthode de détermination d'une température de flamme, capacité exigible bien précisée dans le programme de PSI.

Lorsqu'il s'agit de prévoir l'évolution d'une réaction ou les conditions opératoires qui permettraient de l'améliorer ou de la stopper, l'utilisation correcte de l'enthalpie libre de réaction pose de sérieux problèmes. Les réponses se réduisent trop souvent aux principes de modération.

Les questions relatives à la cinétique électrochimie, aux phénomènes de corrosion humide, aux conversions et stockages d'énergie ont donné lieu à des prestations satisfaisantes.

Pour finir, il est regrettable que certains candidats fassent une impasse pénalisante sur la chimie.

RAPPEL DES CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Nous recommandons à tous de se munir de bouchons d'oreilles, de façon à rester très concentrés pendant le temps de préparation. La bonne gestion du temps est un facteur important de réussite ; c'est pourquoi on conseille de nouveau au futur candidat d'utiliser une montre qu'il posera devant lui pendant l'entretien afin de conserver la maîtrise du temps. Attention également à bien gérer la prise de notes : il faut écrire très clairement sur les brouillons (en évitant le recto verso et en les numérotant) pour ensuite pouvoir regarder le jury (les *deux* examinateurs) en continu.

Le candidat doit être dynamique comme il s'agit d'un entretien interactif, son attitude et ses réactions « à vif » ont beaucoup d'importance dans l'évaluation finale, y compris la gestuelle qu'il ne faut pas négliger. Cet effort est à fournir également dans l'interrogation scientifique : traiter un problème au tableau, commenter un schéma, raisonner à voix haute, c'est encore une manière de dialoguer avec les deux examinateurs. L'épreuve n'est donc pas d'abord littéraire puis scientifique ; elle est une et indivisible et doit être abordée comme telle.

Les étudiants doivent se tenir informés de l'actualité scientifique, économique ou encore sociétale, afin de maintenir leur culture générale à un niveau satisfaisant, tel qu'il sera requis dans leur futur métier d'ingénieur. Il serait bon de parcourir régulièrement la presse (écrite ou télévisée), de lire à l'occasion quelques revues de vulgarisation, de suivre quelques débats de société, et, tout

simplement, de remobiliser son bagage scolaire (français, philosophie, histoire, géographie...). Il peut être également utile de garder en tête, pendant la préparation en salle, la grille thématique propre à dresser les enjeux d'un article : technique, scientifique, économique, social, éthique, artistique, etc.

La préparation du concours, fondée sur un apprentissage régulier et approfondi du cours de physique-chimie, s'effectue par une approche équilibrée entre les exercices théoriques et l'expérience : la démarche expérimentale d'investigation effectuée dans le cadre des travaux pratiques est incontournable et riche d'informations pour la compréhension des phénomènes physiques. L'épreuve intègre une «résolution de problème». C'est une démarche qui ne s'improvise pas le jour de l'épreuve, elle est l'aboutissement de deux années de préparation. Il est fondamental de consulter le programme officiel où figurent les compétences qui y sont évaluées et les étapes de raisonnement souhaitées.

L'engagement de ces futurs ingénieurs dans l'école puis dans l'entreprise doit être significatif ; c'est ce que repèrent les examinateurs qui observent le dynamisme, la réactivité et l'adaptabilité des candidats à des situations parfois inattendues. Que chaque étudiant sache au demeurant que le jury interagit avec lui dans l'objectif de tirer le meilleur parti de sa prestation dans le temps alloué à l'exercice.