

Épreuves orales

Arts et Métiers, IMI

Ce document contient, pour le concours Arts et Métiers (IMI) :

- le rapport de l'épreuve de **mathématiques 2** (session 2019) ; les rapports des épreuves mathématiques 1 et mathématiques 2 sont partiellement fusionnés mais seule l'épreuve mathématiques 2 vous concerne ;
- le rapport de l'épreuve de S2I (session 2019) ;
- le rapport de l'épreuve d'anglais (session 2019) ;
- le rapport de l'épreuve d'entretien scientifique (session 2019).

Remarques :

- l'épreuve de TIPE est celle du tétraconcours ;
- le concours IMI comprend un entretien de motivation, il n'intervient pas dans le calcul de la moyenne.

Mathématiques

Présentation des épreuves

Épreuve de mathématiques 1

L'épreuve de mathématiques 1 est une épreuve sans préparation d'une durée d'environ 30 minutes. L'usage de la calculatrice est autorisé, mais elle est très rarement utile.

Le candidat se voit proposer un exercice de deux à quatre questions. Celles-ci sont progressives et la première est souvent très proche du cours. Il est tout à fait possible d'avoir une bonne note sans avoir répondu à toutes les questions. L'exercice proposé est avant tout un support pour évaluer les connaissances du candidat sur une ou plusieurs parties du programme et sa faculté à mener un dialogue réfléchi avec l'interrogateur.

Dans le même but l'interrogateur peut être amené à poser quelques questions en dehors de l'exercice, ce sans corrélation avec le niveau de la prestation du candidat.

Épreuve de mathématiques 2

L'épreuve de mathématiques 2 fait appel à l'outil informatique. Un ordinateur équipé des logiciels Python (distribution Pyzo et Anaconda en 2019) 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. 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, effectuer des calculs matriciels (par exemple résoudre un système linéaire ou rechercher les éléments propres d'une matrice), simuler une expérience aléatoire, émettre des conjectures... Dans cette épreuve, on évalue 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

Épreuve de mathématiques 1

Le format de l'épreuve est maintenant bien connu des candidats, qui sont très souvent à l'aise à l'oral, et a permis de classer ces derniers de façon efficace, tant sur leurs connaissances du programme que sur leur capacité à les mobiliser pour réfléchir sur des problèmes en interaction avec l'examineur. En ce sens, l'épreuve de mathématiques 1 a fort bien tenu son rôle.

On distingue assez nettement trois groupes de candidats.

Le premier est constitué d'étudiants très faibles, qui à la fois ignorent le cours et — conséquence inévitable — peinent à produire le moindre raisonnement. Leur nombre est limité et moindre que l'an passé.

Le deuxième, de loin le plus nombreux, offre un échantillon varié de candidats qui tous partagent une bonne et solide connaissance du cours mais qui, à des degrés divers, ont besoin d'être guidés par l'interrogateur.

C'est précisément l'utilisation qu'ils font de l'aide offerte par l'examineur et la façon dont ils interagissent avec lui qui permettent leur évaluation.

Enfin, le troisième groupe révèle un nombre non négligeable de candidats extrêmement brillants, maîtrisant parfaitement et le cours et les subtilités de son utilisation. Autonomes ils viennent à bout de l'exercice presque seuls. Il convient de saluer leur talent, évidemment, mais aussi de noter l'efficacité des classes préparatoires qui en deux ans arrivent à hisser ces étudiants à un tel degré de maîtrise des mathématiques, tout en amenant la plus grande partie de leurs élèves à un niveau plus que satisfaisant.

Nous eussions aimé terminer sur cette note réjouissante, mais il nous faut tout de même déplorer des lacunes fréquentes et persistantes dans les domaines suivants :

- les candidats ont du mal à représenter les situations qu'ils rencontrent ; ils ne font quasiment jamais spontanément de dessins ou schémas, pourtant une figure claire peut résumer les hypothèses du problème, exposer rapidement les notations introduites et aider à résoudre l'exercice ;
- le calcul asymptotique, l'appréciation des ordres de grandeur n'est pas toujours maîtrisé, en tout cas pas avec l'efficacité attendue chez ceux qui se destinent à une profession scientifique ;
- le calcul différentiel et la géométrie différentielle élémentaires sont souvent très mal connus au point que des questions aussi simples que le calcul des dérivées partielles en coordonnées polaires ou le lien entre le vecteur gradient et les ensembles de niveau d'une fonction font chuter des candidats.

Or si ces trois points ne relèvent que de compétences parmi d'autres, celles-ci dépassent le cadre des seules mathématiques pour constituer une partie du bagage de l'« honnête homme scientifique ». Voilà pourquoi nous nous attacherons l'an prochain à les évaluer et les contrôler, par le choix des sujets et les questions annexes posées.

Épreuve de mathématiques 2

La majorité des candidats a compris le principe de l'épreuve de mathématiques 2 et beaucoup ont pris la peine de se familiariser avec les fiches d'aide disponibles pour cette épreuve.

Le jury est globalement satisfait des performances des candidats. La majorité a été capable — parfois avec un peu d'aide — de répondre à l'étude numérique proposée et apporter des éléments de preuve mathématique, certains candidats le faisant de manière très brillante et autonome. Ces excellentes prestations sont un peu en diminution par rapport aux années précédentes. Par contre, on peut déplorer des prestations faibles aussi bien au niveau de l'emploi de l'outil informatique que de la maîtrise des questions mathématiques posées.

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. Un peu plus d'attention de leur part leur permettrait sans doute de mieux répondre aux exigences de l'épreuve.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Voici quelques conseils et mises en garde aux futurs candidats. Certains figuraient déjà dans les précédents rapports, d'autres non. Le jury conseille aux candidats de la prochaine session de lire également les rapports des deux années précédentes.

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 classiques est assuré d'avoir une note fort convenable. Toutes les notions du cours de deuxième année de PSI, mais aussi du cours de première année (intersection entre les programmes 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) ; alors même qu'ils en ignorent d'autres au programme. 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. En voici quelques exemples : un polynôme réel de degré impair admet une racine réelle, l'expression des racines n -ièmes de l'unité, reconnaître une primitive simple, écrire correctement une hypothèse de récurrence, utiliser une formule trigonométrique.

Il faut faire preuve de rigueur lors de l'application d'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 démontrer 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.

D'une manière générale, les candidats n'illustrent pas assez leur propos par des dessins, des figures ou des schémas. Le jury encourage et apprécie le recours spontané à des illustrations graphiques.

En début d'épreuve, la lecture, la copie quasi intégrale au tableau de l'énoncé, la présentation générale trop détaillée et creuse du sujet sont une perte de temps, les membres du jury interrogent toujours en ayant l'énoncé de l'exercice et le candidat est invité à entrer d'emblée dans le vif du sujet.

Utilisation du logiciel

Dans l'ensemble, la syntaxe de base du langage Python est bien maîtrisée ainsi que les rudiments d'algorithmique nécessaires pour l'épreuve, ce qui est un point positif. C'est moins vrai pour l'utilisation des outils d'ingénierie numérique.

Voici quelques conseils qui pourront aider les candidats dans leur préparation.

Il convient de se familiariser avec l'environnement Pyzo ou Anaconda avant de passer l'épreuve : télécharger le logiciel, repérer où sont l'éditeur et la console, comment les utiliser. Il est souvent préférable de n'exécuter qu'une partie de son script pour corriger une erreur ou obtenir de nouveaux résultats. On peut bien sûr faire des aller-retour dans l'emploi de l'éditeur et de la console.

Il est recommandé aux futurs candidats d'être plus vigilants aux messages d'erreur renvoyés par le logiciel lors de l'exécution d'un script : ils peuvent permettre de corriger de nombreuses fautes de syntaxe ou de mieux comprendre l'utilisation des fonctions proposés dans l'aide Python. Il convient de prêter une attention toute particulière aux parenthèses.

Il faut faire attention à ne pas commettre de fautes de frappe dans les imports si on emploie ceux mentionnées dans l'aide. Il faut aussi se méfier car des fonctions qui portent le même nom mais qui sont définies dans des bibliothèques différentes ne renvoient pas le même résultat.

Les feuilles d'aide sont disponibles sur le site du concours et peuvent permettre tout au long de l'année de préparation d'illustrer de manière concrète le cours de mathématiques. La différence est nette entre les candidats ayant bien préparé leur oral et connaissant les fiches d'aide proposée par le concours et ceux les découvrant pendant la demi-heure de préparation. Il semble, en particulier, que certains candidats admissibles aux Arts et Métiers n'ont pas pris conscience des différences entre l'ancienne épreuve de mathématiques et algorithmique du concours e3A et l'épreuve de mathématiques 2 du concours Centrale-Supélec.

Il faut être vigilant sur les bornes dans les `range`, sur les initialisations des variables avant les boucles ainsi que les terminaisons des boucles `while`. Il faut aussi faire attention aux indentations et à la façon de tester une égalité. D'une manière générale, les candidats doivent avoir une idée de la complexité de leurs calculs et ne pas attendre de longues minutes qu'une boucle interminable donne un résultat hypothétique.

Comme les années précédentes, les candidats restent peu sensibilisés aux problèmes liés à l'utilisation de nombres à virgule flottante, en particulier les problèmes de précision et de tests d'égalité. Trop de candidats ignorent qu'il y a des erreurs de calcul dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats.

La programmation des suites définies par une relation de récurrence est généralement bien menée. Il y a eu notamment beaucoup moins de candidats qui ont utilisé des fonctions récursives alors qu'une simple boucle permet d'obtenir les résultats demandés. C'est un point positif dont le jury est très satisfait.

Quand on demande une valeur numérique avec une certaine précision, il faut être capable de justifier que le résultat proposé respecte cette précision. C'est notamment le cas si on emploie une méthode de dichotomie ou si on essaie de donner une estimation de la somme d'une série numérique (ce qui implique alors de majorer un reste).

Les fonctions `quad` et `solve` ne s'emploient qu'avec des fonctions d'une seule variable. Si on veut les employer avec des fonctions dépendant d'autres paramètres, il faut alors les utiliser en définissant une fonction à l'intérieur d'une fonction. Cela a pu surprendre certains candidats, mais un exemple — qui concerne une intégrale à paramètre — est donné dans l'aide.

Les tracés sont globalement maîtrisés. Les erreurs les plus fréquentes sur ce point sont d'employer la fonction `plot` avec des listes n'ayant pas le même nombre de termes ou de confondre abscisse et ordonnée. La fonction `show` permet de faire afficher plusieurs tracés sur une même figure : attention le résultat peut être affiché dans une fenêtre en arrière-plan et bloquer le reste de l'exécution d'un script.

Le jury regrette que les commentaires sur les graphiques obtenus soit aussi pauvres : c'est dommage car l'interprétation d'un graphique peut donner lieu à de nombreuses conjectures. Il faut que les candidats pensent à regarder les échelles sur les axes lors des sorties graphiques et à les utiliser.

Le jury est globalement satisfait de l'utilisation de la fonction `odeint` pour les tracés de solution d'équation différentielle. Cependant, de nombreux candidats n'ont pas compris que le premier élément du tableau de temps T est celui sur lequel porte la condition initiale. Cela peut poser des difficultés quand on demande d'effectuer le tracé d'une solution d'une équation différentielle sur un intervalle I lorsque la condition initiale est prise en un temps situé à l'intérieur de I .

La manipulation des tableaux `numpy` est globalement satisfaisante. Il est recommandé de savoir extraire des lignes ou des colonnes de tels tableaux. Certains candidats ignorent que le produit matriciel ne s'effectue pas grâce à l'opérateur `*` et que l'opérateur `**` n'effectue pas l'élévation à la puissance d'une matrice.

L'utilisation du logiciel en algèbre linéaire demeure souvent délicate. Le rang d'une matrice n'est pas souvent utilisé alors qu'il permet de répondre simplement à de nombreuses questions.

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. Rappelons que ces vecteurs se lisent dans les colonnes de la seconde matrice renvoyée par la commande mentionnée ci-dessus et qu'un exemple montrant comment extraire un tel vecteur figure dans l'aide.

Rappelons que cette fonction renvoie toujours un résultat, même lorsqu'une matrice n'est pas diagonalisable. La fonction `eig` ne permet pas donc de répondre simplement à la question de la diagonalisabilité d'une matrice connaissant ses valeurs propres, il faut en plus étudier la dimension des sous-espaces propres (ce qui est assez simple en utilisant des rangs) ou encore utiliser un polynôme annulateur scindé à racines simples (et là encore, le logiciel peut faire le calcul).

Le procédé d'orthonormalisation de Gram-Schmidt pose problème à une proportion non négligeable de candidats. Certains se lancent dans des calculs au tableau ou sur feuille, forcément fastidieux, alors que l'outil informatique est particulièrement indiqué dans ce cas. On peut conseiller au candidat pour arriver

au résultat de bien décomposer les étapes de l'algorithme et d'avoir défini au préalable des fonctions calculant le produit scalaire et de la norme euclidienne associée.

En probabilités, les simulations numériques sont généralement bien menées. Cependant, quasiment aucun candidat ne cite la loi faible des grands nombres (ou Bienaymé-Tchebychev) pour justifier le fait qu'une moyenne de variables aléatoires indépendantes de même loi donne un résultat proche de l'espérance avec une grande probabilité. On entend trop souvent que la moyenne est « plus ou moins » la définition de l'espérance.

Analyse

Le chapitre qui a le moins de succès auprès des candidats est, cette année encore, celui sur les fonctions de plusieurs variables. La règle de la chaîne, formule assez incontournable non seulement des mathématiques, mais encore des sciences physiques ou de l'ingénieur est ignorée des candidats. Montrer qu'une application f de deux variables x et y est de classe \mathcal{C}^1 , au moyen des théorèmes de composition, s'avère être une tâche insurmontable pour certains candidats, qui en particulier ne semblent pas comprendre que la décomposition de f utilisée doit commencer par une application du couple (x, y) . La partie *d) applications géométriques* du chapitre calcul différentiel du programme de CPGE est ignorée ou mal connue de la grande majorité des candidats. Ceci est dommage puisque les exercices portant sur cette partie sont souvent simples et proches du cours et devraient permettre aux candidats d'avoir une bonne note.

La recherche de primitives usuelles ne relève pas toujours de calculs naturels pour les étudiants.

La maîtrise des développements limités est loin d'être acquise pour tous les candidats. Rappelons que pour donner le développement limité d'une composée $f \circ g$ de deux applications, on commence par celui de g . Peu d'étudiants utilisent des développements limités au sens fort (avec des grands O), c'est dommage car plus économique, pire certains ignorent la définition d'un grand O .

La formule de Taylor avec reste intégral est toujours mal maîtrisée, et cette année encore les formes fautives n'ont eu de limite que l'imagination sans borne de quelques candidats. Il serait sage de comprendre l'efficacité de cette formule pour obtenir des résultats globaux (par exemple des inégalités).

Pour les équations différentielles on déplore l'utilisation inappropriée de l'équation caractéristique dans la résolution de l'équation différentielle $y'' = \pm y$, ce qui reste toutefois moins grave que son utilisation dans le cas d'une équation à coefficients non constants. La méthode dite de « variation de la constante », utile (entre autre) 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* l'équation avec second membre. Les étudiants ne sont pas familiers avec les techniques de recollement des solutions d'une équation différentielle. La structure de l'ensemble des solutions d'une équation différentielle linéaire est parfois ignorée.

Les séries entières posent encore de grosses difficultés. Le jury rappelle aux candidats que la règle de d'Alembert (déduite de celle pour les séries numériques) n'est pas le seul outil pour déterminer le rayon de convergence d'une série entière. Très peu d'étudiants ont par exemple le réflexe de dire : $(a_n)_{n \geq 0}$ est borné donc le rayon est supérieur ou égal à 1.

Il est à noter des confusions fréquentes sur le vocabulaire : majorée, majorée en valeur absolue, bornée. Du reste les candidats omettent souvent les valeurs absolues, pourtant nécessaires lorsqu'il s'agit de montrer la convergence d'intégrales ou de séries. Dans \mathbb{C} l'omission du module conduit à des inégalités entre complexes.

Pour étudier une intégrale impropre, les étudiants ne regardent souvent que les bornes (même si c'est inutile) sans d'abord se demander sur quel domaine la fonction est continue (par morceaux).

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 exception précisée dans le programme : intégration par parties, changement de variables).

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

Il ne faut pas confondre somme directe et supplémentaire et il convient de maîtriser la définition de $E_1 \oplus E_2 \oplus \dots \oplus E_k$ souvent utilisée mais rarement comprise.

Il est parfois difficile d'étudier le caractère diagonalisable d'une matrice 2×2 . Le fait que les valeurs propres d'une matrice triangulaire se trouvent sur la diagonale nécessite souvent un lourd calcul. La recherche de vecteurs propres évidents (comme $(1, \dots, 1)^T$) est moins spontanée que l'année dernière. 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 : on ne peut pas se contenter de dire « 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 dans une base orthonormée. Reconnaître une transformation géométrique en petite dimension dans un espace euclidien est un sujet qui permet d'évaluer de nombreuses compétences. Enfin, la résolution d'un système linéaire n'est pas utile pour déterminer l'inverse d'une matrice orthogonale.

Si l'énoncé du théorème spectral, fréquemment demandé, est le plus souvent bien cité sous sa forme matricielle, il est bien difficile d'obtenir une formulation correcte pour les endomorphismes. Beaucoup d'étudiants parlent d'endomorphismes réels, expression dépourvue de sens et ne voient pas qu'il faut se placer dans le cadre des espaces euclidiens. La même difficulté existe pour les notions de matrices symétriques et d'endomorphismes symétriques. Il faut connaître les théorèmes de réduction et savoir que le lien entre matrice symétrique et endomorphisme symétrique se fait uniquement à travers la représentation de ce dernier dans une base orthonormée.

Probabilités

Le chapitre des probabilités semble avoir un statut particulier pour les candidats qui oublient trop souvent les hypothèses des théorèmes employés : ainsi est-il difficile d'avoir celles de l'inégalité de Markov ou la définition d'un système complet d'événements. Bien évidemment, la traduction, par exemple 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 cela ne doit pas se faire au détriment de la rigueur.

De nombreuses inversions des inégalités dans l'inégalité de Bienaymé-Tchebychev montrent que des étudiants n'ont pas réfléchi sur le sens de cette formule, pourtant cruciale.

La loi faible des grands nombres ne nécessite pas la mutuelle indépendance des variables aléatoires comme l'affirment beaucoup de candidats, mais leur indépendance deux à deux comme le stipule le programme.

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. Le jury 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.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

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

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

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

Supports matériels utilisés

Les supports utilisés lors de la session 2019 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 ;
- robot à câbles ;
- système d'égrenage de la vendange ;
- robot caméraman PIXIO ;
- slider de caméra ;
- système d'impression ;
- trieuse de pièces.

Organisation de l'épreuve

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

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

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

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

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

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

- développement d'un modèle multi-physique de niveau adapté à la durée prévue

- mise en équation d'un modèle de complexité raisonnable pour les candidats (des éléments sont fournis afin de les aider), en s'appuyant sur des hypothèses clairement énoncées et justifiées, pour définir la forme du modèle qui fera l'objet d'une identification et d'une validation ultérieure ;
- identification d'un modèle de comportement au regard de réponses expérimentales ;
- développement et mise en œuvre d'une identification expérimentale d'un modèle fourni ;
- enrichissement ou raffinement d'un modèle donné en ajoutant des éléments fonctionnels complémentaires (capteurs, actionneurs, etc.) ;
- etc.

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

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

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

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

- de valider ou 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 choisir des solutions d'évolution du système en vue de répondre à un besoin du point de vue de l'utilisateur et exprimé par un cahier des charges.

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

Capacité de synthèse et de communication

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

- de présenter rapidement le système, en se limitant aux fonctions et à la structure de la chaîne fonctionnelle plus particulièrement étudiées ;
- de présenter, d'une manière structurée, la problématique abordée ;
- d'exposer la démarche adoptée avec sa justification et éventuellement les difficultés rencontrées avec les solutions apportées ;
- de proposer un ensemble de conclusions de l'étude *en s'appuyant explicitement et quantitativement* sur les performances finalement obtenues au regard de la problématique mise en évidence.

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

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

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

Logiciels utilisés

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

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

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

- optimiser des paramètres en vue de recalibrer ou d'identifier un modèle, de déterminer un régulateur au regard d'un cahier des charges, etc. ;
- discrétiser, selon différents critères, un filtre ou un régulateur à temps continu ;
- mettre en œuvre un traitement numérique d'un signal ;

- exploiter des signaux en vue d'analyses énergétiques (rendement, inertie, etc.), traiter des signaux (intégration, dérivation, analyse statistique, etc.) ;
- analyser un diagramme d'états et compléter le programme informatique associé à son fonctionnement ;
- modifier un programme informatique et son implantation dans un automate ou un micro-contrôleur afin de satisfaire le cahier des charges et de répondre à la problématique étudiée.

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

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

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

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

Analyse globale des résultats

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

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

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

Enfin, le jury constate une diminution des très mauvaises prestations se traduisant par la diminution notable des très mauvaises notes. Ainsi, au regard des objectifs de l'épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur et des compétences évaluées, le niveau moyen des candidats est en augmentation.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

Appropriation du sujet et présentations orales

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

des schémas et des tracés explicatifs directement sur une feuille qui permettent simplement et efficacement d'illustrer les présentations.

Le jury conseille aux candidats d'utiliser les outils bureautique comme « mémoire » des résultats permettant d'appuyer explicitement et d'illustrer les analyses sur les résultats intermédiaires obtenus sans reproduire des essais déjà réalisés précédemment. Par ailleurs, les captures d'écran sont très pertinentes quand elles sont lisibles, certains candidats se limitent à une simple impression écran sans mettre correctement en évidence les éléments intéressants (titres, valeurs particulières, configuration, etc.).

- Le jury note aussi que trop de candidats ont tendance à inventer des exigences au lieu de consulter le cahier des charges fourni qui donne les critères à évaluer et le niveau d'exigence requis.

Partie en autonomie

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

Analyse

- Les éléments composant les chaînes fonctionnelles d'information et de puissance sont globalement bien connus, mais les candidats éprouvent souvent des difficultés à les situer précisément sur le support et à *faire une présentation structurée et synthétique* de leur organisation mettant en évidence l'architecture du système analysé (alimentation, pré-actionneur, actionneur, effecteur, etc.). Le jury note en particulier qu'un certain nombre de candidats présente des chaînes d'information et de puissance constitués de composants classiques rencontrés durant leur formation, sans se poser la question de leur présence réelle ou non sur le système considéré durant l'épreuve. Le jury rappelle à ce titre que les diagrammes SysML fournis (notamment les diagrammes de définition des blocs et des blocs internes) doivent permettre aux candidats d'identifier les constituants et de comprendre l'architecture d'une chaîne fonctionnelle.
- Sur un aspect expérimental, les mesures sont souvent interprétées à minima, ce qui traduit un manque d'analyse. Une comparaison de résultats souvent non chiffrée et sans valeur quantifiée n'est pas admise. Les expressions « cela satisfait les exigences », « les mesures ressemblent à la simulation », « la courbe est bonne », « les résultats sont similaires », etc. ne sont pas acceptables.
- L'absence de vérification de l'homogénéité des relations manipulées et de validation des modèles utilisés (effectuée expérimentalement ou en utilisant la simulation numérique) conduit une part non

négligeable de candidats à des erreurs d'analyse. Ce constat est particulièrement mis en évidence lors de l'utilisation de documents techniques où les valeurs des différents paramètres ne sont pas systématiquement données dans les unités du système international.

- Le jury note un manque de rigueur dans la comparaison de résultats issus de simulation et de mesures pour de nombreux candidats. Cette comparaison doit être systématiquement chiffrée (valeur maximale, finale, dépassement... par exemple). Certains candidats ne valident les exigences que qualitativement et non quantitativement, une réponse du type « on constate que c'est à peu près pareil... » n'est pas acceptable.
- Le vocabulaire lié aux systèmes continus linéaires et invariants (SCLI) a tendance à irradier les propos des candidats, même quand ce n'est pas pertinent : un écart entre une mesure et une simulation devient un « écart statique », une courbe est souvent interprétée comme « un premier ordre » ou « un second ordre » même si une expérience en rapport n'a pas été réalisée, le bruit de mesure devient souvent des oscillations d'une fonction du second ordre, etc.
- L'analyse des systèmes à événements discrets est encore mal maîtrisée. Les structures élémentaires (états distincts, transition avec événement obligatoire, garde optionnelle et effet possible, etc.) sont souvent trop mal maîtrisées.
- En automatique :
 - le choix ou la justification d'une loi de commande (structure, correcteur, etc.) repose souvent sur des critères trop généraux, non argumentés à l'aide *d'arguments quantifiés et contextualisés* liés au support étudié. On peut choisir par exemple les critères usuels comme la marge de phase au regard d'une pulsation de coupure souhaitée, la nécessité (ou non) d'une action intégrale selon le type de consigne ou la présence de perturbations, etc. ;
 - les comparaisons entre les courbes réponses simulées et les courbes réponses du système réel sont souvent très mal réalisées (effet des conditions initiales, stimuli injecté, comparaison entre modèles simplifiés, modèles plus complexes et système réel) ;
 - la connexion entre les résultats d'analyse harmonique et le comportement système dans le domaine temporel ne sont pas suffisamment connus ;
 - les capacités à manipuler et exploiter les réponses fréquentielles en boucle ouverte (diagrammes de Bode) pour déterminer des critères de performances classiques (stabilité, marges de stabilité) est en recul. La manipulation des diagrammes de Bode pose des difficultés importantes à une part non négligeable de candidats.

Modélisation

- Le jury déplore un manque de capacité à justifier ou à proposer un modèle de connaissance dynamique. Une phrase du type « j'applique le PFD ... » n'est pas une réponse pertinente, une épreuve orale exige la même rigueur scientifique qu'une épreuve écrite :
 - le jury rappelle la nécessité de préciser le système isolé, le bilan exhaustif des actions mécaniques extérieures, le théorème utilisé (TRD, TMD ou TEC), la direction éventuelle de projection, le point de réduction pour le théorème du moment, les hypothèses de modélisation, etc. Retrouver des

relations par analyse dimensionnelle sans être capable de les justifier avec les différents théorèmes vus en cours n'est pas acceptable ;

- l'utilisation du théorème de l'énergie cinétique (TEC) pour l'établissement des lois de comportement dynamique n'est pas assez maîtrisée. La présence d'une inertie équivalente dans une loi impose l'utilisation du TEC ce qui ne semble pas acquis par tous les candidats ;
 - la notion de quantités équivalentes rapportées à l'axe d'un actionneur est mal connue (inertie, masse ; couple, force ; coefficient de frottement équivalent). Leur utilisation est pourtant indispensable pour construire le modèle de comportement utilisé pour mettre au point la commande asservie d'un système.
- Le jury constate que le niveau en analyse et modélisation des liaisons est généralement faible. Les modèles associés sont généralement déterminés à partir d'un raisonnement intuitif en lieu et place d'une analyse rigoureuse par observation des surfaces en contact ou des mouvements élémentaires possibles. L'activité pratique donne la possibilité aux candidats, *par une observation et des manipulations du système* présent sur le poste de travail, de faire des *propositions* de modèles cohérents vis-à-vis des surfaces observées. Les formules de mobilité sont bien connues, mais sont généralement appliquées avec peu de recul, sur des modèles parfois équivalents cinématiquement au modèle attendu. Par ailleurs, les connaissances et savoir-faire élémentaires concernant la géométrie et la cinématique des solutions classiques de transmission mécanique sont rarement maîtrisés. De plus, le jury constate que les candidats éprouvent des difficultés à proposer un schéma cinématique d'un système de transformation de mouvement, même en modélisation plane. À ce propos, le jury constate l'oubli de certaines classes d'équivalence ou de certaines liaisons.
- L'identification de modèles comportementaux pose des problèmes à un certain nombre de candidats lorsque le type de modèle (premier ou deuxième ordre sous forme canonique) ou la démarche ne sont pas explicitement donnés. La reconnaissance d'un tel type de modèle ou le protocole d'identification expérimentale doivent être maîtrisés par les candidats.
- Pour l'identification de gains statiques, les candidats ont souvent des difficultés à déterminer le gain d'un système lorsque les conditions initiales ne correspondent pas à une entrée et une sortie nulles et utilisent d'une façon erronée le rapport des valeurs finales de la sortie et de l'entrée au lieu des rapports des variations de ces signaux autour de leur point de fonctionnement.
- Pour l'identification des constantes de temps d'une fonction du premier ordre les candidats utilisent en grande majorité le temps de réponse à 5%. Cette approche est soumise à une sensibilité trop importante de l'estimation de ce temps de réponse. L'utilisation de la valeur à 63% de la variation de la grandeur considérée est d'une part plus facile à mettre en œuvre, d'autre part est moins sensible aux erreurs de mesure.

Utilisation de l'outil informatique

- L'optimisation numérique est devenue un outil de base pour l'ingénieur et en particulier dans le contexte de sciences industrielles de l'ingénieur. Dans le cadre de l'épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur :
- lorsque l'optimisation d'un critère est nécessaire, le problème posé n'est pas de développer la procédure d'optimisation mais de mettre en place la modélisation et la démarche nécessaires pour

poser le critère à optimiser. L'optimisation est résolue ensuite au moyen d'une fonction fournie aux candidats ou disponible dans une bibliothèque ;

- il s'agit d'analyser et de comprendre comment la formulation du problème d'optimisation modifie le niveau de performance de la solution obtenue ;
 - le jury constate que le niveau des candidats augmente sur ces approches.
- La plupart des candidats connaissent les environnements de programmation classiques pour Python. La capacité à traduire un algorithme simple sous la forme d'un programme informatique est en progrès. Les difficultés des candidats n'arrivant pas à produire une procédure fonctionnelle sont dues à l'absence de maîtrise des bases de la programmation (manipulation de listes, etc.) et à une démarche non structurée dans l'écriture du programme.

Synthèse globale

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

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

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

Conclusion

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

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

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

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

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

Anglais

Présentation de l'épreuve

Les modalités de l'épreuve, identiques en langue obligatoire et facultative, sont désormais bien connues et maîtrisées : dans les vingt minutes qui leur sont imparties, les candidats doivent choisir entre deux articles de la presse anglophone récente, préparer un compte rendu structuré et un commentaire de l'article en question, qu'ils présentent ensuite à l'examineur pendant dix minutes. Ils échangent ensuite avec l'examineur pendant dix minutes. Les extraits choisis ne nécessitent pas de connaissances spécialisées, comportent entre 500 et 600 mots et datent de moins d'un an. Les candidats préparent et passent dans la même salle : il est conseillé de se munir de bouchons d'oreilles, afin de ne pas être gêné par la prestation du candidat précédent. Les candidats peuvent écrire sur le document pendant leur préparation.

La note attribuée prend en compte, à parts égales, la recevabilité de leur anglais, la qualité de la prise de parole en continu et la capacité à échanger de manière pertinente.

Analyse globale des résultats

Les notes vont de 2 à 20 et reflètent l'hétérogénéité des prestations. Toutefois, on constate que l'immense majorité des candidats connaît les attendus de l'épreuve. Rares sont les exposés indigents et un nombre non négligeable de candidats, pas tous anglophones, se voient attribuer la note maximale. Quelques candidats, notamment en langue facultative, semblent toutefois moins préparés à cette épreuve et proposent des prestations beaucoup trop courtes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury conseille aux candidats de réfléchir à l'article qu'ils choisissent. Trop souvent, ils optent pour un thème classique. Ce n'est peut-être pas toujours très judicieux. Le commentaire de ces articles est parfois périlleux : les candidats se cantonnent à un discours des plus convenus ou dérivent vers la récitation d'un discours pré-mâché. Sortir des sentiers battus peut s'avérer payant.

Le jury souhaiterait également attirer l'attention des candidats sur la prise de notes lors de la préparation : pour de nombreux candidats, l'excès de notes constitue un véritable obstacle à la communication.

La gestion du temps de parole

La prise de parole en continu doit durer entre 8 et 10 minutes. Les candidats respectent, dans leur ensemble, le temps de parole attendu. Certains le dépassent et il faut le leur signaler et parfois les interrompre car il est nécessaire de ménager un temps suffisant pour l'entretien.

L'idéal est de proposer un compte rendu de 3 à 4 minutes et un commentaire de 6 à 7 minutes, le reste de l'épreuve étant dévolu à l'échange.

Les prises de parole trop brèves sont sanctionnées dans l'évaluation.

Le compte rendu

De nombreuses introductions sont trop abruptes et se contentent de lire le para-texte sans en faire usage (*This text is an article written by... It was published in... The title is... The author of the article is...*) : il convient de contextualiser l'article, d'en indiquer brièvement la source et la date et de mettre en valeur l'idée principale ; en revanche, il est inutile de perdre du temps en détails superflus, pas plus qu'il ne

faut annoncer de plan ou diviser l'article artificiellement. On n'attend pas non plus une description des attendus de l'épreuve (*I will first summarize the article and then comment on it*). En revanche, il est souvent pertinent de caractériser le document (éditorial, plaidoyer, témoignage...).

Les comptes rendus les moins réussis sont en général linéaires. Ils reprennent les idées au fil du texte, parfois paragraphe par paragraphe, sans souci d'organiser, ni de hiérarchiser l'information. Or, le compte rendu doit montrer que le document a été compris. Il faut distinguer l'essentiel du subsidiaire et mettre en évidence la logique de l'argumentation. Un compte rendu structuré permet également d'éviter l'écueil de la répétition.

Les approches descriptives sont souvent paraphrastiques et ne permettent pas de restituer le texte de manière convaincante. (*The journalist begins by saying... then he says... he concludes...*). Certains candidats multiplient les emprunts lexicaux ou citent le texte abusivement ; rappelons qu'une reformulation de qualité est souvent le signe non seulement d'un lexique étendu, mais aussi d'une bonne compréhension du document étudié.

Les candidats doivent s'efforcer de conclure le compte rendu et de ménager une transition habile vers le commentaire, en évitant les formules artificielles comme "*So, that was it for the summary, now the question is...*".

Le commentaire

Le commentaire reste la partie de l'épreuve la moins réussie.

Un premier écueil concerne l'absence de problématique. Les candidats annoncent qu'ils vont discuter un certain nombre de points et réduisent leur commentaire à un catalogue d'idées ou d'exemples, parfois divisé en avantages et inconvénients.

Le second défaut récurrent est celui du hors sujet. Certains candidats donnent en effet l'impression de réciter un cours appris par cœur alors qu'il est capital de se concentrer sur la spécificité du texte et de ne pas s'éloigner thématiquement du support, par une vague association d'idées. Par exemple, un article qui décrivait comment certains parents corrompent les responsables des admissions dans les universités américaines a donné lieu à une leçon sur la discrimination positive (*affirmative action*). Un document qui dénonçait l'uniformisation de la pensée sur les réseaux sociaux a suscité un commentaire sur le *Patriot Act* et les mesures antiterroristes aux États-Unis. Le placage d'éléments extérieurs, dont le lien avec le texte est ténu voire inexistant est bien évidemment à proscrire. L'unique objectif n'est pas de « tenir » dix minutes, coûte que coûte, quitte à oublier l'article de départ. L'exercice consiste au contraire à examiner les enjeux *précis* soulevés par le support textuel, en les présentant de façon structurée et argumentée. Il faut pour cela des connaissances civilisationnelles car un bon commentaire doit être étayé d'exemples précis. Mais ces éléments doivent être au service de la réflexion et non s'y substituer.

Un troisième défaut consiste à confondre problématique et thématique. Sans constituer un hors sujet à proprement parler, ce type de commentaire est sanctionné par le jury car il ignore totalement la spécificité du support et donne souvent lieu à des commentaires binaires du type avantages et inconvénients des technologies.

Trop de candidats choisissent de consacrer une partie de leur commentaire à la présentation de solutions. Le jury aimerait rappeler que cela n'est en aucune façon un passage obligé.

Il est en outre vivement conseillé, dans tous les cas où cela s'avère pertinent, d'effectuer quelques remarques concernant le ton du texte (lorsque ce dernier fait apparaître des éléments humoristiques, ironiques, voire cyniques).

Une analyse des points de vue exprimés (par l'auteur, les personnes éventuellement citées) permettra également de donner du relief au commentaire. Une attention particulière doit également être portée au titre du document que trop peu de candidats prennent en compte dans leur analyse.

L'échange

L'échange va permettre aux candidats de corriger ou de compléter l'analyse qu'ils ont entreprise pendant les deux premières phases de l'oral. Le questionnement des examinateurs vise à attirer l'attention sur d'éventuelles erreurs ou imprécisions et parfois, de recentrer l'échange sur la problématique spécifique du document. On n'attend pas des candidats qu'ils expriment des regrets (*Maybe I should have said something else*), ou qu'ils se rangent à l'opinion supposée de l'examinateur, mais qu'ils prennent l'initiative et qu'ils proposent de nouvelles pistes de réflexion. Certains candidats y parviennent très bien. D'autres, peut-être moins préparés à l'exercice, refusent le dialogue sans offrir d'arguments probants. Il faut par ailleurs veiller à éviter les réponses lapidaires ou au contraire les développements interminables qui se terminent parfois par "*What was the question?*"

L'échange permettra, en outre, de juger des compétences extra-linguistiques telle la capacité à communiquer en interaction. Aussi, on ne saurait trop conseiller aux candidats de travailler leur posture lors d'un entretien.

La langue

La plupart des candidats s'expriment dans une langue facilement intelligible et nombre d'entre eux font preuve d'une aisance remarquable.

Les examinateurs regrettent toutefois un recours trop fréquent aux formules stéréotypées. (*A sentence caught my attention and it will be the root of my commentary*). Ils déplorent également une grammaire parfois approximative et une relative pauvreté lexicale, qui ne permet pas toujours aux candidats d'exprimer une pensée suffisamment nuancée. On ne saurait trop insister sur l'importance d'enrichir le vocabulaire, par la lecture, l'écoute et le visionnement de documents authentiques. Ce travail linguistique rejillira également sur la qualité du commentaire.

Les candidats doivent s'efforcer d'adopter un rythme adéquat ; certaines prestations sont tellement hésitantes que la communication est rompue, d'autres sont débitées à toute allure, au mépris des règles phonologiques de base. Par ailleurs, le registre de langue n'est pas toujours adapté ; le relâchement linguistique et la familiarité sont rarement synonymes de langue riche et idiomatique.

Conclusion

L'oral de langue est une épreuve exigeante. Outre un anglais de bon niveau, des qualités de réflexion, de synthèse et de communication sont nécessaires. Nous souhaitons que les remarques formulées dans ce rapport permettent aux futurs candidats de bien s'y préparer et constituent une base de travail pour les professeurs qui les accompagnent.

Entretien scientifique

Présentation de l'épreuve

L'épreuve comporte une préparation de 45 minutes suivie d'une présentation de 30 minutes. Elle cherche à évaluer :

- l'acquisition des connaissances scientifiques et technologiques ;
- 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.

Chaque candidat est interrogé par deux examinateurs — 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 examinateurs disposent des mêmes jeux de questions-réponses élaborés pour chacune des disciplines concernées. Les questions scientifiques (orientées le plus possible vers des applications technologiques) couvrent l'ensemble du programme de physique-chimie des deux années de classes préparatoires. Pour la première année, c'est le programme de PCSI qui est la référence.

À l'entrée en salle de préparation, un texte de quatre pages environ, extrait d'une revue scientifique ou technologique, 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 les examinateurs :

- 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, un quart d'heure avant la fin, une « 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. La calculatrice n'est pas autorisée au cours de cette préparation, mais elle peut être utilisée en présence des examinateurs pour préciser une valeur numérique.

L'entretien commence par les questions de sciences humaines. La résolution de problème est ensuite projetée sur un tableau blanc ; ce support du 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 à la demande du candidat et l'orienter dans sa démarche par des questions de difficultés graduées.

Analyse globale des résultats

Le protocole de cette épreuve est maintenant bien connu des candidats et l'équilibre entre la partie sciences physiques et la partie sciences humaines a été meilleur que les années précédentes. La plupart des candidats ont bien compris la nécessité d'être en échange avec les examinateurs dans un oral qui s'éloigne de l'« écrit au tableau » pour valoriser une compétence plus généraliste de l'étudiant, dans une situation le plus souvent inattendue. L'entretien scientifique ne se restreint pas à une évaluation des compétences techniques de vocabulaire ou de calcul du candidat : il cherche à évaluer ses capacités à réfléchir, à s'adapter, à s'engager dans la vie publique et à faire preuve d'ouverture.

De l'avis général, la plupart des candidats font preuve d'intérêt et de motivation pour réussir cet oral. Mais si les candidats sont de mieux en mieux préparés à cette épreuve, et c'est tant mieux, le niveau général des candidats reste en revanche assez contrasté.

Quelques candidats, par leur capacité d'analyse, leur esprit critique et leur culture, alliés à un réel talent pédagogique se sont vu attribuer la note maximale en sciences humaines. À l'autre bout de l'échelle, certains étudiants, heureusement rares, sont très faibles : ils sont souvent prisonniers de leurs notes, dans lesquelles ils se perdent, ont du mal à s'exprimer dans une langue correcte, à garder le contact avec les examinateurs, ou encore ne parviennent pas à rendre compte du texte à étudier, et leur culture générale et scientifique est souvent déficiente.

Le niveau global constaté en sciences physiques est satisfaisant et le niveau de langue dans le discours scientifique en nette progression. Les candidats ont montré un vif intérêt pour les sciences et ont su mener cet entretien de façon argumentée avec une bonne connaissance 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 ont avancé dans le problème de façon incohérente et désordonnée, faisant preuve parfois d'une malhonnêteté intellectuelle sanctionnée par le jury.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Commentaire sur la partie sciences humaines

Exposé oral

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. Un excellent exposé ne saurait se passer d'une introduction, d'un compte rendu de la structure et du ton de l'article, d'une conclusion. On ne négligera pas 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.

Les articles soumis aux candidats sont généralement bien compris, du moins dans leurs grandes lignes. L'exposé est le plus souvent construit : présentation générale, structure et ton du texte, compte rendu analytique, élucidation des enjeux du texte. Dans cette étape, le principal écueil est la gestion du temps. En début d'interrogation, les examinateurs 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 quoi qu'il en soit chaudement encouragés 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.

Le jury regrette que trop de candidats ne prennent aucun recul sur le texte proposé, et tombent dans une description purement formelle : leur exposé se contente, hélas, d'être une simple paraphrase du texte, sans aucune hiérarchie entre les moments forts de l'article et ses passages anecdotiques, et n'entre jamais dans l'analyse du contenu. Le plus souvent, cette paraphrase est un « résumé » sur le mode narratif (« Ensuite, l'auteur nous explique... puis il va, etc. »).

Les meilleurs candidats réussissent un équilibre entre synthèse d'ensemble et analyse de détails. Ils ont un bon niveau de langue. 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. Nous conseillons aux candidats de traiter la fin des articles, qui peuvent constituer l'aboutissement d'un raisonnement ou l'argument principal d'une thèse. S'attarder sur la première partie du texte, a contrario, signale un problème de méthode.

Questions de langue

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.

La maîtrise de la langue est appréciée tout au long de l'entretien et un bon niveau de langue doit être conservé même après l'exposé. Les examinateurs ont trop souvent croisé les tours faussement branchés : « au final » pour dire « finalement », « ça sera » pour dire « c'est », « du coup » pour dire « par conséquent », etc. Il est étonnant de constater que le sens de certains termes courant n'est pas connu : « drastique », « substrat », « avéré », « pragmatique », « séculaire », « suspicion », « acuité », « délétère », « cynique », laissent trop de candidats muets ou entraînent des faux-sens. Des confusions ont parfois été constatées entre les paronymes « matériel » et « matériau », « systémique » et « systématique »... On a pu s'étonner également que même le lexique scientifique soit mal connu des candidats, tel celui pour lequel la « recherche fondamentale » est une recherche « très importante ».

Si certains candidats savent reconnaître préfixes, suffixes, et radicaux les plus courants, savent différencier un sigle d'un acronyme, une métaphore d'une comparaison, et reconnaître une onomatopée ou un calembour, ces compétences ne sont pas encore à la portée de tous les candidats.

Questions de compréhension du texte

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 les candidats ne doivent pas se troubler s'ils ne parviennent 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 des examinateurs 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 mots, 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 examinateurs sont également sévères face aux refus de coopérer, quand les candidats se débarrassent d'une question gênante par un « chais pas » et attendent la question suivante.

Ces questions de compréhension sont, on l'aura compris, très révélatrices du niveau de lecture et d'interprétation de l'article. En général, la partie « compréhension » est la partie la mieux réussie par les candidats, qui sont, pour la plupart, capables de décrypter le sens d'un texte et de le commenter. Mais si peu de contresens ont été observés, les candidats n'arrivent généralement pas à se détacher du texte et proposent trop souvent une paraphrase du passage à commenter, sans expliquer les raisons et les conséquences de l'assertion de l'auteur. Certains peinent à expliquer les jeux de mots, tels ceux de certains titres : « La climatologie : un sujet chaud très chaud » ou « Le nylon sous toutes ses coutures », ou à percevoir et analyser tel ou tel trait d'humour ou d'ironie, ou encore à commenter le niveau de langue de l'article (par exemple volontairement familier « pareil chez Lehman Brothers », un « trucage »). Les « fausses interrogations », interrogations rhétoriques contenant leur propre réponse, sont parfois perçues, mais ne sont ni nommées comme telles, ni correctement analysées.

Questions sur les axes de développement

La partie « développements » est la partie de l'entretien où les candidats sont pendant quelques minutes « en roue libre » et ont la possibilité de témoigner à la fois de leur capacité de réflexion, de leur culture générale et de leur aptitude à former assez rapidement un discours construit et des phrases riches. Cette partie de l'entretien permet de juger des capacités argumentatives des candidats, de leur curiosité intellectuelle, mais aussi de leur niveau de langue. La rigueur logique, testée aussi dans la phase de l'interrogation scientifique, est largement sollicitée. Les candidats sont invités à approfondir leur 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.

Cette partie de l'entretien, la plus difficile, est la partie la moins bien maîtrisée en général, car les candidats manquent souvent de culture et de recul. La plupart des développements ont été globalement corrects. Néanmoins certains se caractérisent par une argumentation très pauvre, des idées non développées, de vagues esquisses sans aucune référence précise, alignées les unes à la suite des autres, réduites à un catalogue de lieux communs ou répétant une nouvelle fois le texte. La qualité de l'argumentation est liée à la culture générale et scientifique qui fait parfois cruellement défaut : si l'on n'a jamais entendu parler du « principe de précaution » ni des débats autour de la bioéthique, il est impossible d'alimenter une réflexion sur le bien-fondé de la prudence face à l'innovation technologique et scientifique. Certains candidats ne parviennent pas à développer leurs idées et en restent à quelques généralités sans grand intérêt au lieu de commencer par analyser les données de la question pour les conceptualiser et mieux les discuter. On note souvent une incapacité réelle à analyser les notions philosophiques. Par exemple, la notion d'éthique est régulièrement évoquée sans que les candidats parviennent à définir de quelle éthique il s'agit ; ainsi l'utilisation de voitures autonomes, de robots domestiques ou les transplantations de tête soulèvent-elles toutes indistinctement des problèmes éthiques...

Les candidats évitent souvent de proposer une introduction. C'est regrettable. L'introduction permet de délimiter le sujet et de formuler une question. Celle-ci n'est pas nécessairement une problématique. Elle permettra d'exprimer une réponse, si possible nuancée, en conclusion. Introduction et conclusion constituent les seuils indispensables à une réflexion équilibrée et étayée. Elles permettent au jury de suivre le raisonnement des candidats et offrent à ceux-ci la possibilité de structurer les étapes de leur pensée. Certaines argumentations ont en revanche été excellentes : rigoureuses, construites méthodiquement, et étayées par des exemples pertinents, précis. Il semble que certains candidats se soient préparés au cours de l'année au thème auquel se rapporte la question posée, tant l'argumentation est rigoureuse et précise. Les candidats qui n'ont pas décroché de l'actualité du monde contemporain pendant l'année 2018-19 avaient souvent à portée de main les exemples adéquats pour leur argumentation : marche des jeunes pour le climat, déforestation intensive au Brésil, objectif de limiter le réchauffement climatique à 1,5 %, etc.

Commentaire sur la partie sciences physiques

Commentaires généraux

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. 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 les examinateurs ;
- *être autonome* en présentant son interprétation du sujet et son orientation de résolution.

Cette épreuve constitue une approche documentaire des sciences et technologies pour une démarche d'investigation en cohérence avec le socle du programme. Les candidats ont l'occasion de mobiliser leurs 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 des candidats, ainsi que leur capacité de synthèse et leur adaptabilité face à une technologie de pointe.

La résolution de problème accorde une grande place à l'initiative des candidats (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. Les candidats doivent 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 les candidats jugent de la pertinence de leurs résultats, identifient leurs 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 formalisme et du vocabulaire scientifiques est essentielle et symptomatique de la bonne compréhension des candidats. 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).

En s'appuyant sur un schéma projeté au tableau, les candidats doivent communiquer l'avancée de leur raisonnement initié en salle de préparation et élaborer leur solution « en direct ». La difficulté majeure de cet « entretien » entre les candidats et les deux examinateurs est liée à son caractère interactif et spontané. Cette épreuve exige initiative, écoute et réactivité.

De très nombreux candidats ont tiré profit de la phase préparatoire pour s'approprier la « résolution de problème » 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 de raisonnement.

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.

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, mais le bilan de quantité de mouvement d'un système à masse variable (fusée) reste mal maîtrisé et les étudiants adoptent préférentiellement une étude dynamique alors qu'une analyse énergétique permet d'accéder de façon simple à la puissance (éolienne). L'approche microscopique de la thermodynamique est le plus souvent ignorée (modèle cinétique du gaz parfait, ses hypothèses, vitesse quadratique, pression et température cinétiques...).

Phénomènes de transport

La loi de Fourier est bien connue des candidats, mais l'analogie électrique et la résistance thermique sont peu utilisées. Les candidats partent systématiquement de la loi de Fourier ou proposent d'emblée l'équation de la chaleur sans terme source, 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 les candidats puissent 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, le générateur basses fréquences, les batteries, piles et moteurs.

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 (non exigible selon le programme), 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 préalable du circuit électrique, décomposition de son fonctionnement, discussion sur les réglages ou dimensionnement des composants utilisés. Les formes canoniques précisant la nature des filtres sont données aux candidats ; ils doivent être capables 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 WiFi) 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 équipotentielles 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 (force électromotrice, 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 des examinateurs 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 dérouterés 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 (point d'appui à des approches expérimentales selon le programme), 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 grandissement, 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. Il faut apprendre à travailler avec une montre ou un chronomètre : une mauvaise gestion du temps est pénalisante, notamment si dans l'exposé on dépasse le temps imparti ou si on termine sans pouvoir conclure. Attention également à bien gérer la prise de notes : il faut écrire très clairement sur les brouillons (en évitant le recto verso et en numérotant ses feuilles) pour ensuite pouvoir regarder les deux examinateurs en continu. Ne pas oublier qu'une introduction ne s'improvise pas plus qu'une conclusion.

C'est le moment de se souvenir qu'on est content d'arriver enfin à la dernière étape d'une épreuve pour laquelle on s'est préparé pendant deux ans ! Il faut aborder sereinement cette épreuve : les candidats doivent être souriants et dynamiques, et partir du principe que le jury auquel on s'adresse est rigoureux, mais bienveillant. Les candidats veilleront également à porter une tenue vestimentaire simple, mais soignée : ni espadrilles, ni shorts, ni tee-shirts imprimés... La tenue orale sera soignée : ni familière, ni guindée. 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 candidats 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. Ne pas oublier que certaines lectures, certains films sont agréables, mais aussi exploitables dans l'optique de cette épreuve, à commencer par la science-fiction, mais pas seulement !

Conclusion

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 (et les étudiants y sont de mieux en mieux préparés). 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.