

Mathématiques

Chaque candidat admissible au concours Centrale-Supélec passe deux épreuves de mathématiques lors de son oral, chacune d'entre elles ayant sa spécificité propre. Le rapport présente chacune des deux épreuves et donne des remarques spécifiques à chacune d'entre elles. Dans une troisième partie sont mentionnés des commentaires communs aux deux épreuves sur le contenu mathématique des prestations des candidats.

Épreuve de Mathématiques 1

Présentation de l'épreuve

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 dans les faits très rare. Le jury est conscient de la difficulté d'aborder un exercice et de tenter de le résoudre en un temps si court. Mais les exercices sont préparés en conséquence avec des questions de niveau croissant. 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 sur une ou plusieurs parties du programme. L'examineur peut poser d'autres questions que celles écrites sur le sujet, voire revenir à un exercice plus classique.

Analyse globale des résultats

Le jury note une amélioration des résultats, due surtout à la diminution de prestations de niveau très faible. Le format de l'épreuve est maintenant bien connu et les étudiants savent qu'il ne faut pas attendre les indications de l'examineur mais bien au contraire proposer des solutions. Un oral n'est pas une colle : il n'est pas recommandé de se tourner continuellement vers l'examineur pour quêter son aide ou son approbation. On attend du candidat qu'il fasse preuve de véritable initiative. Par ailleurs, il est inutile de jouer la montre : discourir pour faire passer le temps et ainsi tenter de dissimuler ses lacunes est une très mauvaise stratégie. L'oral doit être un dialogue constructif.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les étudiants sont, dans la grande majorité, bien préparés à cette épreuve et ont compris ses objectifs. Ils ont compris les compétences évaluées. La connaissance du cours et des techniques usuelles sont nécessaires mais il faut savoir réagir aux propositions/suggestions de l'examineur. Donnons deux exemples : si l'examineur propose de majorer une fraction, il s'attend à une réaction rapide du candidat, il n'indique pas qu'il faut majorer le numérateur ou minorer le dénominateur. S'il propose de chercher un polynôme annulateur de l'endomorphisme, il ne fera pas le calcul à la place de l'étudiant.

Conclusion

Le jury est globalement satisfait des connaissances des étudiants qui leur permettront de poursuivre des études scientifiques. Cependant, il faut apprendre mieux les définitions, essayer de prendre du recul sur les techniques acquises en cours et combler parfois certaines lacunes en calcul. Pour préparer cette épreuve, il faut s'entraîner à échanger sur des questions scientifiques. Bien évidemment,

les interrogations orales en classes préparatoires sont là pour cela, mais travailler en petits groupes certains exercices est aussi une idée judicieuse.

Épreuve de mathématiques 2

Présentation de l'épreuve

L'épreuve de mathématiques 2 est une épreuve de mathématiques, aidée de l'outil informatique. Un ordinateur équipé des logiciels Python (distribution Pyzo) ainsi que du logiciel Scilab est mis à disposition du candidat. Des fiches d'aide — qui ont été revues pour la session 2017 — présentant différentes fonctions Python pouvant être utiles sont fournies lors de l'épreuve sous forme papier et au format pdf sur l'ordinateur. Ces documents sont consultables en ligne sur le site du concours. Le candidat dispose d'une préparation d'un peu moins 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 comportements asymptotiques de suites, séries ou intégrales, 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

Le jury a été globalement satisfait des prestations des candidats qui sont légèrement meilleures que l'an passé. La majorité des candidats a compris le principe de l'épreuve et a pris la peine de se familiariser avec les fiches d'aide. Rappelons que les sujets proposés lors de cette épreuve sont tous conçus pour être résolus en partie à l'aide de l'outil informatique. Un candidat qui n'a pas touché à l'ordinateur pendant la préparation est forcément passé à côté de quelque chose. Inversement, passer trop de temps sur la partie numérique est une mauvaise stratégie : il s'agit bien d'un oral de mathématiques et pas d'informatique.

La moyenne des notes est de 11,6 avec un écart-type de 3,5. Une écrasante majorité des candidats a choisi d'utiliser le logiciel Python et a su l'utiliser de manière correcte pour répondre aux questions posées. Les commentaires des résultats obtenus sont corrects mais manquent parfois de pertinence notamment vis-à-vis de l'ordre de grandeur des quantités, des approximations du calcul en flottants. Si les candidats connaissent globalement leur cours, l'application des théorèmes pose parfois problème surtout quand il s'agit de questions très concrètes.

Commentaires généraux

Le jury insiste sur le fait que cette épreuve est une épreuve orale : les candidats doivent expliquer leur démarche. Cela vaut pour ce qui est traité à l'aide des logiciels mais aussi pour les commentaires des résultats obtenus et les démonstrations mathématiques. Il s'agit d'avoir un dialogue avec l'examineur et ne pas attendre qu'il leur donne dès le début de l'interrogation des éléments de solution : à ce titre les prises d'initiatives sont particulièrement appréciées. Néanmoins, il faut tenir compte des indications qui peuvent être fournies par l'examineur. On peut obtenir une très bonne note en étant réactif et en profitant au mieux des suggestions faites durant l'interrogation même si la préparation n'a pas été mise à profit pour répondre à toutes les questions 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 numériques

Les conseils ci-dessous pourront aider les candidats dans leur préparation.

- Il convient de se familiariser avec l'environnement Pyzo avant de passer l'épreuve : télécharger le logiciel, repérer où sont l'éditeur et la console, comment les utiliser. Il est notamment recommandé aux futurs candidats de comprendre les messages d'erreur renvoyés par le logiciel lors de l'exécution d'un script ce qui peut permettre de corriger de nombreuses fautes de syntaxe.

Par ailleurs, 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.

- 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 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.

- Bien que ce point ait déjà été mentionné dans les précédents rapports de jury, 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 ; et copier-coller une valeur affichée par un **print** est un moyen sûr de faire chuter la précision.

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.
- Quand on demande une valeur numérique avec une certaine précision, il faut être capable de justifier que le résultat proposé respecte cette précision. En particulier, pourquoi peut-on se contenter de sommer 10, 100, ou 1000 termes pour approximer la valeur d'une série ? Le programme de PSI propose plusieurs méthodes permettant de majorer le reste d'une série (comparaison à une autre série ou à une intégrale, critère des séries alternées) mais les candidats les utilisent rarement spontanément.

- Si la méthode de dichotomie est globalement connue des candidats, son implémentation informatique pose parfois problème notamment au niveau du contrôle de l'erreur commise.

- Les tracés sont globalement maîtrisés. L'erreur la plus fréquente dans ce domaine est d'employer la fonction **plot** avec des listes n'ayant pas le même nombre de termes. Attention la fonction **show** peut afficher la fenêtre en arrière-plan et bloquer le reste de l'exécution d'un script.

De plus, il faudrait que les candidats pensent à regarder les échelles sur les axes lors des sorties graphiques et pensent à les commenter... ceci leur permettrait sans doute de prendre alors de bonnes initiatives.

- Le jury a constaté une meilleure 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 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 .
- L'utilisation du logiciel en algèbre linéaire est plus difficile. L'utilisation du rang d'une matrice n'est pas souvent utilisée alors qu'elle permet de répondre simplement à de nombreuses questions.

Trop de candidats n'ont pas compris ce que renvoie la commande `eig` du module `numpy.linalg` et en particulier ne savent pas extraire un vecteur propre associé à une valeur propre donnée (il est peut être bon de rappeler que ces vecteurs se lisent dans les colonnes de la seconde matrice renvoyée par la commande mentionnée ci-dessus).

De plus, cette commande renvoie toujours un résultat même lorsqu'une matrice n'est pas diagonalisable. Pour répondre à la question de la diagonalisabilité d'une matrice connaissant ses valeurs propres, il faut donc soit étudier la dimension des sous espaces propres (ce qui est assez simple en utilisant des rangs), soit 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.
- En probabilités, les simulations numériques sont généralement bien menées. 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. À la place, on a droit à des explications peu convaincantes sur le fait qu'il faudrait faire un nombre infini d'expériences, ou que la moyenne est « plus ou moins » la définition de l'espérance...

Conclusion

Le jury est globalement satisfait des résultats du cru 2017. De très bonnes prestations ont été réalisées par des candidats maîtrisant parfaitement les outils pratiques et théoriques mis à leur disposition. Il 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.

Commentaires mathématiques relatifs aux deux épreuves

Analyse

Les théorèmes d'analyse qui portent sur la régularité des intégrales à paramètre ou sur le chapitre Suites et Séries de Fonctions sont généralement connus. On note cependant, comme chaque année, des méconnaissances sur les séries entières : définition du rayon de convergence (et non pas la méthode pour calculer R), mode de convergence d'une série entière. Certains développements en série entière usuels posent problème, en premier lieu ceux impliquant les logarithmes. Par ailleurs, pour développer en série entière $\frac{1}{(1-x)^2}$ (ou $\frac{1}{(1-x)^k}$ avec k entier naturel), il est en général plus

efficace de dériver la série entière de $\frac{1}{1-x}$ plutôt que de passer par le développement de $(1+x)^a$.

Il est licite de primitiver une série entière terme à terme ; en revanche le calcul de $\int_0^R \sum_{n=0}^{+\infty} a_n x^n dx$ est plus délicat, même en considérant l'intégrale sur $[0, R[$.

Le jury veut insister sur une tendance qui semble s'imposer : il est très difficile d'obtenir une définition précise d'une notion (en algèbre comme en analyse). En particulier, une notion difficile du programme est la convergence uniforme. Si les étudiants connaissent des méthodes pour démontrer la convergence uniforme d'une suite de fonctions (par exemple, « on cherche à majorer par une suite indépendante de x qui converge vers 0 »), il est rarissime d'obtenir la définition originale exhaustive de la convergence uniforme. On pourrait citer bien d'autres exemples. Le jury regrette le relatif manque de recul sur l'application des théorèmes. Certains disent : « on se place sur un segment inclus dans $]0; \infty[$ » avant même d'avoir appréhendé la situation. Ils cherchent à appliquer le théorème de convergence dominée alors qu'une majoration donnerait, éventuellement, un meilleur résultat.

La plupart des candidats connaît les critères d'interversion série / intégrale ou limite / intégrale mais n'utilisent pas forcément le bon. Soulignons que quand l'intervalle d'intégration I est non bornée, la convergence uniforme sur I (et a fortiori sur tout segment de I) n'est pas une condition suffisante d'interversion.

Le calcul différentiel est la partie la moins bien maîtrisée du programme (ce qui est regrettable pour de futurs ingénieurs). Faut-il préciser que le théorème de Cauchy-Lipschitz a des hypothèses, qu'il faut se placer sur un intervalle ? La méthode de variation de la constante est un outil indispensable et les étudiants doivent savoir obtenir une expression des solutions à l'aide d'intégrales si les primitives ne sont pas connues. Par ailleurs, très peu de candidats savent déterminer le plan tangent en un point régulier d'une surface d'équation $z = f(x, y)$. Ils ne font pas de différence entre le gradient de f (fonction de 2 variables) et celui de $f(x, y) - z$ (fonction de 3 variables). La règle de la chaîne est très mal maîtrisée (ne parlons pas de ses hypothèses) même dans les cas les plus simples. Les courbes paramétrées sont toujours aussi peu appréciées des étudiants. Les étudiants ont pourtant dû croiser en cours de physique des fonctions $t \mapsto f(x(t), y(t))$ mais malheureusement il semble exister une cloison étanche entre la physique et les mathématiques. Autre exemple, la notion de gradient : il est connu que c'est une grandeur vectorielle en physique, mais on la voit parfois devenir une quantité scalaire en mathématiques !

Un dernier point à souligner : les difficultés calculatoires sur des expressions algébriques élémentaires. Il n'est pas rare qu'un étudiant ait acquis les techniques du calcul asymptotique mais fasse des erreurs sur un calcul de fraction. Certains candidats bloquent sur des calculs simples, comme la somme des termes d'une suite arithmétique, alors que la somme des termes d'une suite géométrique est en général connue du moins quand le premier terme vaut 1. Enfin, faut-il préciser que l'expression $x \mapsto 1/x$ n'est pas linéaire ?

Algèbre

Les étudiants, peut-être à la lecture du précédent rapport, connaissent, sauf exception, les critères de diagonalisation. Mais, comme en analyse, le jury est parfois surpris de la difficulté à répondre à des questions élémentaires.

Calculer la dimension d'un sous-espace vectoriel nécessite l'utilisation d'un résultat du cours : il ne suffit pas de comprendre la notion, il faut savoir en justifier l'emploi de façon précise (par exemple à l'aide du théorème du rang ou de l'utilisation de l'orthogonal).

La formule de changement de base est en général bien connue, mais c'est la définition même de la matrice d'un endomorphisme qui pose problème. Trop de candidats ne savent pas donner la signification des coefficients de la matrice d'un endomorphisme dans une base donnée, ou confondent avec la transposée.

Le lien entre la trace / le déterminant d'une matrice et la somme / le produit des valeurs propres n'est pas toujours clair pour les candidats, qui souvent utilisent la trigonalisation dans $\mathbb{C}$ (un résultat pourtant non trivial) pour justifier l'égalité. Rappelons que la définition des valeurs propres comme racines du polynôme caractéristique et l'identification au signe près des coefficients de degré $n - 1$ et 1 avec la trace et le déterminant permettent simplement de conclure.

On regrette, comme les années précédentes, le recours quasi systématique aux matrices, par exemple pour les endomorphismes nilpotents. Il est explicitement inscrit dans le préambule du programme de PSI que l'étudiant doit choisir la représentation la mieux adaptée à la résolution de l'exercice.

Le théorème spectral a une version matricielle mais également une représentation géométrique. À peu près tous les candidats connaissent le théorème spectral et savent l'utiliser comme critère de diagonalisabilité. Par contre l'existence d'une base orthonormée, ou plus généralement l'orthogonalité des sous-espaces propres, est souvent négligée.

La majorité des candidats n'arrive pas à interpréter géométriquement les applications linéaires, y compris pour les éléments du groupe orthogonal $O(2)$.

Les projections sont mal connues et obtenir une définition correcte d'une projection et un dessin pour illustrer ce type d'application est devenu bien difficile. Rappelons que les applications linéaires qui ont une définition géométrique sont régulièrement utilisés pour fournir des exemples/contre-exemples ou pour aborder un exercice.

Enfin, là encore, une tendance inquiétante semble apparaître : le maniement des nombres complexes devient de plus en plus difficile. Donnons un avertissement clair : l'année prochaine les compétences sur les nombres complexes seront plus systématiquement évaluées.

Probabilités

Cette partie donne lieu, approximativement, à deux types d'exercices.

Les premiers comportent la présentation d'une expérience et souvent l'étude d'une variable aléatoire associée. La compétence *modéliser* est donc particulièrement évaluée. Cependant, les étudiants sont surpris qu'on leur demande de préciser l'univers choisi. Il ne s'agit pas de questions théoriques sur la théorie des probabilités : il y a souvent plusieurs modélisations différentes d'un même problème, où l'examineur suivra en général le choix du candidat.

Trop souvent, les candidats ne pensent pas spontanément à utiliser la formule des probabilités totales. C'est pourtant un élément clé dans la résolution d'un grand nombre d'exercices de probabilités.

Les seconds exercices sont plus analytiques (calculs d'espérance, de fonctions génératrices, emploi de l'inégalité de Bienaymé-Tchebycheff...). Les candidats sont plus à l'aise sur ces questions sauf quand il s'agit de préciser les hypothèses des théorèmes et des définitions (existence d'une espérance, inégalité de Markov...).

Physique-chimie

Présentation des épreuves

Physique-chimie 1

L'épreuve physique-chimie 1 est une épreuve sans préparation, au cours de laquelle l'échange avec le jury dure un peu plus de 25 minutes. Cette épreuve est conçue pour évaluer en priorité la maîtrise des compétences *s'approprier*, *analyser* et *communiquer* par les candidats.

À cette fin, les sujets posés sont constitués d'un exercice unique, contextualisé et progressif, portant sur une ou plusieurs parties des programmes de physique-chimie s'appliquant en classes de PCSI et de PSI (les aspects expérimentaux font partie intégrante du domaine d'interrogation). L'énoncé comporte entre 3 et 6 questions, la première d'entre elles étant toujours une question de cours ou d'application directe du cours. Les questions suivantes permettent au jury d'apprécier la capacité des candidats à s'appuyer sur leurs connaissances et savoir-faire pour s'adapter à des situations nouvelles ; l'analyse physique, l'esprit d'initiative et la rigueur de la démarche doivent alors être mis en avant.

Au cours de l'épreuve, deux formulaires sont mis à la disposition des candidats : un formulaire d'analyse vectorielle, ainsi qu'un formulaire de physique regroupant les différentes lois et formules — rencontrées dans le programme — mais non exigibles (relations de passage pour le champ électromagnétique, formules de conjugaison des lentilles minces...). L'outil informatique n'est pas exploité dans cette épreuve. Les candidats peuvent être amenés à utiliser leur calculatrice personnelle sur autorisation du jury ; néanmoins, une évaluation correcte de l'ordre de grandeur des valeurs attendues est le plus souvent suffisante (et appréciée).

Physique-chimie 2

L'épreuve de physique-chimie 2 évalue les compétences suivantes : autonomie et initiative, appropriation des documents ou applications fournis lors de la préparation, communication.

L'épreuve comporte une demi-heure de préparation. Un ordinateur sur lequel est notamment installé python est à la disposition du candidat. Le candidat dispose de sa calculatrice personnelle pour toute la durée de l'épreuve (y compris le passage au tableau) : il est donc impératif de venir avec sa calculatrice.

L'énoncé donné au candidat tient sur une page au maximum.

La grande majorité des sujets comporte des documents complémentaires inclus dans l'énoncé ou bien fournis sur ordinateur.

Ces documents sont par exemple des diapositives, vidéos, documents techniques, extraits d'articles ou démonstrations à commenter, applications informatiques comme par exemple des scripts Python à exécuter. Ils sont fournis dès le début de la préparation. Ils peuvent également être consultés librement pendant l'exposé au tableau.

Les domaines abordés peuvent être choisis parmi n'importe quelle rubrique du programme des deux années de la filière PSI retenu pour le concours (à l'exclusion de la chimie organique et des mécanismes réactionnels).

Un sujet tourne autour d'au moins deux questions relatives le plus souvent à un thème du programme ; si la problématique présentée le permet, d'autres aspects du programme peuvent être abordés. Un sujet peut porter exclusivement sur de la chimie, qui est traitée comme toute autre rubrique du programme.

Le jury attend des candidats qu'ils présentent leur sujet : ils doivent en quelques phrases détailler la problématique abordée, la nature et le contenu des documents fournis et succinctement justifier de l'utilité des questions posées.

Les connaissances ne sont pas directement testées au cours de cette épreuve ; les planches proposées peuvent éventuellement comporter des rappels de cours, afin de permettre une immersion plus rapide dans le sujet.

Le cours ne constitue pas une base de repli pour les candidats, qui doivent rester concentrés sur la problématique proposée. Certains points du cours peuvent néanmoins être soulevés à la demande de l'examineur.

Analyse globale des résultats

Physique-chimie 1

Le jury a eu le plaisir d'assister à des prestations de très haut niveau, mais déplore également une augmentation de la proportion de candidats ne maîtrisant pas certains concepts fondamentaux du programme de physique-chimie. Les candidats semblent assez à l'aise en électronique et en électromagnétisme (hors induction et ondes). *A contrario*, ils réussissent en moyenne moins bien sur les sujets traitant de mécanique (programme de première année) et/ou de physique des ondes.

Concernant la forme, les candidats font bien la part des choses entre ce qui doit être écrit au tableau et ce qui peut être expliqué oralement à l'examineur. Les schémas et les graphes sont parfois réalisés de façon trop approximative ; les candidats, croyant « gagner du temps », se pénalisent alors eux-mêmes car ils ont ensuite plus de difficultés à s'appuyer sur ces éléments pour construire leur raisonnement. Toujours sous ce même prétexte, le jury a constaté à de nombreuses reprises que certains candidats ne lisent pas correctement les énoncés et se précipitent dans leurs réponses. Il importe donc de rappeler qu'il n'est pas nécessaire de traiter l'intégralité du sujet pour obtenir une (très) bonne note.

L'autonomie et l'initiative des candidats sont des critères importants de l'évaluation. Les énoncés sont en effet conçus de façon à laisser des libertés aux candidats, sur le paramétrage du problème et sur la stratégie de résolution à adopter, entre autres. Aussi, le jury regrette fortement que certains candidats, en manque d'idées de réponse, adoptent une attitude attentiste : un oral n'est pas une khôlle et les examinateurs n'indiqueront jamais exactement la marche à suivre ! En revanche, les questions posées au cours de l'oral ont souvent pour but de (re)mettre les candidats sur une piste pertinente.

Physique-chimie 2

Environ 25% des candidats obtiennent une note entre 15 et 20. À l'opposé, 25% des candidats n'arrivent pas véritablement à entrer dans une problématique donnée malgré les questions de l'interrogateur.

La discrimination entre les candidats se fait entre autres par :

— *la communication*

un sujet à présenter, ses documents, les réactions aux questions, les enseignements tirés des divers documents ou applications du sujet ; on voit trop souvent des candidats démarrer leur prestation par un calcul sans fournir aucune explication ;

— *l'initiative*

son absence est bien entendu sanctionnée, une indication peut (et doit) permettre au candidat de reprendre l'initiative. Certaines planches laissent une grande place à l'initiative, qu'il faut donc développer. Il n'est pas interdit par exemple d'évaluer une épaisseur de peau, de tenter toute application numérique permettant de préciser le champ des hypothèses ;

— *l'appropriation*

le jury regrette encore cette année des prestations qui ne font référence à aucun des supports proposés. Des photos, une vidéo doivent susciter un certain intérêt ; on attend donc au minimum un commentaire lors de la présentation.

Enfin, les candidats doivent être persuadés que l'objectif du jury, par les questions ou les remarques formulées, est de les évaluer avec bienveillance mais justesse et rigueur.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les remarques qui suivent ont pour objectif de relever les erreurs fréquentes sur certaines parties du programme mais ne doivent pas occulter le fait que les prestations des candidats sont globalement satisfaisantes et de bon niveau.

Remarques générales

Il convient de parler de manière audible et de dérouler son raisonnement sur un tableau structuré et organisé. Les réponses apportées lors de l'oral doivent systématiquement être justifiées. Le jury valorise les candidats prenant un temps raisonnable de réflexion avant de répondre pour apporter une réponse argumentée. Le temps de l'épreuve se doit d'être un échange constructif.

Les candidats doivent montrer une totale maîtrise des grandeurs physiques et des dimensions associées (les confusions entre puissance surfacique, puissance, énergie sont par exemple très fréquentes). Dans le souci d'éviter des erreurs d'homogénéité, il est très fortement déconseillé de mélanger des grandeurs numériques et littérales lors des calculs.

Les schémas proposés doivent être propres et clairs, les graphes lisibles avec des grandeurs identifiées sur les axes.

Les questions qualitatives, notamment celles demandant de commenter des courbes fournies par l'énoncé, doivent donner lieu à des développements précis, le plus souvent en lien avec les résultats déjà obtenus. Le jury ne se satisfait évidemment pas de réponses triviales, se limitant à « la grandeur Y augmente lorsque la grandeur X augmente ».

Bilans macroscopiques

Le jury a noté avec satisfaction que les candidats sont plus à l'aise avec les notions de systèmes ouverts/fermés. Les systèmes choisis pour la réalisation de bilans sont mieux définis que lors des précédentes sessions.

Les candidats doivent faire preuve de bon sens lors du choix du type de bilan à mettre en œuvre : pour déterminer une puissance, il paraît *a priori* plus efficace d'effectuer un bilan d'énergie que de quantité de mouvement.

La notation différentielle dans les bilans est souvent source de confusion (variation entrée/sortie ? temporelle ? spatiale ?).

La relation de Bernoulli est bien connue des candidats. En revanche, les conditions d'applications — lorsqu'elles sont citées — sont généralement citées partiellement et vérifiées avec peu de « bon sens ».

Chimie

Ce domaine est très clivant du point de vue des candidats. Le jury ne peut qu'insister sur le fait que des questions de chimie peuvent intervenir lors de l'oral et qu'il convient de ne pas négliger cette partie.

Conversion de puissance

Les prestations des candidats sont de qualité très inégale, sans demi-mesure.

Quelques notions sur les fonctions périodiques peuvent s'avérer utiles. Par exemple, la dérivée d'un signal périodique conduit à un signal alternatif, donc de valeur moyenne nulle.

Électromagnétisme

L'étude de l'induction pose, comme toujours, de gros problèmes aux candidats : l'analyse qualitative physique est au mieux incomplète, les surfaces ne sont pas orientées et les schémas équivalents ne sont pas tracés. Le jury attend de nets progrès sur cette partie.

L'exploitation des cartes de champ (incluant l'utilisation des symétries) est souvent approximative.

Attention à l'utilisation de l'adjectif *constant*, qui prête parfois à confusion : pour un champ, il est préférable de privilégier l'utilisation des adjectifs *uniforme* et/ou *stationnaire*.

Les milieux ferromagnétiques sont fondamentalement non linéaires, comme en attestent les cycles d'hystérésis qui les caractérisent. Une hypothèse de comportement linéaire, homogène et isotrope a donc nécessairement une validité limitée

Électronique

Les exercices proposés à l'oral tendent à limiter les calculs et à vérifier la bonne compréhension des notions fondamentales.

Les montages diviseurs de tension et de courant sont souvent très utiles pour éviter les calculs fastidieux.

Les notions de bande passante, facteur de qualité, pulsations de coupure ou de résonance sont source de confusion auprès des candidats.

L'étude du fonctionnement des oscillateurs quasi-sinusoidaux est généralement bien réalisée. En revanche, celle des oscillateurs à relaxation pose davantage de difficultés.

Mécanique

Les candidats ne doivent pas oublier qu'il convient de définir soigneusement le système étudié et que, un ou des schémas clairs facilitent grandement la résolution de problèmes en mécanique.

De façon assez surprenante, le paramétrage des systèmes masse-ressort peut poser de grosses difficultés : certains candidats ont par exemple du mal à distinguer longueur à vide et longueur à l'équilibre !

Le principe fondamental de la dynamique n'est pas la seule méthode envisageable dans l'étude d'un problème donné : les théorèmes énergétiques permettent souvent d'aboutir rapidement !

Phénomènes de transport

Beaucoup de candidats connaissent des équations par cœur (équation de la diffusion thermique par exemple) et veulent les utiliser à tout prix. Celles-ci ne sont pas forcément nécessaires à l'étude proposée : ainsi, en cas de déplacement global de matière, la conduction thermique passe souvent au second plan et d'autres théorèmes énergétiques peuvent s'avérer bien plus utiles (comme le premier principe industriel).

La notion de résistance (hydraulique, thermique ou de diffusion, en régime stationnaire ou quasi-stationnaire), est sous-employée : elle simplifie pourtant nombre de résolutions, surtout dans le cadre d'un oral sans préparation ! Lors de la détermination de la résistance thermique (ou hydraulique) d'un système, il convient de ne pas oublier que le problème doit être mis en équations en faisant attention à l'orientation relative du flux thermique et de la différence de température appliquée (ou du débit volumique et de la différence de pression imposée).

L'évaluation de l'ordre de grandeur du nombre de Reynolds d'un écoulement est généralement bien réalisée. En revanche, l'interprétation physique de l'ordre de grandeur obtenu est souvent fantaisiste : beaucoup de candidats pensent que la valeur $Re = 2000$ est toujours une valeur critique, indépendamment du problème étudié.

Physique des ondes

Le jury ne peut que conseiller aux candidats d'avoir les idées claires concernant la reconnaissance des ondes « usuelles » : ondes planes progressives harmoniques, ondes stationnaires par exemple.

Un exercice sur les ondes ne commence pas obligatoirement par l'établissement d'une équation de propagation : il faut aussi être capable de discuter de la nature des ondes à partir simplement d'une relation de dispersion.

Les propriétés des ondes électromagnétiques dans le vide — en particulier les propriétés énergétiques — sont mal maîtrisées.

Thermodynamique

Le jury note une proportion importante de candidats ne faisant pas la distinction entre transformations élémentaires et globales.

En calorimétrie, la modélisation des transformations est presque systématiquement fautive.

Certaines hypothèses sont mal interprétées : par exemple, l'écoulement d'un fluide incompressible se traduit souvent par une absence de variation de pression, ce qui devient gênant pour appliquer les bilans au programme !

Les machines thermiques posent toujours problème, notamment pour identifier la fonction de chacun de ses éléments : par exemple, il serait bon que les candidats sachent retrouver à quoi sert un évaporateur. Le jury tient également à rappeler que la transformation dans un détendeur est généralement considérée comme isenthalpique car ce n'est pas un dispositif dédié à un transfert thermique ou mécanique. La confusion entre transformation isenthalpique et transformation isentropique est trop fréquente.

Conclusion

Les deux épreuves orales de physique-chimie sont donc clairement différenciées dans leur déroulement et dans les compétences évaluées. Le jury invite les futurs candidats à bien prendre en considération les conseils précédents et est bien conscient du fait que la réussite de ces épreuves exige un grand nombre de qualités.

En physique-chimie 1, l'accent doit être mis sur l'appropriation du sujet proposé (définition du système étudié, analyse physique, énoncé rigoureux des phénomènes utilisés...) et sur l'interaction avec le jury. Les échanges doivent être constructifs et les candidats doivent faire preuve d'autonomie. Il est également indispensable que les candidats disposent d'un minimum de recul sur l'ensemble du programme, afin de réussir à faire le lien entre les situations proposées lors de l'oral et celles déjà rencontrées en cours ou en travaux dirigés.

En physique-chimie 2, l'accent doit être mis sur la présentation du sujet et l'intérêt qu'il suscite (il serait souhaitable que tout candidat expose d'emblée quelques propriétés ou résultats qu'il a réussi à extraire) ; par ailleurs, l'examineur a besoin qu'on lui présente le sujet pour être plus rapidement au fait des idées du candidat et de la situation étudiée. Puis on s'attend à ce que le candidat puisse prendre des initiatives sur la base de sa préparation ou des échanges avec le jury, qu'il n'hésite pas à dire qu'il reconnaît une situation étudiée ou semblable si c'est le cas.

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

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

- analyser un système complexe industriel instrumenté ;
- développer un modèle de connaissances ou de comportement, le valider et/ou le recalculer (expérimentalement et/ou à l'aide d'outils de simulation numérique) ;
- modifier son comportement afin de satisfaire les exigences issues d'un cahier des charges. Il pourra, par exemple, s'agir du choix d'une structure de commande, du réglage des paramètres d'un correcteur, de faire évoluer un composant matériel, d'implanter une modification d'un programme dans un automate, etc.

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

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

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

Conditions de déroulement de l'épreuve

Supports matériels utilisés

Les supports utilisés lors de la session 2017 étaient les suivants :

- boule gyrostabilisée double étage ;
- bras collaboratif ;
- bras haptique ;

- compacteur solaire communicant ;
- drone didactique contrôlé ;
- robot porte-endoscope pour chirurgie laparoscopique ;
- nacelle gyrostabilisée ;
- projecteur de scène motorisé ;
- robot delta ;
- simulateur de conduite ;
- système d'égrenage de la vendange ;
- système Hémomixer de collecte de sang ;
- système d'impression ;
- télescope ;
- toit ouvrant panoramique d'un véhicule particulier.

Organisation de l'épreuve

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

La *première partie* est conçue pour une durée d'environ quarante-cinq minutes. L'ensemble des activités est organisé afin de permettre au candidat de montrer sa capacité à s'approprier le support matériel fourni, analyser un système complexe, vérifier un ensemble d'exigences attendues du système industriel associé, déterminer l'écart entre les performances attendues et celles mesurées (ou simulées). Les activités de la première partie sont conçues de façon à permettre au candidat de s'approprier et de présenter le support, de dégager son organisation structurelle sous forme de chaînes fonctionnelles d'information et/ou d'énergie, etc. Pour les chaînes d'énergie et d'information, le candidat doit être capable de préciser la fonction, localiser les différents constituants associés sur le système et décrire leur principe de fonctionnement (exemple : pour les capteurs les plus classiques, le candidat doit être capable de présenter la structure du capteur, de préciser le type de signal de sortie etc.). Un échange avec l'examineur, d'une durée de cinq minutes environ, permet au candidat de faire un bilan de cette partie.

En conclusion de cette partie, le candidat doit être capable de *dégager la problématique* constituant la « colonne vertébrale » de la suite des activités. Pour cela, il doit s'appuyer sur les exigences exprimées par le cahier des charges et sur les résultats expérimentaux, ou de simulation, qu'il a obtenus.

La *deuxième partie* d'une durée de soixante minutes est conçue autour d'une activité de modélisation et réalisée en autonomie encadrée. Elle permet au candidat de montrer sa capacité à prendre des initiatives, à progresser en autonomie et à critiquer ses résultats. La démarche des candidats est évaluée et les examinateurs interviennent en fournissant des informations en vue de faciliter / débloquer leur progression.

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

- développement d'un modèle multiphysique dont le niveau de complexité est adapté à la durée prévue ;
- développement et mise en œuvre d'une identification expérimentale d'un modèle fourni ;
- etc.

Des démarches différentes peuvent conduire à la solution du problème abordé lors de cette deuxième partie. L'examineur s'attache à dissocier l'exactitude des valeurs trouvées de la cohérence et de la pertinence de la démarche, ainsi que de la capacité du candidat à justifier ses choix. Ainsi, le

jury évalue la capacité du candidat à prendre des initiatives, 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. À noter que, dans cette partie, la démarche amenant à une solution au problème étudié est rarement unique.

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

Dans le cadre de ces activités, l'appel à des outils de modélisation causale et/ou acausale peut être demandé.

La *troisième partie* est conçue pour amener le candidat à l'exploitation, entre-autre, des modèles développés lors de la deuxième partie. Les activités qui y sont proposées ont pour objectif global la prévision des performances et l'évolution du système en vue de satisfaire le besoin exprimé. Elle doit permettre au candidat de :

- valider et/ou recaler des modèles à partir d'essais expérimentaux et de résultats de simulations numériques des modèles élaborés ;
- enrichir un / des modèle(s) ;
- 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 / optimisation / adaptation des solutions envisagées (lois de commande par exemple) lors de la partie précédente. Cette partie contribue à la préparation de la synthèse finale.

Capacité de synthèse et de communication

À la fin de la quatrième partie, et en conclusion globale de l'étude, une synthèse courte, *limitée à trois minutes* au maximum, est demandée au candidat. Au cours de cette synthèse, *en appuyant explicitement sa présentation sur le support étudié* et les résultats obtenus, le candidat doit être capable :

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

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

Lors de cette épreuve pratique, la *communication* joue un rôle important puisqu'elle correspond au quart de la note sur l'ensemble de l'étude. L'évaluation tient compte des capacités du candidat 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 (Libre Office, Microsoft Office) permettant au candidat de conserver temporairement des courbes suite à ses mesures ou de rassembler des graphiques dans un document,

pour faciliter les échanges avec l'examineur et en vue de préparer sa synthèse. Il est a rappelé néanmoins qu'*aucun compte rendu écrit* n'est demandé au candidat.

Logiciels utilisés

Cette épreuve pratique fait appel à l'outil informatique et plus précisément à des logiciels de modélisation / 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 abordé lors des activités concernées.

Lors des activités faisant appel aux outils de modélisation/simulation, les compétences exigées consistent à être capable d'analyser le(s) modèle(s) proposé(s), de comprendre les algorithmes implantés, d'identifier et/ou de modifier un nombre limité de paramètres, de compléter des procédures associées à des algorithmes fournis et d'exploiter les résultats de simulation. L'utilisation de la programmation peut être demandée aux candidats pour compléter une activité de développement algorithmique portant sur des thèmes comme :

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

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

Pour la simulation des systèmes dynamiques, l'environnement Scilab/Xcos est utilisé.

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

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 des résultats et conseils aux futurs candidats

Commentaires généraux

La grande majorité des candidats connaît les attendus et l'organisation des sujets de l'épreuve pratique de sciences industrielles de l'ingénieur.

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

Analyse globale des résultats

Le jury rappelle aux candidats que les compétences spécifiques aux activités de travaux pratiques ne peuvent s'acquérir que par un travail régulier durant les deux années de formation. L'analyse des prestations de la session 2017 conduit le jury aux commentaires suivants confirmant certaines observations de la session 2016 :

- la simulation numérique pour l'analyse et la conception des systèmes dynamiques est un outil familier à la majorité des candidats ;
- des progrès ont été notés dans la présentation des résultats (que ce soit pour la synthèse ou au cours des différentes activités) et l'utilisation d'outils bureautique fournis en vue de sauvegarder les résultats obtenus au cours des activités menées (courbes, captures d'écran, etc.) s'est généralisée. Le jury conseille aux candidats de continuer à utiliser ces outils comme « mémoire » des résultats permettant d'appuyer explicitement et d'illustrer les analyses sur les résultats intermédiaires obtenus sans revenir sur des essais déjà réalisés précédemment. Il faut toutefois que les candidats pensent à enregistrer leur document au fur et à mesure dans le répertoire de travail indiqué par le jury en début d'épreuve au cas où il serait nécessaire de redémarrer le PC mis à disposition ;
- lors des échanges, le jury note que les candidats ne font pas suffisamment appel à l'utilisation de schémas ou de diagrammes illustratifs. L'utilisation de schémas simples, à l'initiative du candidat, et bien réalisés facilite la communication, clarifie la présentation et fait gagner du temps au candidat. La qualité des explications, la clarté et le soin des éléments utilisés pour la présentation font partie de l'évaluation ;
- les sujets comportent une importante quantité d'informations. Lors de cette session, le jury a noté que de très nombreux candidats ne prennent pas le temps de lire précisément et avec attention les sujets, et ne suivent pas les conseils ou consignes donnés, probablement par excès de précipitation. Parfois, des approches proposées ou des informations fournies (par exemple afin de faciliter la démarche de modélisation ou réaliser un protocole expérimental) ne sont pas systématiquement suivies. Cela conduit à une perte de temps qui se révèle pénalisante pour la progression de l'étude ;
- dans la partie en autonomie encadrée, l'évolution des candidats est en progrès même si le jury attend une plus grande initiative des candidats. Les activités menées doivent conduire à un modèle validé mais le jury rappelle que l'évaluation porte aussi sur la réactivité du candidat, sa capacité à l'analyse critique de ses résultats, la cohérence dans sa démarche et, si besoin, sa remise en question d'une façon argumentée ;
- la plupart des candidats connaît les environnements de programmation classiques pour Python. Cependant, une part importante de candidats n'est pas capable de traduire un algorithme simple

(compléter une méthode de Newton par exemple) sous la forme d'un programme informatique et ne maîtrise pas certaines bases de la programmation (manipulation de listes, etc.) ;

- les éléments composant les chaînes fonctionnelles d'information et d'énergie semblent assez bien connus, mais les candidats éprouvent souvent des difficultés à les situer précisément sur le support et à faire une *présentation structurée* de leur organisation mettant en évidence l'architecture du système analysé (alimentation, pré-actionneur, actionneur, effecteur, etc.). Le jury rappelle à ce titre que les diagrammes SysML fournis (notamment les diagrammes de définition des blocs et des blocs internes) doivent permettre au candidat d'identifier les constituants et de comprendre l'architecture d'une chaîne fonctionnelle ;
- l'absence de vérification de l'homogénéité des relations manipulées et de la validation des modèles utilisés (effectuée expérimentalement ou en utilisant la simulation numérique) conduit une part non négligeable de candidats à des erreurs d'analyse. Par ailleurs, lors de cette session 2017, le jury constate qu'une part très importante de candidats ne vérifie pas la cohérence des unités ou fait des erreurs lors des conversions. Ce constat est particulièrement mis en évidence lors de l'utilisation de documents techniques où les valeurs des différents paramètres ne sont pas systématiquement données dans les unités SI ;
- la différence entre les points de vue causaux et acausaux d'un modèle est mal connue notamment au niveau de la nature des flux échangés entre les éléments constitutifs ;
- 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. Le jury rappelle la nécessité de préciser le système isolé, le bilan exhaustif des actions mécaniques extérieures, le théorème utilisé (résultante dynamique, moment dynamique), la direction de projection, le point de réduction pour le théorème du moment, etc. Une épreuve orale exige la même rigueur scientifique qu'une épreuve écrite ;
- dans la modélisation des chaînes de motorisation à un seul degré de liberté, la maîtrise du calcul de grandeurs équivalentes rapportées sur l'axe d'un moteur (moment d'inertie, couple résistant, couple de frottement, etc.) est en progression. Cependant une part des candidats ne pense pas à exploiter une approche de ce type et, lorsqu'elle est choisie, un *manque de rigueur* dans la démarche et les notations employées est souvent noté. Le jury rappelle que l'utilisation du *théorème de l'énergie cinétique* pour établir le modèle de connaissance d'une chaîne de motorisation à une seule mobilité est l'outil pertinent à privilégier ;
- le jury constate que le niveau en analyse et modélisation des liaisons est généralement faible. Les modèles associés sont généralement déterminés à partir d'un mouvement « supposé » du système, en lieu et place d'une analyse rigoureuse par observation des surfaces en contact ou des mouvements élémentaires possibles. L'activité de travaux pratiques donne la possibilité au candidat, par une *observation du système* présent sur le poste de travail, de faire des *propositions* « réalistes » de modèle. Les formules de mobilité sont bien connues, mais sont généralement appliquées avec 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, notamment plan. À ce propos, le jury constate l'oubli de certaines pièces, et l'oubli de certaines liaisons ;
- 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 de *critères 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 et/ou présence de perturbations, etc. Si l'exploitation des réponses fréquentielles en boucle ouverte (diagrammes de Bode) pour déterminer des critères de performances classiques (marges de stabilité) est maîtrisée par la majorité des candidats, elle pose des difficultés importantes à beaucoup d'autres pour en déduire directement des propriétés du système en boucle fermée (gain statique ou encore bande passante par exemple) afin de déterminer les performances du système au moyen d'une approche simplifiée ;

- l'analyse des systèmes à événements discrets est encore mal maîtrisée et en conséquence trop partielle. Les candidats n'associent pas correctement les entrées du système avec les transitions (événement ou condition de garde) et les sorties du système avec les activités, les actions ou les effets. Trop de candidats proposent des sorties du système dans les événements ou conditions de garde et des entrées du système dans les actions ou les activités. Les diagrammes d'états proposés ne sont toujours analysés qu'en lecture. Néanmoins, la proposition des différents états actifs à partir de l'évolution temporelle mesurée et constatée d'un système pose de réels problèmes, ce qui montre le manque d'entraînement des candidats pour cette phase de description temporelle d'un système à événements discrets ;
- le jury constate que les attendus de la synthèse globale de fin d'étude semblent être familiers aux candidats. Toutefois, une proportion trop importante a tendance à rentrer dans des détails inutiles dans cette phase, particulièrement sur la démarche adoptée. En plus de déborder largement du temps imparti, un niveau de détails trop important conduit souvent à un exposé confus et mal structuré. De même, une présentation trop générale, indépendante du support étudié, sans lien précis avec la problématique abordée ou en faisant artificiellement référence aux écarts définis dans le programme de la filière PSI sans les justifier dans le cadre de l'étude menée, n'est pas considérée. Cette activité *demande un réel entraînement* et le jury conseille aux candidats
 - d'exposer cette dernière phase d'évaluation en s'appuyant sur des résultats graphiques et numériques ;
 - de s'entraîner à ce type d'activité avec une structure de présentation articulée autour de trois points
 - ★ la *mise en évidence* de la problématique étudiée ;
 - ★ la présentation des points clés de la *démarche* amenant le candidat aux solutions élaborées ;
 - ★ et une *conclusion argumentée* au regard de résultats quantifiés et de la problématique initiale.

Il est indispensable que les candidats fondent leur présentation sur le support étudié, les modèles développés ou étudiés, les mesures et analyses réalisées en rappelant systématiquement les principaux résultats obtenus. En particulier, il est attendu des résultats pertinents en nombre limité et quantifiés au regard des exigences formulées par le cahier des charges. Le jury n'attend pas un compte rendu linéaire des activités abordées au cours de la séance.

Évolutions pour la session 2018 et conclusion

Pour la session 2018, 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 2017. En particulier, la partie

en autonomie encadrée prévue sur une durée d'une heure environ (en conservant l'objectif du jury d'évaluer la part d'autonomie et la capacité d'initiative du candidat) et la synthèse effectuée devant un examinateur n'ayant pas suivi le candidat lors des quatre heures de l'épreuve seront poursuivies.

Au moins un sujet comportant une progression en « autonomie encadrée » sera publié au cours du mois de novembre 2017.

La préparation de cette épreuve ne s'improvise pas et l'acquisition des compétences évaluées ne peut être obtenue par la simple réalisation de quelques travaux pratiques d'entraînement. Il est en effet 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 ;
- les principes d'utilisation d'outils de simulation numérique et d'analyse des résultats obtenus.

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

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

L'épreuve consiste, pendant une durée de 3 heures, à réaliser plusieurs expériences, à analyser et à interpréter les résultats en vue de répondre à une problématique concrète.

Que ce soit en chimie (titrage, étude cinétique et thermodynamique, oxydoréduction, électrolyse...) ou en physique (électricité, électronique, optique), il s'agit d'étudier un phénomène particulier à l'aide des notions figurant au programme des *deux années* de préparation (en filière PSI, les travaux pratiques de chimie ont été proposés cette année à plus de 17% des candidats admissibles). D'une manière générale, le jury rappelle que les candidats sont évalués à partir des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

L'épreuve nécessite généralement l'élaboration et la mise en œuvre d'un ou plusieurs protocoles expérimentaux, une interprétation et une présentation des résultats, accompagnées éventuellement de quelques justifications théoriques. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou à proposer par le candidat. Parallèlement aux échanges avec l'examinateur, le candidat rédige un compte rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses à des questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé au candidat d'analyser et de valider les résultats, de répondre de façon argumentée à la problématique posée, d'effectuer une synthèse montrant qu'il a compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore de répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

D'un point de vue pratique en chimie, pour des raisons de sécurité, le(a) candidat(e) doit porter un pantalon et des chaussures fermées. Les cheveux longs doivent être attachés. Il(elle) doit se munir d'une blouse en coton à manches longues. Les lunettes de protection sont fournies. Les lentilles de contact ne sont pas autorisées pour les manipulations de chimie. En chimie comme en physique, il(elle) doit apporter calculatrice et matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les montres connectées et téléphones portables sont interdits. Pour les TP de physique, il est recommandé d'apporter une montre classique. Pour les TP de chimie, aucune montre n'est autorisée mais une horloge est disponible dans la salle.

Durant l'épreuve, les étudiants disposent de la notice des appareils et des modes d'emploi succincts des différents logiciels mis à leur disposition. En chimie et dans certains cas en physique, un technicien peut également expliquer le fonctionnement de certains dispositifs.

Le jury souhaite que les commentaires et conseils figurant ci-après aident au mieux les futurs candidats au concours Centrale-Supélec.

Analyse globale des résultats

Certains candidats ont montré une très belle aisance dans la compréhension des sujets et/ou dans l'expérimentation, témoignant d'une excellente préparation. On peut en revanche regretter que d'autres se focalisent sur la réalisation des gestes expérimentaux mais cherchent peu à comprendre les phénomènes et à exploiter les résultats en vue de répondre à la problématique proposée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attitude

L'épreuve de travaux pratiques se déroule souvent dans un centre différent des autres épreuves, les candidats doivent donc veiller à se présenter à l'endroit et à l'heure précisés sur leur convocation.

Il est rappelé que cette épreuve se déroule en temps limité (3 h pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données). Les candidats sont totalement responsables de la gestion de leur temps. Le jury note pour certains une attitude trop attentiste qui nuit à leur efficacité. Une utilisation raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examineur en cas de difficultés améliorerait les prestations.

Les candidats sont invités à lire l'ensemble du sujet, y compris les parties comportant des annexes et/ou données, ce qu'ils ne font pas toujours. Identifier les différentes manipulations à réaliser et les éventuels « temps morts » (notamment en chimie : chauffage ou agitation de quelques minutes, acquisitions automatiques en cinétique, attente d'un appel) permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité.

De plus, le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent prendre l'initiative de solliciter l'examineur lors des différents appels prévus au cours des activités à réaliser. Si un candidat n'a pas réussi à élaborer complètement le protocole demandé ou ne parvient pas à réaliser les manipulations proposées, il ne doit pas hésiter à solliciter l'examineur pour lui faire part de ses réflexions ou de ses difficultés. Un échange s'engage alors entre l'examineur et le candidat, celui-ci reçoit les indications nécessaires et peut continuer l'épreuve (avec évidemment une conséquence sur la note). Il est regrettable de voir que certains candidats n'appellent pas suffisamment tôt l'examineur, perdent du temps à élaborer un protocole qu'ils ne parviennent pas à finaliser et n'ont ensuite plus le temps nécessaire pour mener à bien l'ensemble des manipulations.

Enfin, les candidats doivent faire la différence entre un test qualitatif et une mesure précise de manière à ne pas perdre de temps.

TP physique : commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Attitude générale

Les candidats font preuve dans l'ensemble de bonnes capacités expérimentales.

La prise d'initiative et les essais sont encouragés dans cette épreuve. Toutefois, beaucoup de candidats confondent initiative personnelle et manipulations hasardeuses, ce qui conduit parfois à la destruction de matériel (courts-circuits, chutes, dépassement de tensions ou intensités limites, disjonctions...).

Dans le sujet, figurent deux appels à l'examineur, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs résultats. Certains d'entre eux les présentent sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude évidemment contraire à l'esprit de l'épreuve.

La synthèse écrite demandée en fin d'épreuve est souvent absente ou se limite à un simple résumé de quelques lignes énonçant les résultats obtenus.

Mobilisation des connaissances

L'épreuve demande parfois quelques calculs assez simples qui permettent la confrontation entre expérience et théorie et nécessitent un minimum de connaissances élémentaires. Mais beaucoup de

candidats ne montrent pas la compétence nécessaire pour les maîtriser (erreurs de manipulation des nombres complexes, incohérence dans l'application de la loi des mailles, incapacité à établir le comportement d'un circuit simple, courant négatif dans une diode, manque de maîtrise de la notion de quadrature ou d'opposition de phase, difficulté à calculer la valeur moyenne d'un signal sinusoïdal sur une demi-période à partir d'une formule fournie...).

Aspects pratiques

L'oscilloscope numérique est souvent employé comme instrument à tout mesurer (à la place du voltmètre par exemple). Nombre de candidats en attendent des fonctions évoluées (calcul de valeur crête, de valeur moyenne...) mais manquent d'esprit critique quant aux résultats obtenus (par exemple dans le cas d'échelles horizontales et/ou verticales inadaptées) et la synchronisation reste parfois mal connue ou mal maîtrisée. Beaucoup de candidats attendent que l'appareil mesure aussi les déphasages et ne pensent pas toujours à passer en mode X-Y ou à utiliser les marqueurs temporels lorsque cette fonction n'est pas disponible.

Pour le multimètre et l'oscilloscope, on relève encore parfois des erreurs de choix entre les positions AC et DC, des erreurs de branchement (ampèremètre en parallèle, voltmètre en série...) et de compréhension de la notion de calibre.

Malgré les notices simplifiées fournies aux candidats pour les oscilloscopes, certains d'entre eux font des erreurs de mesure par mauvaise configuration. Le bouton de configuration automatique des oscilloscopes (« autoset ») est à utiliser avec une grande précaution car il modifie de nombreux paramètres.

On note toujours également des erreurs de masse (non-raccordement ou raccordement en deux endroits différents, entrée non branchée à la masse, le candidat pensant que c'est équivalent à appliquer un potentiel de 0 V), la non-vérification du fonctionnement linéaire d'un montage (choix de signaux d'amplitude inadaptée), la confusion entre fréquence et pulsation, entre tension crête et tension crête-à-crête.

L'étude de la fonction de transfert d'une boîte noire avec deux bornes marquées *entrée* et deux bornes marquées *sortie* pose parfois des problèmes de branchement (par exemple le générateur de fréquence est branché à la fois sur l'entrée et la sortie pour tenter de fermer le circuit).

Beaucoup de candidats se contentent d'observations passives de phénomènes qu'ils n'ont pas l'idée de caractériser en faisant des mesures : par exemple, le candidat « voit » une sinusoïde, mais n'a pas l'idée d'en mesurer l'amplitude ni la fréquence.

Peu de candidats parlent des erreurs liées au principe physique utilisé par l'instrument, de la précision de mesure de l'appareil, des erreurs systématiques et subjectives, de la notion de résolution... Beaucoup de candidats ne savent pas donner la précision de lecture d'un appareil : par exemple, une tension lue sur un voltmètre analogique ou un angle lu sur un goniomètre ont une précision donnée par les graduations. Lorsqu'un calcul d'incertitude est demandé, on voit un peu de tout (somme des incertitudes relatives, racine carrée de la somme des carrés des incertitudes relatives...) parfois accompagné d'un coefficient, indépendamment du nombre de variables ; certains candidats ne semblent pas surpris d'obtenir une incertitude très inférieure à celle des composants ou de l'appareil de mesure.

Sur les parties d'optique, trop de candidats ne savent pas reconnaître une lentille divergente d'une lentille convergente. Les termes utilisés sont souvent approximatifs et il y a souvent confusion entre les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). Beaucoup de candidats ne différencient pas « polarisation » de « polarisation rectiligne », pas plus qu'ils ne connaissent le terme de « minimum de déviation » par exemple. En interférométrie, il manque souvent la compréhension

physique des phénomènes observés, en particulier la relation entre l'observation (niveau lumineux) et la différence de marche, ainsi que la différence entre forme des franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Plus généralement certains candidats n'ont visiblement pas eu accès au matériel de base ou n'ont pas acquis les bases théoriques indispensables à la compréhension de certains sujets d'optique. Une fraction notable (environ 10%) des candidats ne sait pas positionner l'image d'un point à travers un miroir plan et faire le tracé de rayons associé à cette conjugaison. Il s'agit d'un phénomène nouveau et surprenant, s'agissant d'un point autant élémentaire que concret dans la vie de tous les jours.

Globalement, il convient de rappeler aux élèves que toute utilisation d'un appareil de mesure, même et surtout s'il s'agit d'un instrument évolué, doit s'accompagner d'une analyse des résultats obtenus et d'un regard critique sur ceux-ci.

Exploitation des résultats

Des résultats expérimentaux incohérents ne semblent pas perturber certains candidats. D'autres au contraire n'hésitent pas à déformer les phénomènes observés pour les faire coïncider avec des interprétations erronées.

Certaines courbes manquent de définition d'échelle ou utilisent des échelles inadaptées. On relève aussi parfois une erreur sur l'unité choisie (pourtant précisée dans l'énoncé) qui implique une déviation importante sur les résultats (passage de degrés Celsius en Kelvin, par exemple).

Certains candidats n'utilisent pas le papier millimétré à leur disposition et dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte rendu. Les tracés de Bode des fonctions du premier et du deuxième ordre et l'usage du papier à échelle semi-logarithmique sont connus par presque tous les candidats mais trop de candidats annoncent comme « asymptote à -20 dB/décade » une droite de pente différente, qu'ils ont tracée en se contentant de « coller » au mieux aux points de mesure.

Dans d'autres cas, les candidats ne pensent pas toujours à essayer de se ramener au tracé d'une droite pour démontrer une loi physique. Inversement, de nombreux candidats essaient de faire passer une droite par des points qui n'ont pas de raison particulière d'être alignés.

De manière générale, une mesure ou constatation expérimentale devrait se traduire dans le compte rendu par un tableau et/ou une courbe.

TP chimie : commentaires et conseils sur les différentes techniques

Appels

Dans le sujet, figurent des encarts intitulés « appels » dans lesquels une ou plusieurs questions sont posées. Les candidats sont invités à appeler l'examineur afin de donner la réponse à ces questions. Il s'agit souvent de proposer des protocoles ou d'interpréter des résultats d'expérience.

Le dialogue avec l'examineur permet d'affiner et/ou de corriger la(s) réponse(s).

Un protocole est fréquemment distribué à l'issue de l'appel, que la proposition faite par le candidat soit correcte ou non. Le jury attend que les candidats préparent ces appels :

- l'argumentation doit être organisée de façon claire et logique et utiliser un vocabulaire adapté (en particulier, la verrerie doit être correctement nommée) ;
- si la réponse s'appuie sur une équation, un calcul, un schéma, il faut que le support écrit présenté soit clair et lisible ;
- il est possible de ne donner qu'une partie des réponses mais le candidat ne doit pas s'attendre à ce que l'examineur lui fournisse systématiquement les réponses manquantes.

Élaboration d'un protocole

Titrage. De nombreux candidats s'interrogent en premier lieu sur la nature du suivi d'un hypothétique titrage sans commencer par *réfléchir* à la réaction support de titrage. Le jury attend que le candidat soit capable de proposer une réaction support de titrage et de vérifier qu'elle remplit les critères permettant de l'utiliser comme telle. Une fois cette première étape établie, il peut chercher une méthode de détermination de l'équivalence. Le jury note que le choix d'un indicateur coloré reste très problématique pour les candidats. Par ailleurs, le suivi potentiométrique ne semble pas maîtrisé.

Le jury se félicite de constater que le rapport de l'année précédente a été lu par les candidats. Ainsi, ils ont en général compris qu'ils doivent au préalable déterminer une estimation de la grandeur (concentration, masse, quantité de matière) que le titrage leur permettra de déterminer ensuite avec précision. Ils ont en tête une valeur raisonnable de volume équivalent et peuvent alors proposer un volume de prise d'essai et éventuellement une dilution de la solution à titrer ou de la solution titrante.

L'élaboration d'un protocole de titrage pour un polyacide demeure très difficile.

Pile et électrolyse. Le jury a été très déçu des réponses apportées par les candidats qui devaient proposer un montage afin de réaliser une pile ou une électrolyse.

Les candidats considèrent souvent que l'électrode doit nécessairement subir une réaction d'oxydoréduction alors qu'il s'agit parfois d'une électrode inerte. Nombre d'entre eux prévoient un montage d'électrolyse en oubliant d'y introduire un générateur. Ils peinent à discuter des réactions attendues aux électrodes et oublient souvent que l'eau peut aussi subir des réactions d'oxydation ou de réduction.

Mise en œuvre des protocoles

Choix de la verrerie. La verrerie doit être choisie avec discernement.

Lorsqu'une mesure précise de volume est nécessaire, l'utilisation de verrerie jaugée adaptée s'impose. En revanche, dans de nombreux cas (ajout de solution acide pour un titrage d'oxydoréduction, rinçage d'un solide, ajout de réactif en excès non contrôlé), l'utilisation d'une simple éprouvette suffit. Dans le doute, de nombreux candidats utilisent systématiquement la verrerie jaugée (même pour remplir une burette !). Comme le nombre de pipettes jaugées est limité, ils sont contraints d'effectuer des rinçages fréquents et perdent un temps considérable, ce qui leur est très préjudiciable. Le jury recommande aux candidats de prendre le temps de réfléchir au choix de la verrerie, ce qui n'est pas une perte mais bien au contraire un gain de temps.

Réalisation de solutions. Le jury constate une grande disparité dans les compétences pratiques des candidats. Certains manipulent avec une relative aisance en utilisant le matériel adéquat. Les

maladresses des autres témoignent d'un manque de préparation. Le jury attend des candidats qu'ils soient capables :

- de préparer avec précision une solution par dissolution (pesée précise, récupération quantitative du solide, utilisation d'une fiole jaugée, homogénéisation au fur et à mesure du remplissage nécessaire pour assurer une bonne dissolution et homogénéisation finale) ;
- de réaliser une dilution précise (pipette et fiole jaugées).

Titrage. La réalisation des titrages est en général correctement effectuée. Le jury rappelle toutefois, à toutes fins utiles que :

- la burette doit être rincée avec la solution titrante et remplie à l'aide d'un petit bécher ;
- il faut éliminer une éventuelle bulle d'air et ajuster le niveau supérieur par vidange et non par remplissage ;
- une *agitation est indispensable* ;
- lors d'un titrage à l'aide d'un indicateur coloré, un premier titrage rapide peut faire gagner du temps. La détection de l'équivalence se fait à la goutte près en regardant le bécher et non pas la burette ;
- lors d'un titrage suivi par conductimétrie, il n'est pas utile de rapprocher les mesures au voisinage de l'équivalence ;
- lors d'un titrage suivi par potentiométrie ou pH-métrie, il est en revanche nécessaire de rapprocher les mesures au voisinage de l'équivalence.

Par ailleurs, pour certains candidats, l'exploitation des résultats du titrage reste problématique :

- la notion d'équivalence n'est pas toujours maîtrisée. Ainsi, les coefficients stoechiométriques sont régulièrement oubliés ou mal positionnés ;
- certains candidats oublient que l'objectif est de déterminer la concentration de l'espèce titrée dans la solution étudiée et non dans le bécher utilisé pour le titrage.

Utilisation des tableurs. Plusieurs tableurs sont mis à disposition des candidats (graph2D, Latis Pro, Regressi et LibreOffice Calc). Des notices succinctes sont fournies.

Le jury s'étonne des difficultés que rencontrent les candidats pour utiliser un tableur dans le simple but de tracer une courbe de suivi de titrage afin de déterminer l'équivalence.

Il est recommandé :

- d'entrer les points de mesure directement dans le tableur (plutôt que d'avoir à recopier un brouillon inutile) ;
- de tracer les courbes au fur et à mesure de manière à contrôler l'évolution de la grandeur mesurée ;
- d'utiliser les outils de modélisation pour déterminer l'équivalence (méthode des tangentes intégrée dans certains tableurs, modélisation affine des points expérimentaux et recherche de l'intersection des droites modèles).

Il est vraiment contestable de lire un volume équivalent sur feuille avec abscisse non précisée et mal graduée. Dans ce cas, il vaudrait mieux utiliser du papier millimétré pour tracer la courbe.

De même, un graphe doit présenter un titre et les axes doivent être annotés.

Calcul d'incertitude. Les calculs d'incertitude ne sont pas systématiquement demandés. Il s'agit souvent d'identifier les *principales sources d'erreur* et parfois d'évaluer les incertitudes afférentes

de manière à déterminer l'incertitude sur une grandeur calculée à partir de grandeurs mesurées. Le logiciel Gum est à disposition. En outre, les formules de propagation d'incertitude sont rappelées, permettant de faire facilement un calcul d'incertitude.

Le jury constate avec plaisir que ces questions ont été davantage abordées que les années précédentes et avec plus de pragmatisme et de succès.

Sécurité. D'un point de vue sécurité, garder des gants en permanence est source de danger puisque cela revient à répandre partout les substances dont il faut se protéger.

Compte rendu

Un compte rendu succinct est attendu.

Dans sujet, une problématique est posée au candidat qui doit la rappeler brièvement dans l'introduction.

Dans ce compte rendu le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Toutefois il est inutile de reporter les réponses des questions déjà traitées à l'oral (questionnement et protocoles) car celles-ci ont déjà été évaluées. En outre, si une courbe est tracée, le tableau de valeurs n'est pas nécessaire.

Le compte rendu doit se terminer par une réponse claire à la problématique que le TP cherche à résoudre.

Enfin, le candidat doit s'efforcer de rédiger son compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible.

Compétence « Communiquer »

À l'oral

L'épreuve comporte une part de communication orale et la capacité des candidats à exposer clairement leur démarche est largement évaluée. Les candidats sont invités à appuyer leur raisonnement sur un schéma clair ou un calcul effectué proprement au brouillon. On attend un langage précis, une expression claire. Les échanges avec le jury sont aussi l'occasion d'orienter les candidats qui se sont parfois trompés. Le jury évalue favorablement ceux d'entre eux qui écoutent et mettent en pratique les conseils prodigués. Comme indiqué plus haut nous recommandons aux candidats d'interagir avec l'examineur, de l'interpeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Un compte rendu succinct rapportant les mesures et les exploitations est demandé. Là encore, le jury attend clarté et concision. L'acquisition de données numériques n'est pas une fin en soi, mais apporter une réponse argumentée à la problématique exposée en début de sujet est très apprécié. Toutes les courbes doivent être tracées avec un axe des abscisses et un axe des ordonnées clairement libellés avec les grandeurs placées en abscisse et en ordonnée. Elles doivent faire l'objet d'une phrase de renvoi et d'un commentaire dans le compte rendu.

Conclusion

L'épreuve de travaux pratiques requiert de la part des candidats des efforts d'appropriation du sujet et d'analyse. Après avoir réalisé les manipulations, il convient d'en exploiter les résultats expérimentaux et d'avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus. Réussir cette épreuve

demande aussi une bonne organisation, une bonne gestion du temps et une communication exemplaire à l'écrit comme à l'oral. L'ensemble du jury espère que ce rapport permettra aux futurs candidats de bien engager leur préparation.

Si le jury identifie quelques faiblesses chez certains candidats, il n'en oublie pas moins les qualités dont ils font aussi preuve et a pu apprécier d'excellentes prestations.



Optimal Sup-Spé

Groupe Ipesup ■ Le n°1 en Sup-Spé

Madame, Monsieur,

Nous vous informons que nous proposons 3 stages de préparation aux oraux en Maths Spé en juin 2018 :



Stage "TIPE / ADS" samedi 2 et dimanche 3 juin 2018.

Un cours de méthodologie sur le TIPE pour réussir au mieux son exposé : attendus de l'épreuve et exigences du jury, erreurs à éviter, mises en situation...

2 oraux blancs individuels personnalisés : questions ciblées préparées par l'intervenant, débriefing individualisé, possibilité d'assister aux oraux blancs de tous les autres élèves.

5h d'étude suivie avec l'intervenant : aide et conseils personnalisés pour reprendre et corriger votre présentation et réussir votre exposé.



Stage "Oral +" samedi 16 et dimanche 17 juin 2018.

8h de cours sur les oraux : 4h en maths + 4h en physique, méthodologie et résolution interactive de nombreux exercices-types oraux.

3 oraux individuels blancs personnalisés : 2 oraux en maths + 1 oral en physique, et la possibilité d'assister aux oraux de tous les autres candidats tout le week-end.

1 polycopié exclusif de préparation : 150 pages sur les oraux (rapports de jury, conseils, erreurs à éviter...).



Stage "Entretiens", dates au choix. Préparation des entretiens d'admission de l'EDHEC AST et des autres écoles dans lesquelles un entretien de motivation est demandé, si vous êtes concerné-e par ces concours.

Pour vous inscrire, vous pouvez remplir la fiche d'inscription située au verso et nous l'adresser par courrier au 11 rue Geoffroy l'Angevin Paris 4ème avec votre règlement par chèque à l'ordre d'Optimal Sup-Spé.

Pour le stage TIPE / ADS, veuillez nous préciser le thème de votre TIPE afin que les jurys puissent préparer en amont des questions pertinentes pour la préparation de votre oral blanc. Pour le stage ORAL + Maths / Physique, vous pourrez indiquer au jury le type d'oral que vous voulez passer le jour J en fonction de vos admissibilités et de vos objectifs.

N'hésitez pas à nous contacter aussi pour toute précision complémentaire ou tout conseil sur les Ecoles au 01 40 26 78 78. Nous vous souhaitons à tous une pleine réussite à vos concours.

L'équipe pédagogique

FICHE d'INSCRIPTION au dos



OPTIMAL SUP-SPÉ

le n°1 en sup-spé

Maths Spé - Préparation aux Oraux 2018

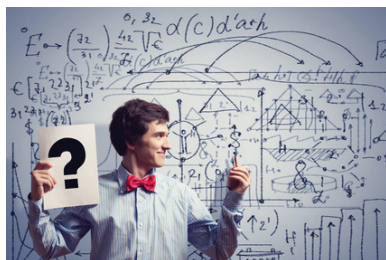
Maths, Physique, Python, TIPE, ADS, Entretiens

OPTIMAL SUP-SPÉ est le N°1 dans la préparation aux concours scientifiques depuis plus de 10 ans. Des professeurs pédagogues issus de l'X, de l'ENS, de Centrale et des Mines accompagnent plus de 400 étudiants de Sup/Spé. Avec Optimal Sup Spé, réussissez vos oraux en Maths, en Physique, en Python, en TIPE / ADS et en Entretien.

Choisissez les Stages optimaux pour réussir vos oraux

STAGE TIPE

Réussissez votre oral



Samedi 2 juin 2018
Dimanche 3 juin 2018



STAGE "ORAL +"

Maths, Physique, Python



Samedi 16 juin 2018
Dimanche 17 juin 2018

et si vous êtes candidat(e) à l'EDHEC AST1 :

STAGE de Préparation aux Entretiens

Nombreuses dates au choix en mai / juin



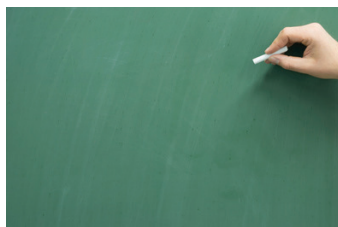
Le Stage ORAL+ : Mathématiques, Physique, Python

OPTIMAL SUP-SPÉ organise, **le week-end des 16 et 17 juin 2018**, le Stage intensif "Oral +", du samedi 9 heures au dimanche 19 heures :



8 heures de COURS sur les oraux :

-  4 heures de cours en Mathématiques
-  4 heures de cours en Sciences Physiques
-  Résolution interactive de nombreux exercices types d'oraux



3 Oraux Individuels Blancs

-  2 oraux individuels en Maths / Maths-Info
-  1 oral individuel en Sciences Physiques
-  Possibilité d'assister, tout le week-end, aux oraux de tous les candidats



Polycopiés Exclusifs de Préparation

-  Polycopié de 150 pages sur les oraux
-  Exclusif : accès sur place à tous nos polycopiés de Maths, Physique et Python
-  Rapports de jury, conseils, erreurs à éviter, nombreux exercices corrigés...

"Lors des oraux blancs, chaque étudiant peut choisir le type d'oral qu'il souhaite passer (type X, ENS, Centrale, Mines, CCP, E3a, Banque PT, Petites Mines, Télécom INT etc...) Sujets spécifiques à chaque filière."

Tarif Stage "ORAL +" Mathématiques, Physique, Python
420 €

- Inscriptions ouvertes dès à présent.
- Remboursement intégral garanti en cas de non-admissibilité.



OPTIMAL SUP-SPÉ organise, le week-end des **2 et 3 juin 2018**, le Stage intensif "TIPE" (Travaux d'Initiatives Personnelles Encadrés), du samedi 9 heures au dimanche 19 heures. Les étudiants des prépas scientifiques sont très peu préparés à cette épreuve, où ils doivent présenter leur TIPE sur un sujet à maîtriser parfaitement. Ils seront soumis à une batterie de questions parfois difficiles. Il est possible de faire une grosse différence avec une préparation adaptée. Alternant cours intensifs de méthodologie et passages individuels, **OPTIMAL SUP-SPÉ** vous prépare efficacement à votre épreuve de TIPE.



Cours de méthodologie sur le TIPE pour réussir son exposé

-  Présentation des attendus de l'épreuve et des exigences du jury
-  Approches possibles, erreurs à éviter, mises en situation
-  Préparation aux questions des évaluateurs



-  4h d'étude suivie avec nos enseignants
-  Aide individualisée pour reprendre et corriger votre présentation
-  Conseils personnalisés pour réussir votre exposé et préparation des questions



2 Oraux Blancs individuels sur votre TIPE

-  2 exposés individuels de votre TIPE et questions ciblées préparées par notre intervenant
-  Débriefing individualisé très dense, sur le fond et sur la forme
-  Possibilité d'assister aux passages d'autres étudiants pour progresser sur la forme

Tarif Stage "TIPE"

420 €

- Inscriptions ouvertes dès à présent.
- Remboursement intégral garanti en cas de non-admissibilité.



Le Stage de Préparation aux Entretiens EDHEC AST

OPTIMAL SUP SPE propose enfin un stage de préparation aux Entretiens d'admission à l'EDHEC AST1. Les jurys sélectionnés pour nos élèves de Sup-Spé sont au même niveau d'exigence et d'excellence que les jurys du groupe IPESUP auquel appartient l'Ecole (97 % d'admis en 2016 en Admissions Parallèles, note moyenne à l'entretien : 17,2/20).

La préparation comporte plusieurs polys de conseils précis et cahier d'exercices sur les oraux, un cours sur les techniques de l'entretien, ainsi que 2 entretiens blancs individuels de 45 minutes avec deux professionnels des jurys d'admission, un débriefing complet de votre prestation, l'analyse de votre projet suivant les grilles des "3P" (personnalité, parcours, projet) et des conseils individualisés pour réussir cette épreuve. Les dates des oraux blancs seront flexibles suivant vos contraintes. Possibilité d'assister aux oraux d'autres candidats AST. **Tarif : 390 euros.**

- Inscriptions ouvertes dès à présent. Dates des entretiens blancs à la carte.
- Remboursement intégral garanti en cas de non-admissibilité.

Équipe pédagogique Stage ORAUX Maths Spé 2018

Stages Optimal Sup Spé "Oral +" et "TIPE" :

Olivier BÉGASSAT : ENS Ulm, agrégé de maths, doctorant
Kader BEHDENNA : ENS Cachan, M2 de maths, doctorant ; également chargé de TD d'Informatique Python à l'université
Dimitri LABAT : ENS Cachan, agrégé de physique
Thibault LEMONNIER : ENS Cachan, colleur en CPGE
Hubert MARTIN : Polytechnique, master à l'ENS, enseignant
Alban MOREAU : ENS Ulm, agrégé de maths, professeur de sciences physiques. Approche pluridisciplinaire.
Jean-Baptiste SCHIRATTI : M2, agrégé de maths, doctorant

Stage Optimal Sup Spé "Entretiens EDHEC AST"

Antoine LAMY : HEC, Sciences Po, L3 d'économie, directeur de l'Ecole. Co-auteur de livres de préparation au TAGE MAGE ("Objectif 600").
Clarisse COLONNA : ESCP, groupe Axa, professionnelle des entretiens.

Inscription à l'aide du bulletin ci-joint
01 40 26 78 78 - optimalsupspe.fr

FICHE D'INSCRIPTION ORAUX



Optimal Sup-Spé

Groupe Ipesup

Le n°1 en Sup-Spé

- ☐ Préparation Oraux Maths/Physique/Python
- ☐ Préparation TIPE/ADS
- ☐ Préparation aux entretiens

Nom : Prénom :
Adresse :
Code Postal : Ville : Portable :
Téléphone fixe : E-mail :
Nom / adresse des parents (courrier administratif) :
Code Postal : Ville : Téléphone :
E-mail parents :

ANNÉE SCOLAIRE 2017-2018

Établissement : Classe (ex. : PC* 2) :

- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| ☐ Filière MP | ☐ Filière PC | ☐ Filière PSI | ☐ Filière PT |
| ☐ Filière MP* | ☐ Filière PC* | ☐ Filière PSI* | ☐ Filière PT* |
| ☐ Filière TSI | ☐ 5/2 | ☐ Boursier échelon : | ☐ Autre : |

OBJECTIFS D'INTÉGRATION (NB : vous pourrez re-préciser vos choix d'oraux à nos jurys)

- | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|
| ☐ X | ☐ ENS | ☐ CENTRALE | ☐ PETITES MINES |
| ☐ MINES | ☐ CCP | ☐ E3A | ☐ Autre, préciser : |

STAGE INTENSIF "ORAL +" les 16 et 17 juin 2018 : Préparation aux oraux de Mathématiques, Physique, Python de toutes les Écoles

- ☐ **INSCRIPTION STAGE INTENSIF ORAL +.** Je m'inscris au stage de préparation "Oral +" les 16 et 17 juin 2018 : 8 heures de résolution d'exercices types + polycopié de préparation + 2 oraux blancs en maths et/ou info + 1 oral blanc en physique + possibilité d'assister aux oraux de tous les élèves. Je joins un règlement de 420 €.

Je pourrai indiquer au jury, sur place, les type d'oraux sur lesquels je souhaite passer.

STAGE INTENSIF "TIPE / ADS" les 2 et 3 juin 2018 : Préparation à l'oral de votre Travail d'Initiative Personnelle Encadré - et le cas échéant Analyse de Documents Scientifiques (X)

- ☐ **INSCRIPTION STAGE INTENSIF TIPE / ADS.** Je m'inscris au stage de préparation "TIPE / ADS" les 2 et 3 juin 2018. Je joins un règlement de 420 €. Je précise dès à présent le thème de mon TIPE afin que les jurys d'Optimal Sup Spé puissent préparer des questions.

Thème de mon TIPE :

STAGE INTENSIF "Entretiens" : Préparation aux entretiens de motivation (candidats à l'EDHEC AST et aux autres écoles demandant un entretien d'admission)

- ☐ **INSCRIPTION STAGE ENTRETIEN.** Je m'inscris au stage de préparation "Entretiens" (dates des entretiens blancs à la carte). Je joins un règlement de 390 €. Optimal Sup-Spé me contactera pour m'adresser les polycopiés & cours filmés, et fixer les dates de mes entretiens blancs.

Organisation pratique Stages Oraux 2018

Fiche d'inscription à retourner au 11 rue Geoffroy l'Angevin, Paris 4ème. La préparation se déroulera au **11 rue Geoffroy l'Angevin Paris 4ème**. Pour faciliter l'organisation, pour chaque stage il est recommandé d'être présent tout le week-end. Nous vous accueillerons le samedi matin à Paris 4è à partir de 8h45.