

Mathématiques

Présentation des épreuves

Épreuve de mathématiques 1

L'épreuve consiste en un oral de 30 minutes sans préparation. Les candidats patientent en salle d'attente afin d'être convoqués à l'heure précise inscrite sur leur convocation, convocation qu'ils doivent présenter à l'examinateur avec une pièce d'identité. Insistons sur le fait que l'heure de passage n'est pas flexible et qu'un candidat arrivant en retard, même de quelques minutes, ne peut pas être accepté.

Le sujet est généralement composé de trois questions. La première consiste le plus souvent en une question de cours (rappeler une définition, l'énoncé d'un théorème, une courte démonstration) ou en un calcul simple et classique. C'est une question de mise en confiance, les candidats ne doivent pas y chercher un quelconque piège. La deuxième question entre dans le vif du sujet, mais met en œuvre des mécanismes de difficulté raisonnable. La dernière question est plus ardue et nécessite une réflexion mathématique plus profonde. L'examinateur propose alors de nombreuses indications pour guider sur la bonne voie. Les candidats ne doivent surtout pas croire que leur prestation sera dévaluée parce qu'ils reçoivent ces indications ; le jury a conscience du niveau élevé de certaines questions, et il n'est pas attendu qu'un candidat résolve tout lui-même. Insistons sur ce point davantage : les sujets diffusés au public (BEOS, RMS, etc.) sont transcrits sous leur forme brute qui ne rend pas compte du dialogue permanent entre l'examinateur et le candidat.

Épreuve de mathématiques 2

Chaque épreuve consiste en un exercice unique, en général volontairement long. Signalons cependant qu'il n'est nullement nécessaire de résoudre l'exercice en totalité pour obtenir une note excellente. Le candidat dispose d'une demi-heure de préparation pendant laquelle il a un accès libre à Python (distribution pyzo). Pendant la demi-heure suivante, les résultats obtenus sur ordinateur sont discutés, tandis que la résolution des questions théoriques se fait au tableau. L'usage des outils informatiques est présente dans la totalité des sujets et une question est systématiquement placée vers le début de l'énoncé à cet effet.

Les seules connaissances exigibles sont celles du programme officiel d'informatique des classes préparatoires. Des documents d'aide (sous forme papier) fournis à tous les candidats et librement téléchargeables sur le site du jury présentent les fonctions des bibliothèques numpy et scipy qui pourront être utiles sans pour autant être exigibles. L'évaluation tient alors compte de la capacité des élèves à s'approprier ces éléments, puis d'en analyser les résultats.

Dans tous les cas, outre la maîtrise des connaissances théoriques, l'examinateur prend grandement en compte dans son évaluation la qualité de communication du candidat.

Analyse globale des résultats

Pour commencer cette analyse, signalons que la grande majorité des candidats sont très agréables et soucieux de bien faire malgré un stress parfois perceptible et compréhensible. Si ce rapport se focalise sur les erreurs les plus fréquentes, il ne faut pas y voir une critique acerbe du travail considérable fourni par ces candidats et leurs formateurs.

Constat unanime du jury : les questions qui concernent le programme de première année (MPSI) sont souvent discriminantes. Par exemple, certains candidats ont oublié ce qu'est une somme de Riemann (et pensent qu'il s'agit d'une série de la forme $\sum 1/n^\alpha$), sont très mal à l'aise avec le calcul dans \mathbb{C} , ou l'algorithme du pivot de Gauss. Le jury constate aussi une gêne de plus en plus importante en algèbre générale : les structures usuelles, exceptée peut-être celle de \mathbb{K} -espace vectoriel, sont très mal comprises.

En ce qui concerne les compétences techniques et théoriques, on peut constater que les difficultés en calculs ont tendance à s'accroître. La perte d'autonomie dans les capacités de simplification entraîne de nombreuses maladroites et l'impossibilité de terminer sans aide un calcul de difficulté raisonnable. Les connaissances de cours donnent des réponses du type « tout ou rien », le théorème étant soit parfaitement su, soit de manière très approximative. La géométrie continue de poser de gros problèmes à la majorité des candidats, même lorsqu'il s'agit de donner simplement l'équation de la tangente à une courbe paramétrée ou la formule de projection orthogonale et ses applications.

En mathématiques 2, le jury a un avis mitigé cette année sur le niveau global des élèves en informatique, contrairement à l'année précédente. Certes, la grande majorité des candidats n'a pas peur d'utiliser cet outil et très peu ne font rien. Les syntaxes usuelles (boucle, test) sont maîtrisées et l'utilisation de fonctions proposées par le fichier d'aide n'a posé en général aucun problème d'adaptation. Cependant, certains candidats ont une attitude réhibitoire. Passons sur ceux qui se sabordent directement en sautant les questions informatiques « pour avoir plus de temps pour la suite ». Une bonne partie des candidats ne prend même pas la peine de tester leur code informatique, ce qui a systématiquement occasionné une perte de temps importante. Par ailleurs, l'erreur de syntaxe (occasionnée la plupart du temps par un usage abusif de parenthèses) reste difficile à corriger pour les candidats qui y sont confrontés. La préparation en amont semble parfois curieusement lacunaire : certains candidats ne connaissent pas la durée de la période de préparation de l'oral, découvrent complètement les documents d'aide mis en ligne depuis plus d'un an par le concours. Plus gênant, un nombre non négligeable ne prend même pas la peine de les ouvrir et perd son temps à re-programmer (avec un taux de succès proche de zéro !) des outils qui sont pourtant fournis par ces documents.

Pour finir, la qualité de la communication reste très variable avec des candidats dynamiques, tandis que d'autres restent complètement mous et introvertis, le tout indépendamment de leur niveau scientifique.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

À propos des outils informatiques

Une majeure partie des candidats est à l'aise avec l'outil informatique. Il n'en demeure pas moins que certains points sont perfectibles. Passons en revue quelques conseils.

Tout le monde n'a pas eu le réflexe de se familiariser avec Pyzo, ce qui est surprenant compte tenu du fait que le concours a affiché depuis deux ans son intention de ne fournir que cet outil pour le langage python. Cette distribution est libre de droit, disponible sur toutes les plateformes et facile à installer. Nous ne pouvons donc que conseiller aux futurs candidats de prendre en main cette dernière dès le début de leur formation et de s'en servir un minimum. Cela n'est pas incompatible avec le cours d'un professeur qui aurait fait le choix d'utiliser (par exemple) Spyder pendant l'année.

Le document d'aide fourni par le concours est en ligne depuis plus d'un an. Bien que son contenu soit non exigible du point de vue du programme, le jury conseille vivement aux futurs candidats de se le procurer le plus tôt possible et de se familiariser avec les commandes qu'il contient. Cela

permettra lors de l'oral de perdre moins de temps à le consulter et d'avoir une idée de ce qui peut être utile à l'intérieur et donc inutile d'implémenter soi-même.

La correction d'erreurs de programmation reste un problème récurrent. De nombreux élèves sont restés bloqués devant une erreur primaire qui rendait invalide toute une partie d'un programme. L'informatique est une discipline exigeante qui ne tolère pas l'approximation. Il convient donc de la pratiquer régulièrement, et de s'habituer à comprendre et corriger les erreurs décelées par le compilateur. À titre d'exemple, une erreur de syntaxe est provoquée dans 90% des cas par une parenthèse superflue ou manquante, une boucle ou récursivité infinie par une condition d'arrêt mal choisie. Ce n'est pas le rôle de l'examineur de corriger ces erreurs et il est attendu des candidats qu'ils soient autonomes dans ce domaine.

Le programme officiel des classes préparatoires ne prévoit pas l'enseignement de module de calcul formel depuis la réforme. Par conséquent, les calculs effectués sur ordinateur sont systématiquement sujets à des erreurs de précision. Dans ce contexte, il faut s'attendre relativement fréquemment à voir apparaître des quantités étranges de la forme $4.157352363836e-16$ dans les résultats. Il est attendu des candidats que ceux-ci aient le recul suffisant pour envisager de considérer ce résultat comme étant la valeur 0 la plupart du temps.

Dans le même registre, des conditions d'arrêt de la forme `if x == 0` sont à proscrire lorsque x reçoit des valeurs numériques approchées et doivent être remplacé par une condition de la forme `if abs(x) < eps` où `eps` est une constante suffisamment petite et choisie à l'avance.

Lorsqu'un énoncé demande de travailler avec une matrice de taille inférieure ou égale à 6, il n'est pas rare de voir des candidats remplir les 36 coefficients les uns après les autres. Il faut absolument maîtriser les techniques qui permettent de s'épargner une tâche aussi fastidieuse. L'implémentation de l'application $(i, j) \rightarrow A_{i,j}$ combinée à deux boucles permet facilement d'éviter cela.

Pour finir, l'utilisation de Python pour tracer le graphe d'une solution d'équation différentielle linéaire du second ordre est assez subtile, puisque qu'elle nécessite de transformer l'équation en une équation du premier ordre à valeurs vectorielles. Les techniques nécessaires sont détaillées dans le document d'aide, mais ne sauraient se substituer à une réflexion préalable qu'il convient de ne pas faire pour la première fois le jour de l'oral.

À propos des compétences mathématiques

S'il ne fallait retenir qu'une seule chose parmi tout ce qui a été constaté aussi bien en mathématiques 1 qu'en mathématiques 2, ce serait la suivante : les compétences en calculs des candidats ont chuté depuis quelques années. On ne constate pas forcément des erreurs absurdes, mais une prudence, et donc une lenteur, excessive. De plus, le réflexe de simplification n'est pas assez présent (on a vu un candidat laisser la quantité $10^n + 3 \times 10^n$ non simplifiée en bas d'un quotient !), Avec un peu plus de pratique, les candidats pourraient gagner en vitesse et éviter surtout d'obtenir rapidement des expressions indigestes qui ne permettent plus d'avancer.

Pour le reste, il n'est pas question ici de dresser un bêtisier de ce qui a pu être aperçu à l'oral cette année. Les remarques ci-dessous ont pour objectif de pointer dans la mesure du possible les erreurs les plus fréquentes.

« Du coup, ça converge »

Commençons par une remarque générale concernant deux points de présentation qui exaspèrent de plus en plus tous les examinateurs de l'épreuve.

L'expression « Du coup » a intégré le vocabulaire général des candidats depuis environ trois ans. Le succès est tellement considérable que l'on peut croiser des candidats qui commencent et terminent

la même phrase par ce raccourci. D'autres vont jusqu'à le prononcer plus de 100 fois en moins de 10 minutes. Si bien entendu personne n'a l'intention de sanctionner un candidat pour usage abusif d'un même élément de vocabulaire, il serait très apprécié que les candidats prennent conscience de la nécessité de varier un peu leur expression. À titre de suggestion, quelques « par conséquent », « par suite », « ainsi » seraient grandement appréciés.

Le second point concerne la tendance généralisée des candidats à négliger la plupart du temps le contexte mathématique. L'usage de pronoms personnels (il, elle, ça) s'est généralisé pour désigner les objets, occasionnant au mieux des imprécisions, au pire un discours vide de sens ou hors-sujet. L'exemple le plus flagrant est l'utilisation de l'expression « ça converge » qui clôt la plupart des raisonnements. Il n'est alors pas rare de constater que le candidat lui-même ne sait plus de quoi (qui) il parle.

Le jury incite donc très fortement les étudiants à perdre cette vilaine habitude et détailler systématiquement ce dont ils parlent : quelle est la variable par rapport à laquelle on étudie la convergence et vers quoi converge-t-elle ? Quelle est la nature de la convergence ?

Algèbre

Comme dit précédemment, les structures algébriques sont très mal assimilées. D'une manière générale, les lois sont souvent confondues. On a ainsi entendu que le groupe symétrique était un anneau (pour $+$ et \circ), que (E, \cdot) était un espace vectoriel et la notion de \mathbb{K} -algèbre génère le plus souvent une grande perplexité. Le groupe $SO_n(\mathbb{R})$ est souvent confondu avec l'ensemble des matrices $n \times n$ de déterminant 1.

Géométrie

La plupart des élèves n'est plus capable de retrouver de manière autonome une équation de la tangente à une courbe en un point. Il a fallu presque systématiquement passer la moitié de l'interrogation à la retrouver. Le reste de l'exercice ne peut donc même pas être abordé significativement. L'inégalité de Cauchy-Schwarz fait paniquer de nombreux candidats, y compris son simple énoncé. La formule de projection orthogonale est souvent mal restituée et un dessin représentant la situation est le plus souvent donné... par l'examinateur lui-même. Le jury a conscience que les attendus du programme en géométrie ont été fortement revus à la baisse par la réforme. Cependant, il n'en demeure pas moins que certaines notions restent au programme et qu'une impasse sur ces points ne peut pas être justifiée.

Analyse

L'utilisation de l'outil informatique pour obtenir les premiers termes d'une suite définie par récurrence ne pose de problème à pratiquement aucun candidat, ce qui est appréciable. Signalons cependant que lorsque la formule fait intervenir une récurrence sur au moins deux termes, la complexité d'une fonction récursive naïve est au moins exponentielle, ce qui pose des soucis pour le calcul d'une centaine de termes et ne permet donc pas d'apprécier pleinement le comportement d'une telle suite. Il convient donc de savoir éviter ce souci, par exemple par l'utilisation d'une liste et d'une boucle.

Pour l'analyse théorique, le cas des suites récurrentes reste délicat, même pour une récurrence usuelle $u_{n+1} = f(u_n)$ dans \mathbb{R} . Rappelons qu'une visualisation schématique, au tableau, du comportement dans ce cas usuel facilite grandement l'étude, et permet de deviner rapidement une éventuelle monotonie ou une majoration facile de u_n . La recherche et la manipulation d'équivalents ou de développements asymptotiques est laborieuse. Leur manipulation se fait trop souvent sans la prudence élémentaire : la somme ou la composition d'équivalents s'effectue donc trop souvent sans la moindre justification, donnant alors des résultats faux dans la majeure partie des cas.

On a, pour finir, vu apparaître l'idée inquiétante qu'un résultat asymptotique se traduit par une égalité à partir d'un certain rang, par exemple

$$u_n \sim \frac{1}{n} \implies u_n = \frac{1}{n} \text{ « pour } n \text{ assez grand »}$$

ou qu'une suite convergente est constante à partir d'un certain rang.

Concernant l'intégration (intégrabilité et intégrales impropres, intégrales à paramètre, intégration des suites et des séries de fonctions), il est frappant de noter que les théorèmes principaux du cours sont bien su la plupart du temps. En revanche, il y a trop d'imprécision dans le choix du théorème utilisé (qui se résume souvent par l'incantation « par convergence dominée ») et la technique flanche dès qu'il s'agit de l'appliquer. Ce n'est pas forcément la question de la domination qui est la moins bien traitée, mais, dès le départ, celle de l'existence des intégrales, mal abordée ; la suite de l'exercice s'en trouve rapidement faussée (domaine de définition erroné, ne pas repérer une intégrale convergente d'une fonction non intégrable). La formule de Taylor avec reste intégral qui a été nécessaire pour certains exercices nécessite presque systématiquement deux à trois corrections.

Probabilités

D'une manière générale, les candidats sont plutôt à l'aise lorsqu'ils sont confrontés à un exercice de probabilités. Toutefois, cette aisance est parfois toute relative. À chaque fois que le jury a l'audace de creuser les connaissances du candidat sur la base du cours, il est rarement satisfait. Les questions pourtant essentielles comme « Quel univers proposer pour cet expérience ? », « Quel est le système d'événements que vous prenez en compte ? » donnent lieu la plupart du temps à des réponses complètement absurdes. Plus délicate, une question comme « Montrer que X est une variable aléatoire » n'a jamais été comprise par les candidats. Il faut alors accepter de perdre quelques minutes avant d'expliquer, de dépit, quelle était la réponse attendue, puis de passer à la suite (calculatoire) qui posera en revanche beaucoup moins de problèmes.

À propos de l'attitude générale des candidats

Rappelons qu'une épreuve orale reste un échange et qu'il convient de s'exprimer le plus souvent de vive voix en regardant l'examinateur, le tableau servant de support essentiellement pour les détails techniques. À connaissances équivalentes, il va de soi que la préférence du jury ira vers un candidat dynamique et réactif plutôt que vers un candidat taciturne qui ne recherche pas l'interaction et ne suit pas les indications. Outre ces remarques élémentaires, nous dégageons ici quelques idées supplémentaires à retenir.

Pour l'épreuve de mathématiques 2, de nombreux candidats démarrent leur prestation en relisant l'énoncé à l'examinateur. C'est loin d'être nécessaire, car celui-ci connaît très bien le sujet, et cela fait perdre du temps. Il serait peut-être plus judicieux de commencer par détailler le travail effectué en préparation, les questions réussies, celles ayant posé problème. Cela permettra à l'examinateur d'orienter plus facilement ses questions et de valoriser davantage le travail effectué.

L'initiative et l'autonomie sont des vertus essentielles de l'oral. Il ne faut donc pas attendre l'approbation de l'examinateur pour explorer une piste (celui-ci interviendra de son propre chef si la piste n'est pas bonne, ou s'il attend des précisions) ou démarrer un calcul, *même sans être certain d'aboutir* ! Dans le même registre, les expressions de la forme « il n'y a qu'à » ou « il suffit de » sont à proscrire de l'oral ! Il faut donner *par défaut* les précisions (notamment les hypothèses des théorèmes et toutes leurs vérifications, les calculs, etc.).

Les candidats qui utilisent des théorèmes hors programme sont relativement fréquents. L'examinateur ne sanctionne pas le fait que les candidats aient de telles connaissances mathématiques.

Toutefois, il n'est pas pensable de résoudre une question en utilisant, par exemple, la décomposition de Dunford ou les produits scalaires hermitiens. Il serait bon de rappeler que les concepteurs de sujets mettent beaucoup d'énergie à élaborer des sujets faisables avec les seuls théorèmes au programme, que chaque résultat hors programme utilisé doit être redémontré et qu'il est très mal vu de ne savoir ni démontrer le résultat avancé, ni faire à la main le cas particulier en présence, souvent beaucoup plus simple.

Il arrive parfois qu'un candidat propose de sauter une question, le plus souvent en fin d'oral lorsqu'il se retrouve bloqué sur une difficulté et souhaite montrer et discuter de ce qu'il a traité dans la suite. Si cette attitude est parfois parfaitement défendable pour présenter son travail en préparation, elle ne saurait être utilisée pour ne pas répondre à une question. Rappelons donc que c'est l'examineur qui décide seul du déroulement de l'oral, et notamment qui prend la liberté d'insister sur un blocage (pour évaluer les lacunes du candidat, ou sa réactivité aux indications) ou au contraire de passer à la suite. Les tentatives pour détourner les difficultés ne peuvent que desservir les candidats. Expédier de façon désinvolte une question de cours demandant d'énoncer un théorème, pour finalement avouer qu'on ne connaît pas la définition de la notion dont ledit théorème parle est tout à fait pénalisant, surtout quand le candidat tente de parler plus vite et plus fort que l'examineur pour l'empêcher de poser des questions.

Lorsque l'examineur émet un doute sur une partie d'un raisonnement (« vous êtes sûr ? »), c'est 99% du temps parce qu'il y a une erreur. Pourtant, la réponse qui arrive le plus souvent est un « oui, je suis sûr » sans même avoir pris le temps de la réflexion. Il arrive parfois qu'il faille insister lourdement pour que le candidat se rende compte de son erreur. Ce genre d'attitude est totalement réhibitoire à l'oral et doit être absolument évitée. Ajoutons qu'une erreur relevée ne fait pas nécessairement baisser la note, à condition de prendre le temps de la rectifier correctement.

Le tableau est un outil essentiel de l'oral. Il ne doit pas s'agir d'un brouillon (nombre de candidats écrivent dans tous les sens possibles !). Il ne doit pas s'agir non plus d'une copie. Il est en revanche apprécié que les éléments essentiels de logique s'y retrouvent (introduction des variables, symboles d'implication ou d'équivalence, prédicat des récurrences). Par ailleurs, il serait bienvenu de penser à ne pas se tenir entre son texte et l'examineur (qui n'a pas la faculté de lire à travers les candidats).

Conclusion

Les remarques précédentes ne doivent pas occulter le fait que la majeure partie des candidats a été remarquablement bien préparée à cette épreuve et que de nombreuses prestations ont donné lieu à d'excellentes notes. Le jury espère que ces quelques remarques permettront aux futurs candidats d'aborder l'épreuve en ayant clairement conscience des erreurs à éviter et de cerner ce qui leur permettra de se mettre en valeur.

Physique-chimie

Présentation des épreuves

Les oraux de physique-chimie

Chaque candidat passe deux épreuves orales de physique-chimie, dénommées physique-chimie 1 et physique-chimie 2 (non nécessairement dans cet ordre). Les deux épreuves portent sur la totalité des programmes de physique-chimie des classes MPSI et MP, y compris la partie *formation expérimentale*, les approches *numériques et documentaires* et les appendices *outils mathématiques et outils transversaux*. Ces épreuves rénovées en 2015 ont été parfaitement assimilées par les candidats.

Les membres du jury sont toujours très attentifs au respect le plus strict du programme. Quand une relation « même usuelle » est nécessaire et que celle-ci n'est pas mentionnée explicitement comme exigible dans le programme, la relation est rappelée par le sujet, par un formulaire (lors de l'épreuve physique-chimie 2) ou lors de l'oral par l'interrogateur (dans le cadre de l'épreuve physique-chimie 1).

L'organisation des épreuves orales est telle que les thèmes des deux sujets proposés à un même candidat couvrent des champs disciplinaires différents. Dans les deux cas, le candidat dispose de sa calculatrice personnelle et peut l'utiliser pendant toute l'épreuve. Il dispose aussi de l'ordinateur pour s'aider dans les calculs lors de l'épreuve de physique-chimie 2. Toutefois, lorsque l'examinateur demande d'évaluer un simple ordre de grandeur du résultat numérique, le recours systématique à la calculatrice n'est pas forcément le réflexe attendu.

Des exemples de sujets posés aux deux épreuves orales de physique-chimie sont disponibles sur le site du [concours Centrale-Supélec](#). En fonction du déroulement effectif de l'interrogation, les épreuves peuvent comporter des vérifications explicites des connaissances et compétences exigibles du programme et le champ des questions posées ne se limite pas nécessairement à l'énoncé initialement fourni au candidat. Des indications ou des précisions sont souvent fournies aux candidats lors de l'échange avec l'examinateur, toujours avec bienveillance et dans un souci de permettre au candidat d'avancer dans la résolution de son exercice.

Les deux épreuves orales de physique-chimie ont été conçues pour permettre à la fois de couvrir l'ensemble des champs disciplinaires du programme de physique-chimie, et de valoriser des compétences complémentaires. En physique-chimie 1, l'accent est ainsi mis sur l'*autonomie* du candidat, sa capacité à *modéliser* un phénomène et *valider* le modèle choisi. En physique-chimie 2, on insiste plus sur la capacité à *s'approprier* et *analyser* un sujet à priori plus complexe. De plus, les compétences du candidat en termes de *communication* et d'*échange* sont évaluées dans les deux épreuves.

L'oral de physique-chimie 1

L'épreuve orale de physique-chimie 1 est une épreuve *sans préparation*, d'une durée de 30 minutes. Dès son entrée dans la salle d'interrogation, le candidat se voit remettre un sujet, traitant un thème unique, débutant nécessairement par une question très proche du cours, même si sa formulation peut être originale, puis le champ de l'interrogation s'élargit en fonction des réponses apportées par le candidat. L'objectif de cette épreuve est de favoriser au maximum les échanges entre l'interrogateur et l'étudiant. Lors du dialogue, des précisions peuvent être fournies aux candidats pour le guider dans sa réflexion : éléments supplémentaires de modélisation oubliés par le candidat,

approximations... Le candidat doit faire preuve de réactivité face au thème lorsqu'il expose son raisonnement « en direct ».

L'oral de physique-chimie 2

L'épreuve orale de physique-chimie 2 est une épreuve *avec préparation*, d'une durée totale d'une heure (30 minutes de préparation et 30 minutes de présentation). Dès son entrée dans la salle d'interrogation, le candidat se voit remettre un sujet (énoncé d'une page au maximum) traitant d'un thème unique, mais éventuellement accompagné d'un script Python, d'un logiciel de simulation, de documents à analyser, etc. Le passage au tableau doit toujours débiter par une *présentation* synthétique du sujet préparé. Lors de la préparation, le candidat a eu le temps de faire le point sur ses connaissances concernant le thème abordé dans l'exercice et un raisonnement clair et structuré est donc attendu.

Analyse globale des résultats

Performance des candidats

Le jury interrogeait pour la deuxième année sur ce format d'épreuves ainsi que sur le nouveau programme issu des réformes successives du baccalauréat et des programmes des classes préparatoires aux Grandes Écoles. Les candidats ont parfaitement intégré les nouveaux formats d'épreuves physique-chimie 1 et physique-chimie 2.

Le très fort renouvellement des sujets dans les deux épreuves a permis une évaluation pleinement satisfaisante des candidats avec au final des notes s'étalant de 1 à 20. Les meilleurs notes témoignent des qualités remarquables à tout point de vue de certains candidats alors que les notes les plus basses rendent compte de candidats ne maîtrisant pas les capacités exigibles du programme et qui malgré les aides et les résultats rappelés n'ont pas su faire preuve de réactivité sur le ou les sujets abordés.

Le jury confirme les évolutions déjà observées l'année passée. Tout d'abord, il y a un recul des compétences des candidats dans les parties strictement techniques (notamment le *calcul* algébrique ou analytique), alors même que les nouveaux sujets proposés à l'oral évitent autant que possible les développements strictement calculatoires, en affirmant certains résultats ou en utilisant des simulations numériques par exemple. Si de très nombreux candidats possèdent une très bonne maîtrise des outils mathématiques nécessaires en physique-chimie, d'autres présentent des lacunes rédhibitoires ou accumulent des fautes de rigueur ou des erreurs d'inattention lourdes de conséquences quand elles se répètent pendant toute la séance. Estimer un ordre de grandeur en puissance de 10 s'avère aussi très difficile pour certains candidats. La physique est une science concrète, qui doit être confrontée à la réalité, les applications numériques et leur critique argumentée sont donc un élément fondamental du déroulement de l'épreuve. Trop souvent il faut pousser le candidat à faire l'application numérique et à la commenter. En revanche, la plupart des candidats sont, plus qu'avant, conscients de l'importance de *l'analyse des phénomènes* physiques et de la performance de *l'analyse dimensionnelle*. Une erreur repérée à un moment ou un autre suite à un test de pertinence ou d'homogénéité n'est pas (ou très peu) sanctionnée. Il s'agit donc ici clairement d'un succès du renouvellement de l'esprit de l'enseignement de la physique et de la chimie dans la filière MP, que le jury a apprécié. Et à l'exception de candidats ayant une méconnaissance du thème qui leur est proposé, le jury note que les candidats se montrent plus réactifs, tout du moins au début de l'oral, dans la présentation qualitative des phénomènes physiques ou chimiques. La discussion s'établit donc plus facilement avec de nombreux candidats.

Corrélation entre les deux épreuves

Les répartitions des notes attribuées lors des deux épreuves sont tout à fait comparables (avec des moyennes de l'ordre de 12,0, des écarts-types de l'ordre de 3,9, les répartitions détaillées des notes attribuées figurent par ailleurs dans la section « Résultats par épreuve » de ce rapport). Toutefois, les différences importantes entre la nature et le déroulement des deux épreuves a souvent conduit à attribuer des notes assez différentes lors des deux épreuves passées par un même candidat (page 17, statistiques portant sur 2134 couples de notes). La moyenne de l'écart entre les deux notes est de 3,6 points, donc tout à fait significative, tant en termes d'analyse des performances des candidats que d'incidence sur leur classement.

Pour 42% des candidats, les notes obtenues dans les deux épreuves sont identiques ou diffèrent de un ou deux points ; pour 67% des candidats, elles diffèrent d'au maximum quatre points ; pour 84% d'entre eux, de six points au maximum. On notera donc que pour 16% des candidats, la différence égale ou dépasse sept points. Ces écarts importants peuvent avoir une double origine : une mauvaise préparation du candidat à un des champs disciplinaires du programme, ou la non-validation des compétences spécifiques évaluées par l'une ou l'autre des deux épreuves.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Pour les deux épreuves de physique-chimie

Parmi les grandes règles qui aident à assurer la réussite d'un oral de physique-chimie : avant l'oral, *apprendre son cours* ; pendant l'oral, *être attentif aux questions posées* car le jury est bienveillant et souhaite par ses questions guider le candidat ; enfin, chaque fois que possible, *faire un schéma*.

Certaines questions, que le jury considère comme très classiques et qui servent donc de point de départ à des sujets plus ambitieux se révèlent parfois constituer des obstacles redoutables pour quelques candidats, comme la mise en équation des oscillations d'un pendule et l'expression de l'énergie associée, pour ne citer que cet exemple.

Un candidat passif ou attentiste (qui « joue la montre »), produisant une présentation laborieuse au cours de laquelle l'examineur doit sans cesse intervenir pour espérer progresser un peu sera justement sanctionné, en dehors même des questions de contenu.

En revanche, celui qui prend en main le déroulement de son oral, explore des pistes, propose des méthodes (même si tout n'aboutit pas), fait des remarques pertinentes et montre finalement autant son intérêt pour le sujet que sa maîtrise des compétences exigibles sera évidemment valorisé, même si l'exercice servant de support à l'épreuve n'a pas été traité dans sa totalité.

Enfin, le jury espère encore assister, comme cette année, à des présentations exceptionnelles au cours desquelles des candidats brillants montreront leur parfaite maîtrise du sujet ainsi que leur capacité à réagir avec pertinence et précision à toutes les suggestions. Au delà même de l'excellente note alors méritée, les examinateurs remercient ces candidats qu'ils ont plaisir à écouter !

Pour l'épreuve de physique-chimie 1

Les candidats doivent se présenter munis d'un stylo et d'une calculatrice, dont ils doivent connaître le mode d'emploi (pour les calculs simples, mais aussi pour la résolution d'une équation numérique ou la recherche d'une droite d'approximation par la méthode des moindres carrés). Les candidats ayant oublié d'apporter leur calculette sont plus nombreux que les autres années. Pour certains exercices, l'oubli de la calculatrice est pénalisant (traitements statistiques de données, calculs

de moyennes, écart-type, régression linéaire, résolution numérique ou graphique d'une équation n'ayant pas de solution analytique simple).

Quelques candidats découvrent encore que l'épreuve est sans préparation, mais ils sont très minoritaires. Quelques-uns sont surpris de ne pas disposer de 30 minutes au tableau : si chaque candidat occupe un créneau de 30 minutes sur le planning d'interrogation, quelques minutes sont nécessaires pour l'appel et l'accueil du candidat par l'examineur (et pour se rendre de la salle d'attente à la salle d'interrogation). Une durée de 25 minutes d'interrogation est garantie à tous.

La première question très proche du cours permet au candidat de mobiliser ses connaissances sur le thème principal de l'énoncé. Il est souhaitable de débiter l'oral par une brève présentation du thème de l'exercice et d'expliquer la démarche qui va être suivie dans les grandes lignes, plutôt que d'écrire en silence la réponse à la première question au tableau. Quelques candidats — peu nombreux — n'entament pas le dialogue, ce qui peut leur faire perdre du temps dans la mesure où l'examineur laisse au candidat une liberté de gestion du temps, lui laissant la possibilité de découvrir l'énoncé en début de séance. Il est alors difficile de savoir si le candidat est en train de rassembler ses idées et mettre en place ses raisonnements avant la présentation, où si il n'ose pas entamer le dialogue pour dégager les premiers éléments de raisonnement, avec l'aide de l'examineur. Bien sûr, dans ce cas, l'examineur intervient après quelques minutes pour « lancer la discussion », mais de précieuses minutes peuvent être perdues. On ne peut que recommander aux candidats de prendre l'initiative d'amorcer le dialogue et proposer des pistes, même très partielles, afin que l'examineur puisse juger rapidement des indications à dispenser pour que le candidat s'approprie au mieux et au plus vite l'exercice. En outre, une telle initiative est considérée comme une qualité faisant partie des compétences évaluées dans cette épreuve. À l'inverse, quelques candidats veulent absolument parler dès qu'ils ont l'énoncé en main et se retrouvent bloqués ou partent sur de « mauvaises pistes », faute d'une lecture attentive. Il s'avère que cette démarche fait perdre plus de temps et déstabilise le candidat. En résumé, il est souhaitable d'optimiser son temps de réflexion initial (une à deux minutes suffisent dans la plupart des cas) avant d'entamer le dialogue avec l'examineur et solliciter de l'aide si nécessaire.

Rappelons aussi que l'examineur intervient toujours dans l'intérêt du candidat, pour l'aider à repérer une erreur, compléter ou clarifier un raisonnement. Le manque d'écoute et de réceptivité aux indications, contraire à l'esprit scientifique cherché chez un futur ingénieur est bien évidemment sanctionné lors de l'évaluation. La majeure partie des candidats ont fait preuve d'ouverture et d'un regard critique sur les phénomènes physiques, leur modélisation et les résultats obtenus à la suite des calculs, ce qui a été très apprécié et dûment valorisé par les examinateurs.

L'objectif de cet oral est donc de discuter les phénomènes physiques et chimiques et de *construire en direct* devant l'examineur une démarche scientifique. Comme l'énoncé est court et sans préparation, le candidat est souvent amené à *faire des hypothèses* « raisonnables » qu'il propose à l'examineur. Dans cette phase de construction de la démarche, l'examineur est particulièrement bienveillant et sensible aux arguments physiques invoqués. Cet échange entre l'examineur et le candidat constitue le cœur de cette épreuve de physique-chimie 1. Dans cette discussion, l'examineur intervient pour guider par ses questions le raisonnement du candidat et parfois corriger quelques erreurs de calculs (inévitables dans une présentation sans préparation). Néanmoins, l'examineur ne corrige pas systématiquement et immédiatement les erreurs de calculs, car un candidat qui trouve seul ses erreurs par le sens physique, par l'analyse dimensionnelle... est très apprécié.

Attention toutefois, cette épreuve ne saurait se limiter à une discussion qualitative du thème sans que le candidat écrive au tableau. La résolution satisfaisante de l'exercice passe par la mise en place

d'une démarche écrite explicite, rigoureuse et structurée. Même si l'examineur dispose évidemment de l'énoncé, il est préférable de reproduire les schémas au tableau pour mieux communiquer avec l'examineur et les compléter au fur et à mesure du raisonnement.

Pour l'épreuve de physique-chimie 2

Les candidats se voient remettre leur sujet dès le début de l'épreuve et disposent dès lors d'un ordinateur, équipé notamment de Python (qui peut être utilisé comme une simple calculatrice, même si le sujet n'en fait pas mention). Ils peuvent aussi évidemment, pendant la préparation comme pendant la présentation, utiliser leur calculatrice personnelle.

Tous les sujets posés cette année comportent, en caractères parfaitement lisibles, la phrase : « *Il sera accordé une grande importance aux qualités d'exposition. Le candidat est invité, dès le début de son passage au tableau, à présenter le sujet préparé de manière ordonnée et argumentée* ». Tous les candidats n'ont malheureusement pas suivi cette règle. En particulier, certains étudiants persistent à commencer leur passage au tableau par « Pour la question 1, j'ai fait... », voire même dans certains cas en relisant à haute voix la dite question.

Rappelons-le donc ici encore : un exercice de physique-chimie, en particulier quand il comporte une phase de préparation (aussi longue que la présentation elle-même !) constitue un tout et le candidat doit donc prendre connaissance de la totalité des questions posées, s'imprégner du thème traité et orienter ses réponses (commentaires et applications numériques inclus) en fonction de ce thème global.

Les sujets posés peuvent comporter des documents d'accompagnement ou un support informatique, les deux n'étant d'ailleurs pas exclusifs l'un de l'autre. Le jury rappelle ci-dessous les conditions d'emploi de ces éléments accessoires au sujet, mais souvent essentiels pour mener à bien le traitement des questions posées.

À propos des documents

Une fraction significative des sujets posés comportent des documents à exploiter. Il peut s'agir de notices techniques ou commerciales, d'extraits d'ouvrages de vulgarisation ou d'articles encyclopédiques, etc. Dans tous les cas, le candidat peut s'attendre à trouver dans ces documents des réponses au moins partielles à certaines des questions posées par le sujet lui-même, qu'il s'agit souvent de reformuler ou de justifier. Il est donc indispensable de bien prendre connaissance de ce sujet avant même de s'intéresser aux questions posées. Le site du CCS propose des exemples de sujets avec les documents associés.

À propos de Python

De nombreux sujets font aussi appel à une simulation numérique, dans l'immense majorité des cas programmée en Python (version 3.x) et accessible pendant la préparation et la présentation au moyen de l'environnement IEP de `pyzo`. Il ne s'agit en aucun cas d'une épreuve de programmation : les scripts fournis sont en général quasiment fonctionnels et il n'est exigé du candidat que des opérations élémentaires, comme par exemple :

- compléter une ligne vide en rapport avec une question posée dans le sujet, par exemple remplacer `delta = \# a` compléter par `delta = 2 * n * e * math.cos(phi)` ;
- modifier une ligne pour changer la valeur d'une constante numérique ou d'un paramètre variable, par exemple remplacer `m = 1.6E-27` par `m = 9.11E-31` pour passer du proton à l'électron ;

- modifier une ligne pour changer la nature d'une courbe tracée, par exemple remplacer la loi horaire `plt.plot(t, x)` par le portrait de phase `plt.plot(x, v)` ;
- enfin, dans quelques cas et en fin de sujet seulement, programmer quelques lignes pour trouver une solution numérique à une équation simple, etc.

Dans la quasi-totalité des cas, les notations sont transparentes et les variables du modèle physique portent le *même nom* que les variables Python associées.

Le jury n'a en général constaté ni réticence ni manque de compétence dans l'emploi des logiciels mais certains candidats ne se servent pas assez du script qu'ils ont pourtant à leur disposition pendant la totalité de l'épreuve. Dans certains cas, la simple lecture du script, ou un coup d'œil jeté aux courbes tracées, leur auraient pourtant été profitables.

D'une manière générale, le jury conseille aux candidats de garder à l'esprit les éléments suivants pour structurer leur oral de physique-chimie 2 :

- commencer par définir correctement le système étudié ;
- proposer une stratégie de résolution claire avant tout calcul ;
- puis une fois le problème résolu, s'assurer que les résultats sont cohérents (pertinence, ordre de grandeur, ...) ;
- et enfin, garder à tout moment une vue d'ensemble du sujet, la préparation sert aussi à cela.

Remarques portant sur les domaines disciplinaires

Chimie

La chimie est, dans le cadre des épreuves orales de physique-chimie, traitée comme toutes les autres parties du programme et les sujets portant sur cette partie ont été posés en nombre proportionnel à l'emprise approximative de la discipline sur l'horaire global d'enseignement. Les thèmes traités en MPSI et MP sont simples et les exercices de chimie ont été globalement bien traités par les candidats. Si le nombre de candidats n'arrivant pas à démarrer un exercice de chimie pendant la séance a fortement régressé, une part significative des candidats interrogés ne parvient pas, malgré des tentatives d'aide répétées, à obtenir des résultats exploitables pendant l'interrogation. Un apprentissage rigoureux du vocabulaire de base de la chimie et des démarches les plus classiques demande le même investissement que tous les autres thèmes. Quelques candidats semblent encore faire l'impasse sur cette partie, ce qui est désastreux. À l'inverse, le jury a assisté à d'excellentes présentations dûment récompensées, qui témoignent d'un investissement solide et soutenu dans ce domaine.

En atomistique, quelques candidats peinent à utiliser les règles de base : remplissage des niveaux d'énergie électroniques, dénombrement des électrons de valence, schémas de Lewis simples...

En cristallographie, la difficulté demeure la vision dans l'espace. Le positionnement des sites interstitiels et le calcul des distances entre atomes voisins (simple application du théorème de Pythagore) posent parfois de grosses difficultés. La notion de coordinence est souvent confondue avec la multiplicité de la maille.

En thermochimie, des candidats méconnaissent souvent la notion de réaction de formation, d'état standard de référence, ce qui peut les bloquer dans le démarrage de certains exercices, et cela les déstabilise grandement. Certains candidats ne semblent pas savoir que le calcul d'une température

en fin de réaction (température de flamme pour la réaction adiabatique isobare) est une application directe du premier principe de la thermodynamique.

Pour les équilibres acido-basiques, la définition de la constante d'acidité (K_A) n'est pas toujours connue. Dans les dosages, la rédaction propre d'un tableau d'avancement permettrait d'éviter bien des erreurs.

En oxydo-réduction, des erreurs surviennent fréquemment dans le calcul erroné des nombres d'oxydation, dans l'équilibrage dans les demi réactions rédox et dans l'écriture de la formule de Nernst associée. Mais une fois cette étape passée, l'attribution des domaines dans un diagramme E-pH est souvent faite correctement et son exploitation plutôt correcte. En électrochimie, les courbes intensité-potentiel ne sont pas toujours bien comprises et se retrouvent parfois mal exploitées. Les calculs de quantité de charge échangées et les bilans énergétiques sont des obstacles insurmontables pour une part importante de candidats.

En cinétique chimique, on rencontre des erreurs d'intégrations. Les traitements statistiques d'une série de mesure à la calculatrice posent de grosses difficultés à certains candidats.

Électrocinétique

Le traitement numérique du signal est en général bien compris et le théorème de Nyquist-Shannon connu et bien énoncé. Pourtant, le repliement de spectre reste une notion mal comprise, menant par exemple à de mauvaises exploitations de spectres expérimentaux.

Les difficultés majeures se concentrent sur les règles de base des circuits, que ce soit la loi des mailles ou la loi des nœuds, même pour des circuits très simples. La résolution d'un système à deux mailles peut prendre un temps conséquent au candidat.

Les candidats maîtrisent enfin plutôt bien les notions associées aux régimes variables (évolutions temporelles, caractère borné, etc.) et celles liées au filtrage (analyse pertinente des courbes de gain ou des spectres proposés par les simulations par exemple). Cependant, étudier même partiellement une fonction de transfert peut s'avérer long pour certains candidats. Un léger recul de l'aspect purement technique est assez notable sur ce point. En particulier, le jury note des difficultés plus importantes dans la mise en forme des fonctions de transferts pour obtenir l'expression d'une pulsation centrale ou de coupure ou (et) d'un facteur de qualité.

Électromagnétisme

Un nombre (minoritaire mais croissant) de candidats n'a pas le réflexe de déterminer la topographie d'un champ électrostatique ou magnéto-statique (ou de densité de courant...) avec l'étude des symétries et des invariances. Lorsque le jury le demande, cela est souvent fait correctement, mais cette démarche devrait être spontanée et systématique.

L'induction électromagnétique est parfois mal maîtrisée. Des exercices très simples apparaissent complètement hors de portée de certains candidats, incapables simplement d'écrire la loi de Faraday ou l'expression de la force de Laplace ; plus généralement, l'obtention des deux équations (électrique et mécanique) couplées, clairement algébrisées (orientations des intensités des courants, des forces électromotrices induites, de la normale à une surface) grâce à un schéma pose problème et le découplage de ces équations plus encore. Quant à l'attitude qui consiste à rétablir le signe à la fin, cela est bien mais le jury apprécie aussi quand cette démarche est assortie d'une recherche de l'erreur. Enfin, alors que les exercices d'induction se prêtent bien à une interprétation globale dès le début de l'énoncé, trop peu de candidats parviennent à donner une vision d'ensemble de l'exercice qui leur est proposé.

Ne pas savoir écrire correctement les équations de Maxwell est réhibitoire pour l'épreuve et témoigne d'un manque de préparation incompatible avec les exigences du concours.

Rappelons que toute onde plane n'est pas nécessairement progressive, que tout rotationnel n'est donc pas forcément un produit vectoriel et que la « relation de structure » trouve donc là ses limites. À ce sujet, demander le cadre de validité de cette relation ou son origine est une question légitime mais qui semble souvent déstabiliser fortement le candidat. Si la plupart des candidats savent donner les expressions des vitesses de groupe et de phase, moins nombreux sont ceux capables d'en proposer une interprétation physique.

Quelques sujets traitant de la propagation dans les milieux conducteurs (plasmas) ont aussi parfois été mal traités, plutôt à la surprise du jury : il s'agit d'un thème très balisé pour lequel les sujets posés étaient en général sans surprise. Dans ce domaine, la maîtrise de quelques ordres de grandeurs est attendue, conformément au programme. En outre, les hypothèses et approximations retenues pour établir l'expression de la conductivité dans un plasma (sans collisions) sont rarement énoncées avec rigueur.

Mécanique

La mécanique du point est plutôt bien traitée, en dépit d'erreurs de projection plus fréquentes. Sur les exercices traitant des mouvements à force centrale, les résultats classiques comme les lois de conservation, les lois de Kepler doivent savoir être rapidement énoncées et re-démonstrées. Il n'est pas raisonnable de passer près de la moitié de la séance d'oral pour retrouver, avec l'aide de l'examinateur, la période de révolution d'un objet en orbite circulaire.

Les situations exploitant les mouvements dans les référentiels non galiléens sont bien identifiées par les candidats, même si la notion de référentiel en translation circulaire autour d'un axe fixe donne trop souvent lieu à une mauvaise évaluation des forces d'inertie. De même, savoir que la force d'inertie d'entraînement est comptée dans le poids du référentiel terrestre est souvent oublié par le candidat dans un premier temps.

Le jury a aussi noté une amélioration sur les sujets traitant des coefficients de frottement. Tous les éléments ne sont pas toujours acquis mais les candidats de la session 2016 semblent mieux maîtriser la physique associée à ce thème.

La partie la plus mal traitée demeure l'étude des solides en rotation autour d'un axe fixe, que beaucoup de candidats s'acharnent à vouloir ramener à des formules relatives au seul point matériel. Les calculs de moments de forces sont souvent mal maîtrisés, avec un manque d'aisance dans les calculs de produits vectoriels et par méconnaissance de la notion (souvent très commode en physique) de bras de levier.

Pour conclure sur ce thème, un exercice de mécanique doit débiter, autant que possible, par une discussion physique qui, en plus de présenter les phénomènes en jeu, permettra de dégager la meilleure stratégie de résolution. Trop de candidats, faisant fi de cette étape, se plongent directement dans un ensemble décousu d'équations dont ils ne savent que faire une fois qu'elles ont été écrites. Certains ne pensent pas à utiliser à bon escient les théorèmes énergétiques, alors que dans la plupart des cas ces méthodes simplifient la tâche de l'étudiant. Enfin, les exercices de mécanique étant très concrets, il faut faire des tests de pertinence une fois le résultat obtenu.

Optique

Les exercices d'optique géométrique dans les conditions de Gauss restent redoutables pour quelques candidats. Le simple tracé de rayons, voire la définition des notions les plus simples (objet, image, grandissement) posent parfois des problèmes insurmontables. La construction de rayon à l'aide

de miroir plan est une partie jugée difficile par bon nombre de candidats. Pour information, les formules de conjugaison soit de Newton soit de Descartes sont systématiquement rappelées dans les sujets où elles sont nécessaires (parfois à l'oral pour l'épreuve physique-chimie 1).

En optique physique, le calcul de la différence de marche entre deux rayons dans un dispositif de trous d'Young est aussi un filtre assez sélectif ; certains candidats semblent absolument incapables de mener à bien cette opération, et même de mettre en place le problème posé sur un schéma. Il semble que certains candidats ne connaissent qu'une situation : soit avec une observation dans le plan focal d'une lentille convergente, soit sur un écran placé à une distance grande devant la distance entre les fentes, et lorsqu'ils sont confrontés à l'autre situation, ils perdent leurs moyens. De plus, les notions relatives à la cohérence (et en particulier le temps ou la longueur du même nom) sont mal connues. Concernant l'interféromètre de Michelson, le jury a noté des confusions sur les conditions d'observation (localisation, conditions d'éclairage) entre les configurations lame d'air et coin d'air. Même si les candidats ont vu ces aspects en travaux pratiques, ils doivent pouvoir les expliquer dans le cadre de l'oral.

La notion de diffraction n'est pas toujours bien maîtrisée par les candidats. Rappelons ici l'extrait du programme officiel, « relation $\sin \theta \simeq \lambda/d$ entre l'échelle angulaire du phénomène de diffraction et la taille caractéristique de l'ouverture » ; savoir au moins que la diffraction peut être gênante dans un instrument d'optique est un élément culturel important. Le jury a même eu plusieurs fois la surprise d'entendre affirmer avec force et conviction que *la diffraction n'intervient que si la taille de la pupille est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde*. De même, savoir que la diffraction limite le nombre de franges visibles dans l'expérience des fentes d'Young est un élément important.

Enfin, le jury est surpris d'apprendre la présence de tant de sources *rigoureusement ponctuelles* (en général à vapeurs de sodium ou de mercure d'ailleurs) dans les laboratoires des lycées.

Physique quantique et statistique

Ces parties « nouvelles » du programme sont appréciées des candidats et donnent souvent lieu à de bons oraux. Néanmoins cette année un nombre significatif de candidats a cependant eu du mal à dégager des interprétations physiques de résultats obtenus en mécanique quantique, donnant lieu à des planches plus ternes. Si certains résultats de la mécanique quantique ne sont pas très intuitifs au regard de notre monde macroscopique quotidien, il en est d'autres qui sont facilement interprétables physiquement (réflexion et transmission d'une particule sur une marche de potentiel, confinement dans un puits... au moins par analogie avec d'autres phénomènes ondulatoires, etc). De plus, si l'équation de Schrödinger — d'ailleurs non exigible — est en pratique connue de tous les candidats interrogés, quelques-uns connaissent mal les inégalités de Heisenberg et les relations de De Broglie.

Il est regrettable de savoir faire des calculs de fonctions d'onde (résolution d'équations différentielles avec conditions aux limites) sans savoir correctement les utiliser ensuite pour calculer des probabilités de présence. La notion de courant de probabilité \vec{J} n'est pas toujours bien maîtrisée et interprétée. Le manque d'aisance mathématique dans la recherche de la solution non triviale d'un système d'équations algébriques linéaires homogène est préjudiciable en mécanique quantique. Beaucoup de candidats se retrouvent bloqués dans leur progression une fois les conditions aux limites traduites.

Thermodynamique

Le premier principe n'est pas toujours cité explicitement, en particulier dans le cadre des exercices sur la conduction thermique. D'une manière plus générale, trop de candidats parlent trop vaguement de « bilan énergétique » sans préciser lequel, ni le système choisi, ce qui peut s'avérer très

préjudiciable. L'algèbrisation des échanges énergétiques pose parfois de sérieux problèmes. Rappelons qu'un candidat doit savoir établir sans ambiguïté l'équation locale de la diffusion par un simple bilan unidimensionnel. Enfin, oublier de définir le système auquel on applique le premier principe conduit souvent à des erreurs.

L'application du premier principe aux écoulements permanents (« premier principe industriel ») reste complètement ignorée par un nombre significatif de candidats mais leur proportion semble avoir diminué par rapport à l'année passée. La démonstration ou l'idée de la démonstration (se ramener à un système fermé pendant une durée infinitésimale) reste pour la plupart non acquise.

Certains candidats manquent visiblement de pratique sur la lecture des diagrammes expérimentaux et passent beaucoup de temps pour y placer les points d'un cycle, malgré des renseignements très explicites dans l'énoncé. Les changements d'état ont tendance à effrayer les candidats.

Un nombre non négligeable de candidats établit des résultats corrects mais ne semble pas conscient de l'importance des notations différentielles (extrait des compétences exigibles du programme : « Utiliser avec rigueur les notations d et δ en leur attachant une signification. »). Il convient de même, et c'est d'ailleurs l'intérêt des candidats, de distinguer un rendement d'une efficacité ou d'un coefficient de performance, potentiellement ou nécessairement supérieur à l'unité.

Quand les hypothèses de l'exercice s'y prêtent (transferts thermiques en régime stationnaire ou quasi-stationnaire), l'utilisation des résistances thermiques permet d'alléger considérablement les calculs (au lieu de passer par les profils de température, les conditions aux limites à chaque interface... qui aboutissent à des systèmes d'équations souvent lourds). Cette démarche n'est pas un réflexe pour tous les candidats.

Conclusion

Malgré une bonne maîtrise générale des outils mathématiques, les candidats manquent souvent de facilité pour conduire un calcul algébrique ou analytique. En revanche ils sont plus à l'aise dans l'analyse des phénomènes physiques et enclins à échanger avec l'examineur. Les examinateurs ont ainsi eu le plaisir d'échanger avec d'excellents candidats.

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

L'épreuve consiste, dans un délai 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, électrolyse, ...) ou en physique (électricité, électronique, optique, ...), il s'agira d'étudier un phénomène particulier à l'aide des notions au programme. Des travaux pratiques de chimie ont été proposés cette année à environ 15% des candidats admissibles. D'une manière générale, le jury rappelle que les candidats sont évalués sur les capacités exigibles qui figurent au programme des deux années de préparation, à partir des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

L'épreuve nécessite généralement l'élaboration, le suivi ou le choix d'un protocole expérimental, une interprétation et une présentation comparative des résultats, accompagnés 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'examineur, 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 peut être 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.

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.

D'un point de vue pratique en chimie, pour des raisons de sécurité, le(la) 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 stylos, crayons, gomme ainsi qu'une calculatrice.

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

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 aux candidats que l'épreuve de travaux pratiques est une épreuve en temps limité (3 h pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte-rendu, une fois les explications et consignes données) et qu'ils sont totalement responsables de la gestion de leur temps.

Les candidats sont invités à lire attentivement 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

On note depuis plusieurs années une tendance à progresser de plus en plus lentement et parfois même un manque de motivation. De nombreux candidats passent trop de temps sur les premières manipulations et n'arrivent pas au bout de leur sujet. Beaucoup se révèlent mal à l'aise avec l'instrumentation et peu autonomes.

Certains candidats présentent leurs résultats à l'oral sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude évidemment contraire à l'esprit de l'épreuve. D'autres ne font pas le lien entre la théorie et l'expérience, en énonçant des résultats sans vérifier expérimentalement ce qu'ils prédisent, ou au contraire en effectuant des mesures sans les confronter avec leurs connaissances théoriques.

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...).

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 théoriques

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 (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...). Un nombre important de candidats privilégie les explications par des calculs théoriques complexes au détriment d'une explication physique ou de bon sens.

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. Un mauvais choix de fonctions par certains candidats (maximum ou tension crête à crête au lieu d'amplitude, retard au lieu de phase...) rend les mesures moins précises ou moins faciles à effectuer. 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. Les mesures de déphasage en mode X-Y sont toutefois très souvent de mauvaise qualité. Pour relever la réponse fréquentielle d'un filtre, l'utilisation d'un voltmètre en entrée et d'un oscilloscope en sortie est à éviter car ils ne mesurent pas la même chose (respectivement une tension efficace et une amplitude).

Pour le multimètre et l'oscilloscope, le jury 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. Quelques rares candidats ne maîtrisent pas le programme de physique de niveau collègue et ne savent pas fermer une maille électrique.

Malgré les notices simplifiées fournies aux candidats pour les oscilloscopes, beaucoup 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. Le code couleur pour les câblages en électronique est mal maîtrisé, ce qui conduit les candidats à commettre de nombreuses confusions entre masse et terre. La terre des générateurs basse fréquence et des oscilloscopes par comparaison avec la masse flottante des multimètres et des alimentations continues est très mal maîtrisée. Certains candidats essaient de mesurer un courant directement à l'oscilloscope. Parmi les candidats qui décident d'utiliser une résistance pour effectuer cette mesure à l'oscilloscope (via une mesure de différence de potentiel), la plupart ne sait pas justifier le choix de la valeur de la résistance.

L'étude de la fonction de transfert d'une boîte noire avec deux bornes marquées « entrée » et deux bornes marquées « sortie » pose souvent 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). Les résistances internes des composants ne sont quasiment jamais prises en compte dans l'estimation des sources de pertes dans un circuit.

Une confusion entre courant alternatif et continu, des erreurs de branchement de câbles coaxiaux, une mauvaise maîtrise de la notion de quadripôle (par exemple étudié comme un dipôle et donc court-circuité) et des erreurs de calcul de pente en échelle logarithmique ont parfois été constatées.

Dans l'ensemble, les candidats maîtrisent correctement le tracé expérimental de diagrammes de Bode ainsi que l'analyse de ces diagrammes.

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. De manière générale, un nombre non négligeable de candidats de la filière MP donne l'impression de ne pas avoir manipulé de matériel expérimental au cours de l'année ou alors très peu. On peut ainsi s'interroger sur la disponibilité de matériel expérimental (en particulier en optique) dans certaines classes préparatoires.

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. Le jury 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. Une proportion non négligeable de candidats ne connaît pas le papier semi-logarithmique tandis que 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. Pour tracer une réponse fréquentielle, quelques candidats peu familiers avec le papier semi-logarithmique portent en abscisse le logarithme de la fréquence au lieu de la fréquence, ce qui donne en définitive un double logarithme de la fréquence en abscisse.

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. Dire qu'une courbe est une droite après avoir placé seulement trois points n'est pas très rigoureux et il convient de placer tous les points mesurés avant de conclure.

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

Il y a fréquemment des erreurs sur la mesure d'une bande passante à -3 dB quand le gain dans la bande passante n'est pas de 0 dB ou quand le système présente une résonance.

Cette année encore de nombreux candidats ont utilisé l'ordinateur (tableur ou logiciel de traitement des données mis à disposition dans certains cas) pour le traitement et la présentation des résultats. Un nombre non négligeable de candidats croit savoir se servir d'un tableur mais perd finalement beaucoup de temps à l'utiliser correctement et finit par demander de l'aide à l'examineur (dont ce n'est pas le rôle).

TP chimie : commentaires et conseils sur les différentes techniques

Titrages

Principe

Les notions de titrage et de réactif limitant sont souvent mal comprises. Rappelons qu'un titrage est une méthode de détermination d'une *quantité de matière* par transformation de l'espèce à quantifier. Un système d'agitation est indispensable pour optimiser le mélange des réactifs.

Les candidats oublient que dans un titrage il s'agit de repérer et d'exploiter l'équivalence, qui correspond à la situation où les réactifs ont été introduits en proportions stœchiométriques. *Une relation entre quantités de matière est attendue.*

En particulier l'équation $c_a v_a = c_b v_b$ est trop souvent rencontrée quels que soient les nombres stœchiométriques et sans que le candidat ne soit capable de la justifier si l'examineur lui en fait la demande. L'expression $c_a (v_a + v_{eq}) = c_b v_{eq}$ est également très souvent rencontrée ! Il est nécessaire de donner du sens à la notion d'équivalence pour pouvoir ensuite traduire sous forme littérale les relations entre les quantités de matière.

Par ailleurs, la détermination d'une quantité de matière ou d'une concentration inconnues peut parfois nécessiter l'utilisation d'une différence entre deux volumes équivalents. Il est important que les candidats soient en mesure d'identifier les transformations chimiques se déroulant sur chaque portion d'une courbe de titrage, afin d'en tirer la relation correspondante entre quantités de matière. *Toute relation entre quantités de matière doit donc être systématiquement précédée par l'écriture de l'équation de réaction support du titrage.*

Lors du titrage d'un polyacide par une base forte, rares sont les candidats qui savent si à partir d'une table de pKa , d'une courbe de titrage ou même d'une simulation, toutes les acidités du polyacide sont dosées et si elles le sont simultanément ou successivement.

Élaboration d'un protocole

Dans nombre de sujets il est demandé au candidat d'élaborer un protocole de titrage permettant de déterminer avec précision la concentration d'une espèce chimique donnée.

On attend du candidat qu'il prévoie :

- une réaction support de titrage bien choisie (acide-base, rédox, précipitation) disposant des caractéristiques d'une réaction de titrage (réaction totale, rapide, unique et telle que l'équivalence soit repérable) ;
- une méthode de détermination de l'équivalence (potentiométrie, conductimétrie, pH-métrie, utilisation d'un indicateur coloré) ;
- la concentration de la solution titrante ;
- le volume de la solution à titrer ;
- une estimation du volume équivalent ;
- dans certains cas, l'allure générale de la courbe attendue.

Si les deux premiers points ne posent en général pas trop de problèmes aux candidats, les derniers les plongent en général dans une grande perplexité.

Il est en effet nécessaire de connaître un ordre de grandeur de la concentration que l'on veut mesurer pour les aborder. Le jury entend souvent la réponse, fréquemment affirmée avec agacement : « puisque c'est ce que je cherche à mesurer, je ne la connais pas ! ».

De même qu'on ne choisit pas le même instrument de mesure pour mesurer la longueur d'un crayon ou la hauteur de la tour Eiffel, il n'est pas possible d'élaborer un protocole de titrage précis sans connaître un ordre de grandeur de la concentration de la solution à titrer. Cette information figure bien évidemment dans le sujet fourni aux candidats.

Simulation

Certains sujets proposent une simulation du titrage à effectuer, d'autres demandent aux candidats de la réaliser avec le logiciel « dozzaqueux » (téléchargeable gratuitement à l'adresse jean-marie.biansan.free.fr), qui peut les aider en particulier à aborder les deux derniers points de la recherche d'un protocole. La prise en main du logiciel ne pose pas de problème à la majeure partie des candidats.

Par ailleurs, le jury encourage les candidats à apprendre à analyser de telles simulations pour comprendre les phénomènes observés au cours du titrage et exploiter correctement les résultats.

Réalisation pratique

Si la recherche de précision est centrale dans un titrage, ce terme est souvent utilisé de façon abusive par les candidats. Ceux-ci gagneraient à se demander si leurs choix améliorent vraiment la précision recherchée sur la grandeur à déterminer :

- en conductimétrie, resserrer les mesures près de l'équivalence n'amène aucune précision supplémentaire sur le volume équivalent puisqu'on cherche à tracer des portions de droites avec les points situés avant ou après l'équivalence ;
- prélever des réactifs en excès à l'aide d'une verrerie jaugée n'améliore pas non plus la précision de la détermination de la quantité du composé à titrer.

En revanche, il est crucial d'opérer avec précision :

- les dilutions de solutions à doser ;
- le prélèvement d'une substance à titrer ;
- l'introduction d'une solution titrante.

Quelques habitudes gagneraient à être prises :

- une burette doit être rincée avec la solution titrante ;
- l'éventuelle bulle d'air dans la pointe de la burette doit être éjectée.

Mythes et légendes

Les candidats semblent reléguer la colorimétrie au rang de méthode imprécise pour le repérage de l'équivalence (un titrage colorimétrique est pour la plupart des candidats moins précis que tous les autres titrages !).

Rappelons que si l'indicateur coloré est bien choisi, la détection de l'équivalence peut se faire « à la goutte près », pour peu que le manipulateur regarde le bêcher de titrage et non les graduations de la burette. Il s'agit donc d'une méthode très précise et rapide pour peu que l'on commence par repérer l'équivalence grâce à un premier titrage très rapide avant d'en opérer un second en se rapprochant rapidement du volume à l'équivalence et achevant la coulée « à la goutte près ».

En pH-métrie ou potentiométrie, un pas de 0,5 mL autour de l'équivalence est aberrant :

- comment penser calculer une dérivée avec un pas aussi grand (une dérivée n'est-elle pas la limite du taux d'accroissement quand le pas tend vers 0 ?) ;
- le tracé de tangentes sur des courbes avec des points très espacés a de quoi questionner sur la prétendue précision de la méthode.

Par ailleurs, en conductimétrie, la plupart des candidats ignore que pour s'affranchir de l'effet de la dilution on peut ajouter un grand volume d'eau ou calculer la conductivité corrigée.

Enfin, la quête de la précision ne doit pas devenir une obsession. Les préparations d'une solution saturée, ou d'un électrolyte par exemple, ne nécessitent pas les mesures d'une masse ou d'un volume avec une grande précision. Le « bon sens » du candidat est aussi évalué.

Utilisation d'un tableur

La plupart des candidats choisit d'utiliser l'un des 4 tableurs à disposition (graph2D, regressi, libre office ou latis pro). Toutefois le jury regrette que son utilisation se limite en général à l'option « grapheur ». Ainsi de nombreux candidats se contentent de tracer la courbe de suivi, de l'imprimer (en petit format en général) puis de déterminer le volume équivalent de manière très imprécise sur la feuille imprimée non graduée.

Le jury rappelle ainsi :

- que les courbes obtenues en conductimétrie peuvent fréquemment être modélisées par des portions de droites dont les tableurs peuvent déterminer l'intersection ;
- que les tableurs disposent d'outils permettant d'analyser les courbes potentiométriques ou pHmétriques tels que tracé des tangentes (méthode dont la validité théorique n'est certes pas toujours vérifiée mais qui s'avère pratique et précise dans de nombreux cas), tracé de dérivée. Cette dernière méthode n'a de sens que si de nombreuses mesures ont été faites au voisinage

du saut de potentiel ou de pH. La méthode de la dérivée seconde est à proscrire, en général le nombre de points de mesures, déjà à peine suffisant pour réaliser un tracé de dérivée première, est insuffisant pour rendre crédible une dérivée seconde ;

- que l'option « lissage » des courbes proposées par les tableurs doit être utilisée avec pertinence et pas de manière systématique ;
- que la détermination du volume équivalent ne peut être réalisée que sur une courbe et pas sur une succession de points discrets.

Titration suivi par potentiométrie

La potentiométrie pose beaucoup de difficultés aux candidats. Elle est souvent confondue avec la conductimétrie. La majorité des candidats a cherché à étalonner les potentiomètres avec des solutions tamponnées de pH !

Calorimétrie

Contrairement à l'année passée, la calorimétrie a posé beaucoup de difficultés aux candidats, tout particulièrement lorsqu'il s'est agi de déterminer une enthalpie standard de réaction.

Certains candidats connaissent en général la méthode des mélanges permettant de déterminer la capacité thermique d'un calorimètre mais rarement ce que signifie ce terme. Le suivi de l'évolution de la température au cours du temps est souvent demandé, en vue d'observer et de compenser les pertes thermiques ; mais cette méthode est rarement comprise et exploitée.

Verrerie en chimie

Certains éléments de verrerie (pipette jaugée, pipette graduée) servent à délivrer (ext), d'autres à contenir (in) un volume de solution (fiole jaugée). On rappelle que l'utilisation d'un bêcher n'est pas adéquate pour préparer des solutions par dilution ou par dissolution d'un solide, la fiole jaugée est en revanche recommandée. Par ailleurs, la connaissance du nom des différents éléments de verrerie facilite grandement l'échange entre examinateur et candidat.

Cinétique

En cinétique, la détermination d'ordres partiels est généralement bien conduite, mais il serait judicieux de comparer plusieurs hypothèses d'ordre avant de conclure. Par ailleurs, choisir un ordre en prétendant reconnaître visuellement une branche d'hyperbole ou une exponentielle décroissante pose de réelles questions.

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. Par ailleurs, la position accroupie n'est pas adaptée au laboratoire, tout particulièrement lorsqu'il s'agit de prélever un liquide à la pipette.

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 éventuellement 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 fourvoyés. Le jury évalue favorablement ceux d'entre eux qui écoutent et mettent en pratique les conseils prodigués. Comme indiqué plus haut, nous conseillons 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 l'épreuve de travaux pratiques demande aussi une bonne organisation, une bonne gestion du temps et une communication exemplaire à l'écrit et à l'oral. L'ensemble du jury de travaux pratiques espère que ce rapport permettra aux futurs candidats de bien engager leur préparation.



OPTIMAL SUP-SPÉ

le n°1 en sup-spé

Mademoiselle, Monsieur,

Nous vous informons que nous proposons 3 stages de préparation aux oraux en Maths Spé en juin 2017. La brochure ci-jointe détaille leur contenu pédagogique :

-  **Stage "TIPE / ADS" samedi 3 et dimanche 4 juin 2017.** Préparation des épreuves orales de TIPE du Tétraconcours Mines-Ponts, Centrale-Supélec, E3a et CCP - et préparation de l'épreuve d'Analyse de Situation de l'Ecole Polytechnique pour ceux qui le souhaitent.
-  **Stage "Oral +" samedi 10 et dimanche 11 juin 2017.** Préparation des épreuves orales de Mathématiques (et/ou Info) et de Physique de tous les concours : cours, résolution d'exercices d'oraux, oraux blancs individuels.
-  **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 y 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.

Si vous souhaitez participer à l'un de nos stages, il est recommandé de vous y inscrire dès que possible. 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 (avec ou sans Python), 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.

Pendant la période des écrits et des oraux, nous répondons volontiers et gratuitement à toute question de mathématiques ou de physique que vous souhaiteriez nous poser, à l'adresse maths@optimalsupspe.fr. N'hésitez pas à nous contacter aussi pour tout conseil ou autre sur les Ecoles au 01 40 26 78 78. Nous vous souhaitons à tous bon courage et 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 2017

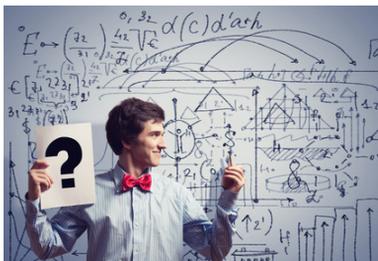
Maths, Physique, Python, TIPE, ADS, Entretiens

OPTIMAL SUP-SPÉ est le N°1 dans la préparation aux concours scientifiques depuis 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/ADS

Oraux TéraConcours et X



Samedi 3 juin 2017
Dimanche 4 juin 2017

STAGE "ORAL +"

Maths, Physique, Python



Samedi 10 juin 2017
Dimanche 11 juin 2017



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 10 et 11 juin 2017**, 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 **3 et 4 juin 2017**, le Stage intensif "TIPE / ADS", du samedi 9 heures au dimanche 19 heures. Les étudiants des prépas scientifiques sont très peu préparés à cette épreuve mixte, de 40 minutes, où ils doivent à la fois présenter leur TIPE, une analyse de documents scientifiques difficile (qu'ils auront préparée pendant 2h15 auparavant) et où ils seront soumis, durant deux fois 10 minutes, à une batterie de questions relativement difficiles. Il est possible de faire une grosse différence avec une préparation adaptée.



6 sujets ADS blancs repris et corrigés en cours, dont 2 à 3 à préparer avant le stage

- Exposés individuels en cours avec questions, reprise intégrale des sujets
- Cours de méthodologie, approches possibles, erreurs à éviter, mises en situation
- Corrections complètes et détaillée



1 Oral Blanc Individuel ADS Complet

- Concours Blanc sur place avec préparation
- Traitement de sujets divers sous différents angles. Format TétraConcours ou X au choix.
- Possibilité d'assister aux ADS de tous les autres candidats



1 Oral Blanc individuel sur votre TIPE

- Cours magistral de méthodologie sur la présentation, l'exposé, les attentes des jurys
- Exposé de votre TIPE et questions ciblées préparées par notre intervenant
- Débriefing individualisé très dense, sur le fond et sur la forme

Tarif Stage TIPE et Analyse de Documents Scientifiques

420 €

→ Il est vivement recommandé de s'inscrire le plus tôt possible pour avoir le temps de préparer les premiers sujets. Remboursement 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 2015 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 SPE 2016-2017

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

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 typique ADS.
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



OPTIMAL SUP-SPÉ

le n°1 en sup-spé

FICHE D'INSCRIPTION ORAUX

- Stage "ORAL +" Maths / Physique/Python
- Stage de préparation TIPE et ADS
- Stage de 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 2016-2017

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 10 et 11 juin 2017 : Préparation aux oraux de Mathématiques, Physique, Python de toutes les Écoles

INSCRIPTION STAGE INTENSIF ORAL +. Je m'inscris au stage de préparation "Oral +" les 10 et 11 juin 2017 : 8 heures de résolution d'exercices types + photocopié 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 3 et 4 juin 2017 : 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 3 et 4 juin 2017. 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. J'apporterai ma fiche synoptique sur place.

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 photocopiés & cours filmés, et fixer les dates de mes entretiens.blancs.

Organisation pratique oraux 2017

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, il est recommandé d'être présent tout le week-end. Nous vous accueillerons le samedi matin à Paris 4ème à partir de 8h45.