

CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Rapport du jury



2019

Table des matières

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Table des matières | i |
| Avant-propos | iii |
| Chiffres généraux | iv |
| Épreuves d'admissibilité | |
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Rédaction | 12 |
| Mathématiques 1 | 17 |
| Mathématiques 2 | 20 |
| Physique-chimie 1 | 22 |
| Physique-chimie 2 | 26 |
| S2I | 30 |
| Informatique | 35 |
| Allemand | 39 |
| Anglais | 42 |
| Arabe | 47 |
| Chinois | 51 |
| Espagnol | 53 |
| Italien | 55 |
| Portugais | 57 |
| Russe | 59 |
| Épreuves d'admission | |
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Mathématiques | 21 |
| Physique-chimie | 28 |
| Travaux pratiques de physique-chimie | 34 |
| Sciences industrielles de l'ingénieur | 42 |

| | |
|--|----|
| Entretien scientifique | 53 |
| Allemand | 64 |
| Anglais | 66 |
| Arabe | 69 |
| Chinois | 72 |
| Espagnol | 74 |
| Italien | 76 |
| Portugais | 78 |
| Russe | 79 |
| Épreuves d'admission à l'École navale | |
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Mathématiques | 6 |
| Physique | 8 |
| Sciences industrielles de l'ingénieur | 10 |
| Anglais | 13 |

Avant-propos

La session 2019 du concours CentraleSupélec s'est passée globalement dans de bonnes conditions, en particulier pour l'admission pour laquelle le secrétariat du concours a su prendre en compte toutes les remarques formulées suite à la session 2018, qui était la première dans les nouveaux locaux de CentraleSupélec. Néanmoins, je regrette que le nombre de petites erreurs, heureusement sans conséquence sur l'évaluation des candidats, ait augmenté cette année dans les sujets d'écrit. Cela nous oblige à être encore plus vigilants à l'avenir.

Tout d'abord, j'espère que ce rapport sera très utile aux professeurs de classes préparatoires et à leurs étudiants. Les correcteurs et les examinateurs ont remarqué que les conseils formulés dans les rapports de jury des années précédentes avaient souvent été entendus. Cela nous conforte donc à publier très vite ces rapports pour faciliter la préparation en CPGE ; préparation qui est toujours d'excellente qualité. Je tiens à remercier les professeurs qui ont préparé ces étudiants et, en particulier, les professeurs de CPGE qui font un travail remarquable. Cela étant, les représentants des écoles qui recrutent sur le concours CentraleSupélec s'interrogent sur l'adéquation entre la formation en CPGE et la vision du métier d'ingénieur des étudiants qu'ils recrutent

Malgré l'arrivée des Arts et Métiers, de l'ESTP et de l'EPF dans le concours, les effectifs des candidats présents à l'écrit n'ont pas beaucoup évolué par rapport à ceux de 2018 (300 candidats en plus). Les correcteurs et les examinateurs ont constaté que les candidats étaient bien préparés. Ils regrettent cependant un tassement du nombre d'excellents candidats, mais dans le même temps ils sont satisfaits que le nombre de candidats, qui se sont pas bien préparés, ait diminué. Il convient toutefois de signaler que les candidats admissibles uniquement à l'ESTP ont été moins présents à l'épreuve de langues, seule épreuve d'admission avec l'épreuve de TIPE, ce qui a quelque peu perturbé les plannings des examinateurs. Toutes les statistiques sont présentes dans ce rapport.

Les réunions d'admissibilité et d'admission ont fait apparaître une situation qui pourrait devenir inquiétante à l'avenir. Les correcteurs regrettent amèrement que les copies soient très mal rédigées, et ressemblent de plus en plus à des torchons. Pour 2020, l'utilisation des correcteurs liquide ou à ruban sera interdite et il n'est pas impossible que nous décidions d'intégrer dans le barème un système de bonus-malus destiné à favoriser les copies bien rédigées et présentées et à sanctionner celles qui le sont moins. Les examinateurs, quant à eux, ont de plus en plus l'impression que les candidats ne comprennent pas toujours bien ce qui leur est demandé. Cette situation est plus préoccupante. Ils souhaitent aussi rappeler qu'un oral de concours n'est pas une « kholle ». L'interaction entre les examinateurs et les candidats est permanente, ce qui a semblé déstabiliser un certain nombre de candidats.

Pour conclure cet avant-propos, je tiens à remercier chaleureusement mes collègues inspecteurs généraux qui supervisent les sujets des épreuves qu'elles soient écrites ou orales ainsi que tous les promoteurs des sujets. La qualité de leur investissement et du travail effectué rejaillit pleinement sur les appréciations portées sur le concours CentraleSupélec, aussi bien par les étudiants que par les professeurs.

Je tiens à saluer une nouvelle fois le travail remarquable effectué par Jean-Philippe Rey et tous les membres de l'équipe du secrétariat du concours. Leur professionnalisme et leur disponibilité sont remarquables et facilitent grandement le bon déroulement du concours CentraleSupélec.

Norbert Perrot
Président du jury

Ce rapport s'adresse aussi bien aux candidates qu'aux candidats mais, afin d'alléger l'écriture, la forme « candidat » en tant que genre non marqué est utilisée dans sa rédaction.

Chiffres généraux

Concours ouverts à tous

| École | Inscrits | Admissibles | | Dernier entré | |
|---------------------|----------|-------------|--------|---------------|---------|
| | | barre | nombre | rang | points |
| Centrale Casablanca | 437 | 1200 | 65 | — | — |
| Centrale Lille | 2891 | 1195 | 864 | 610 | 2492,90 |
| Centrale Lyon | 2856 | 1301 | 665 | 518 | 2634,80 |
| Centrale Marseille | 2770 | 1131 | 947 | 837 | 2204,20 |
| Centrale Nantes | 3056 | 1307 | 602 | 510 | 2572,60 |
| CentraleSupélec | 2494 | 1345 | 551 | 333 | 2818,10 |
| IOGS | 1393 | 1173 | 513 | 500 | 2055,70 |
| Arts et Métiers | 3303 | 987 | 1529 | 1016 | 2091,50 |
| ENSEA | | 800 | 2390 | 1509 | 1382,70 |
| ESTP | 1439 | 681 | 1201 | 922 | 836,70 |

Concours cycle international

| École | Inscrits | Admissibles | | Dernier entré | |
|---------------------|----------|-------------|--------|---------------|---------|
| | | barre | nombre | rang | points |
| Centrale Casablanca | 100 | 990 | 19 | 16 | 1833,70 |
| Centrale Lille | | | | 10 | 2054,80 |
| Centrale Lyon | | | | 7 | 2174,50 |
| Centrale Marseille | | | | 11 | 2013,50 |
| Centrale Nantes | | | | 9 | 2068,90 |
| CentraleSupélec | | | | 6 | 2193,50 |
| IOGS | | | | 14 | 1867,40 |

Concours réservés aux étrangers scolarisés en France

| École | Inscrits | Admissibles | | Dernier entré | |
|-----------------|----------|-------------|--------|---------------|---------|
| | | barre | nombre | rang | points |
| CentraleSupélec | 86 | 1040 | 25 | 17 | 2271,60 |
| IOGS | 32 | 1000 | 9 | — | — |

Concours Centrale-Supélec 2019

Épreuves d'admissibilité

Filière PSI

Table des matières

| | |
|-----------------------|----|
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Rédaction | 12 |
| Mathématiques 1 | 17 |
| Mathématiques 2 | 20 |
| Physique-chimie 1 | 22 |
| Physique-chimie 2 | 26 |
| S2I | 30 |
| Informatique | 35 |
| Allemand | 39 |
| Anglais | 42 |
| Arabe | 47 |
| Chinois | 51 |
| Espagnol | 53 |
| Italien | 55 |
| Portugais | 57 |
| Russe | 59 |

Résultats par épreuve

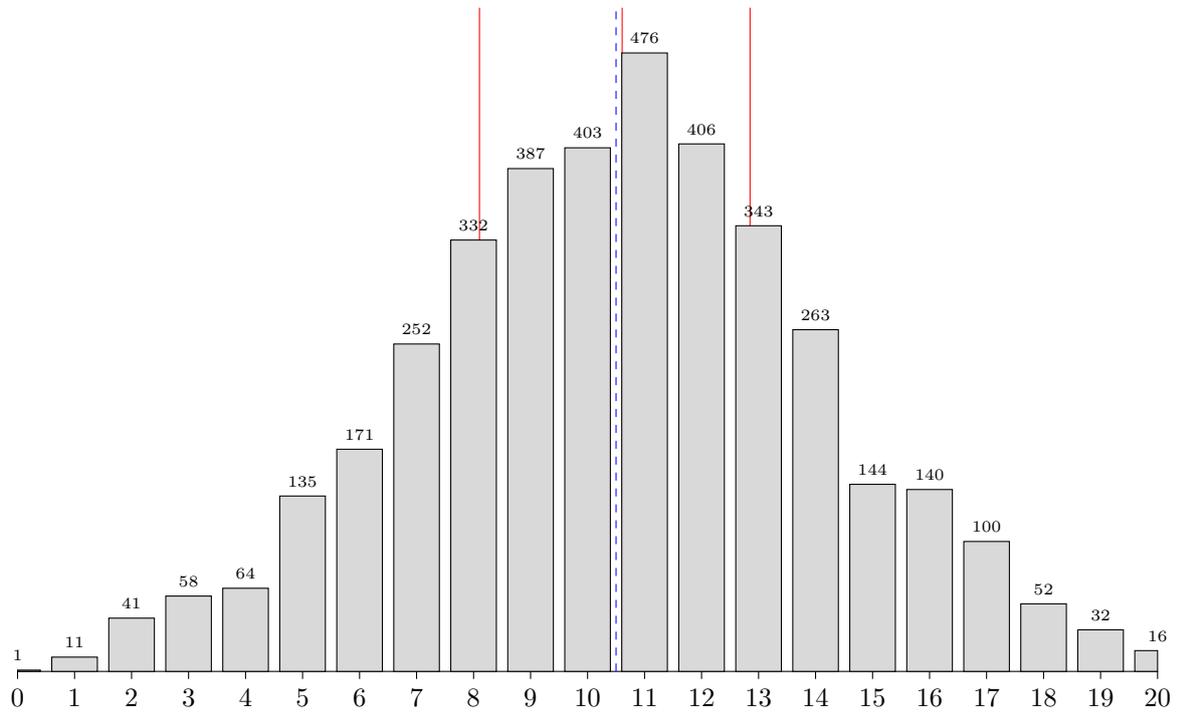
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

| | |
|-----------|---------------------|
| M | moyenne |
| ET | écart-type |
| Q1 | premier quartile |
| Q2 | médiane |
| Q3 | troisième quartile |
| EI | écart interquartile |

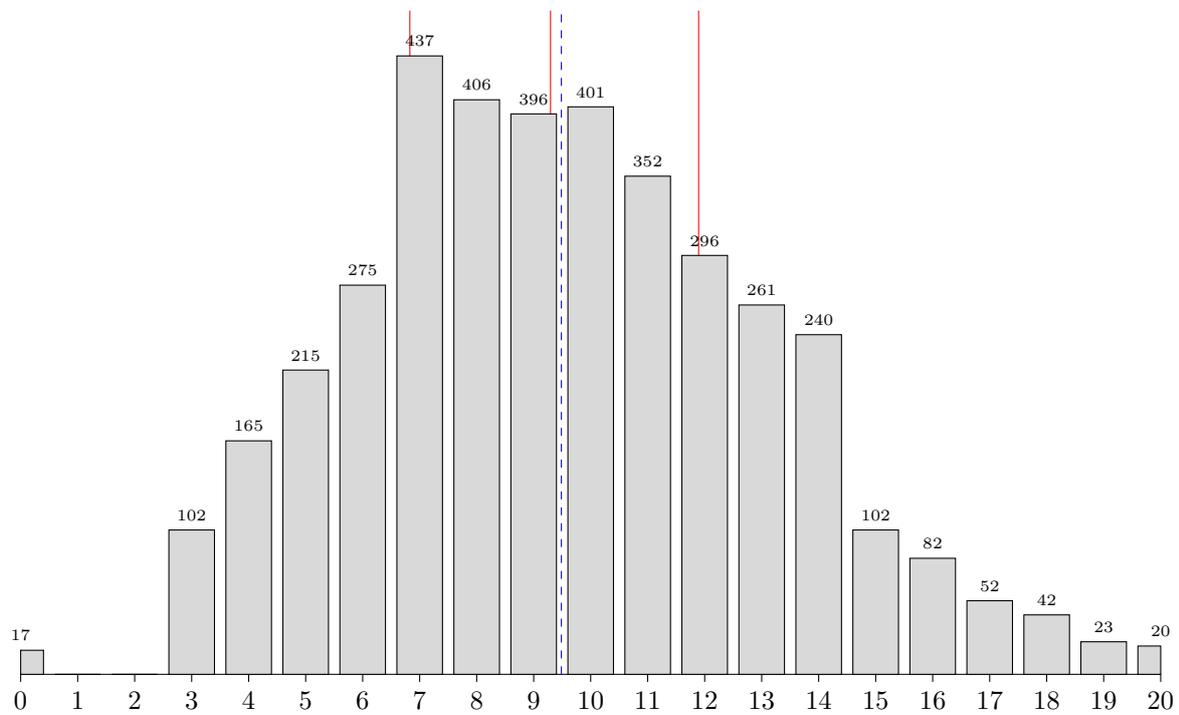
| Épreuve | Inscrits | Absents | Présents | M | ET | Q1 | Q2 | Q3 | EI |
|-------------------|----------|---------|----------|-------|------|------|------|------|-----|
| Informatique | 4030 | 5,0% | 3827 | 10,50 | 3,55 | 8,1 | 10,6 | 12,9 | 4,7 |
| Mathématiques 1 | 4030 | 3,6% | 3884 | 9,49 | 3,56 | 6,8 | 9,3 | 11,9 | 5,1 |
| Mathématiques 2 | 4030 | 5,0% | 3827 | 9,39 | 3,52 | 6,7 | 8,9 | 11,6 | 4,9 |
| Physique-chimie 1 | 4030 | 4,6% | 3846 | 9,78 | 3,54 | 7,2 | 9,2 | 12,0 | 4,8 |
| Physique-chimie 2 | 4030 | 5,0% | 3829 | 9,79 | 3,55 | 6,9 | 9,2 | 12,1 | 5,1 |
| Rédaction | 4030 | 4,3% | 3855 | 10,30 | 3,60 | 7,7 | 9,8 | 12,9 | 5,2 |
| S2I | 4030 | 4,7% | 3841 | 9,59 | 3,58 | 7,2 | 9,4 | 11,8 | 4,6 |
| Langue | 4027 | 5,0% | 3827 | 11,01 | 3,56 | 8,5 | 10,9 | 13,3 | 4,8 |
| Allemand | 107 | 2,8% | 104 | 11,47 | 3,42 | 9,2 | 10,9 | 13,0 | 3,8 |
| Anglais | 3773 | 4,8% | 3593 | 10,92 | 3,53 | 8,5 | 10,9 | 13,3 | 4,8 |
| Arabe | 71 | 16,9% | 59 | 14,16 | 3,31 | 12,4 | 14,6 | 16,2 | 3,8 |
| Chinois | 7 | 14,3% | 6 | 16,57 | 2,76 | 16,2 | 16,8 | 18,4 | 2,1 |
| Espagnol | 57 | 7,0% | 53 | 11,88 | 4,02 | 9,7 | 11,9 | 14,0 | 4,3 |
| Italien | 8 | 0,0% | 8 | 11,94 | 1,06 | 10,9 | 11,4 | 12,5 | 1,6 |
| Portugais | 2 | 0,0% | 2 | 13,75 | 4,05 | — | — | — | — |
| Russe | 2 | 0,0% | 2 | 14,35 | 4,05 | — | — | — | — |

Les histogrammes suivants donnent la répartition des notes des candidats présents. Chaque barre verticale (sauf la première et la dernière), regroupe les copies ayant obtenu des notes dans un intervalle d'un point. Ainsi la barre centrée sur 10 regroupe les notes $\geq 9,5$ et $< 10,5$. Les traits continus (rouge) matérialisent les quartiles et le trait pointillé (bleu), la moyenne.

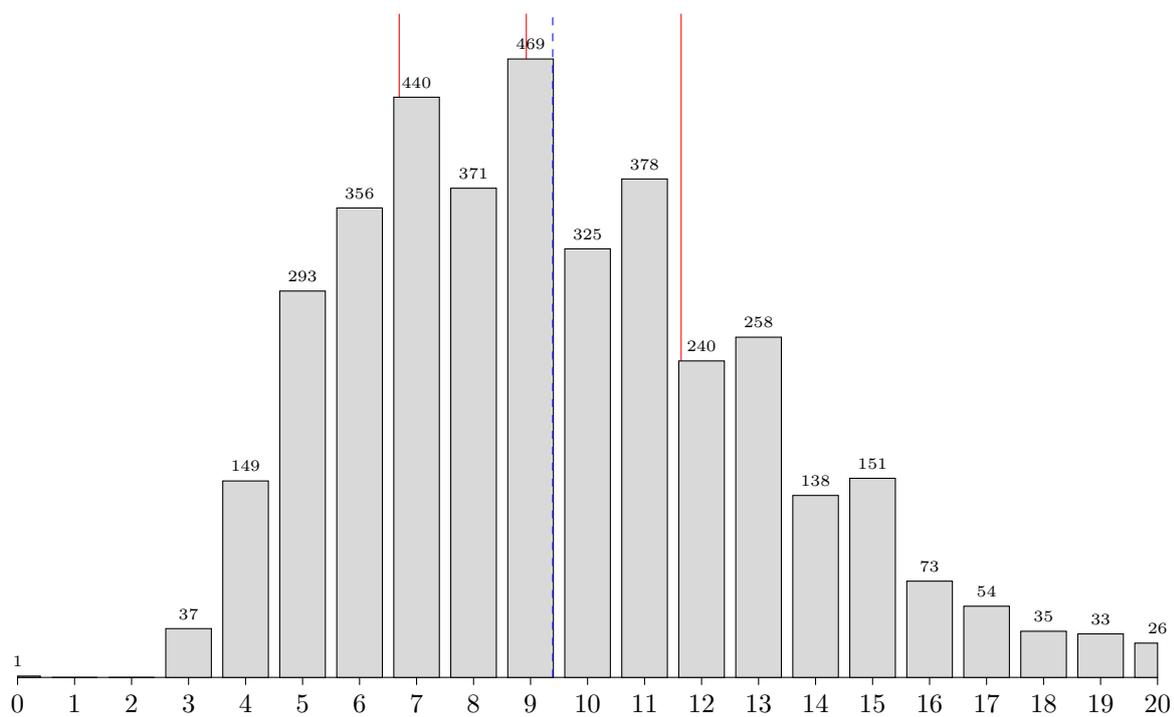
Informatique



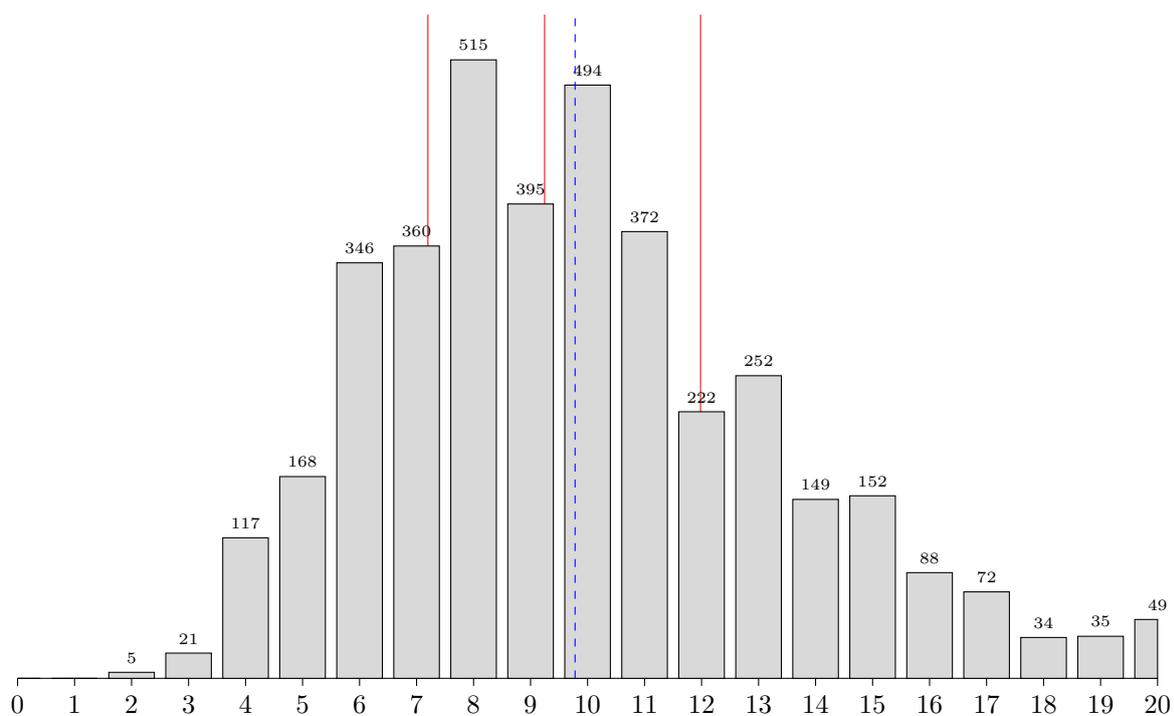
Mathématiques 1



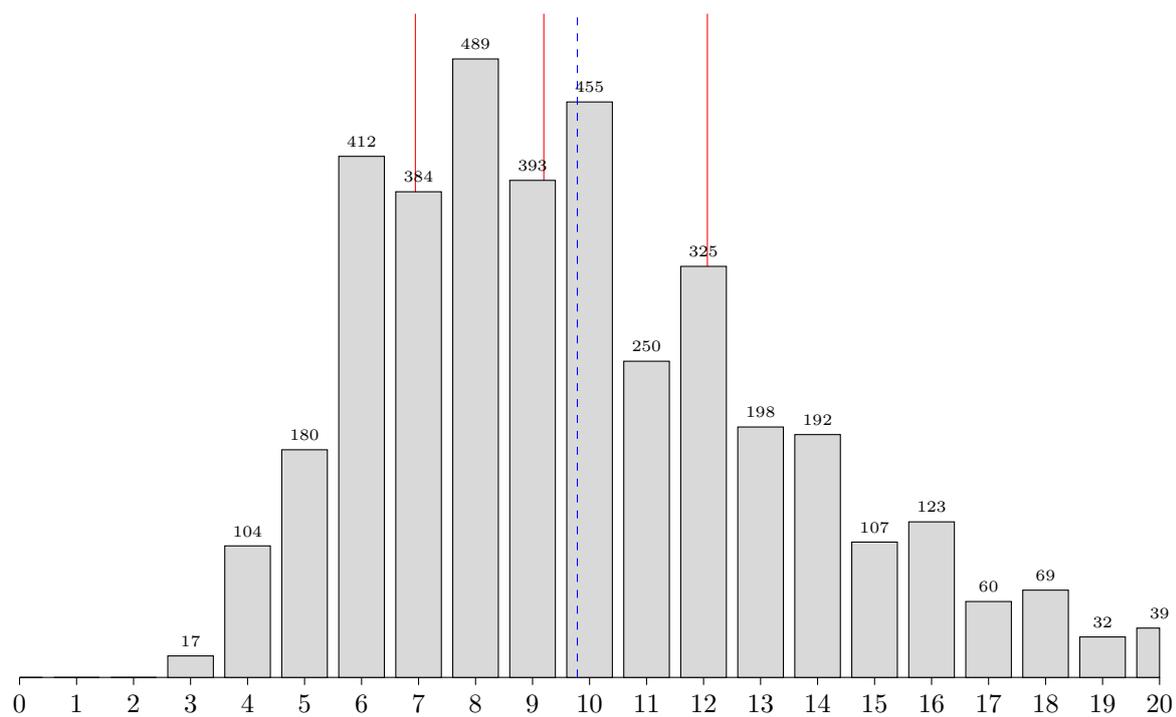
Mathématiques 2



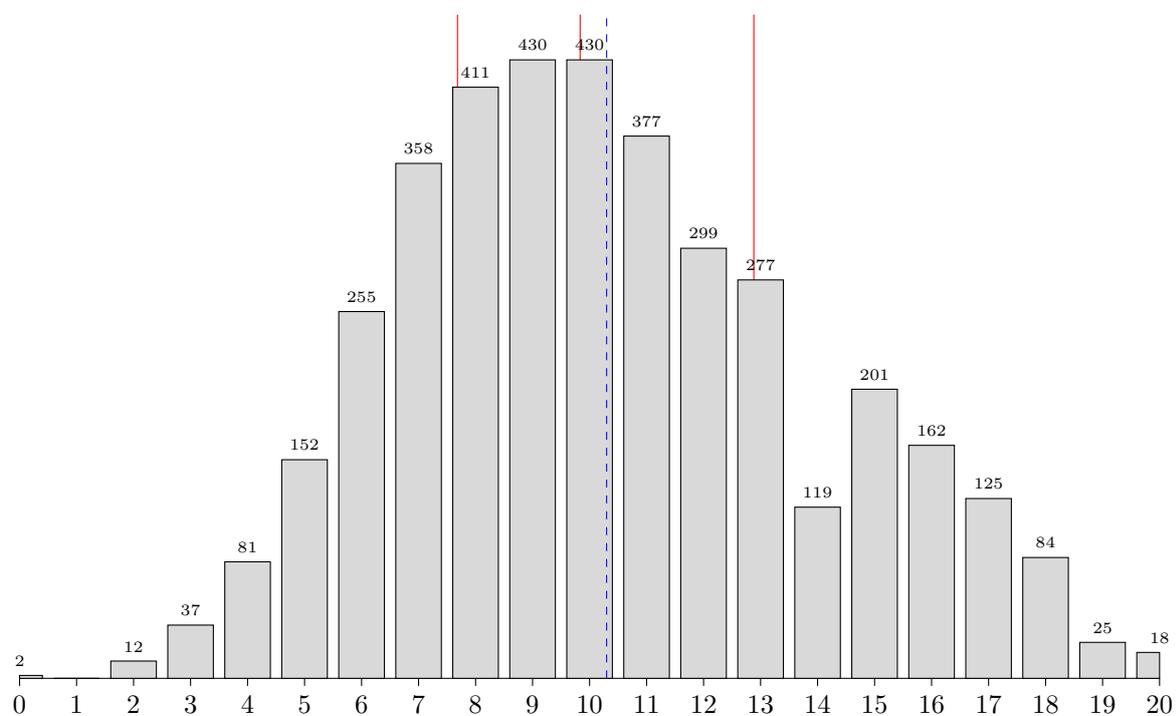
Physique-chimie 1



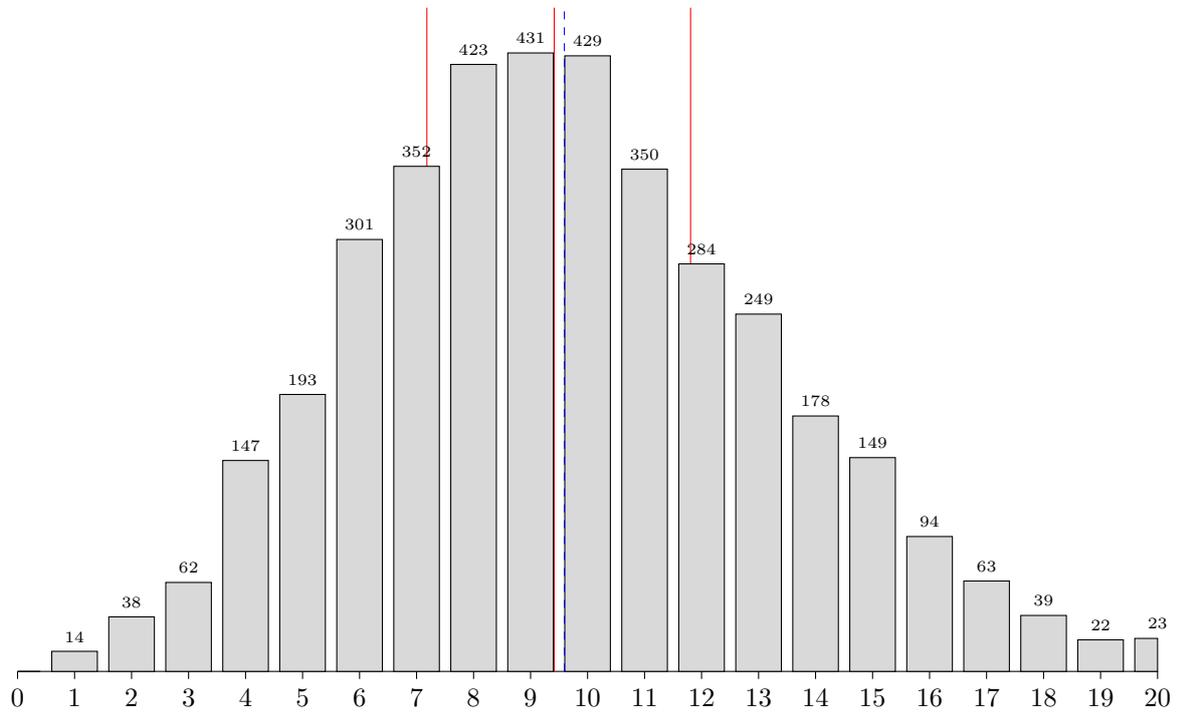
Physique-chimie 2



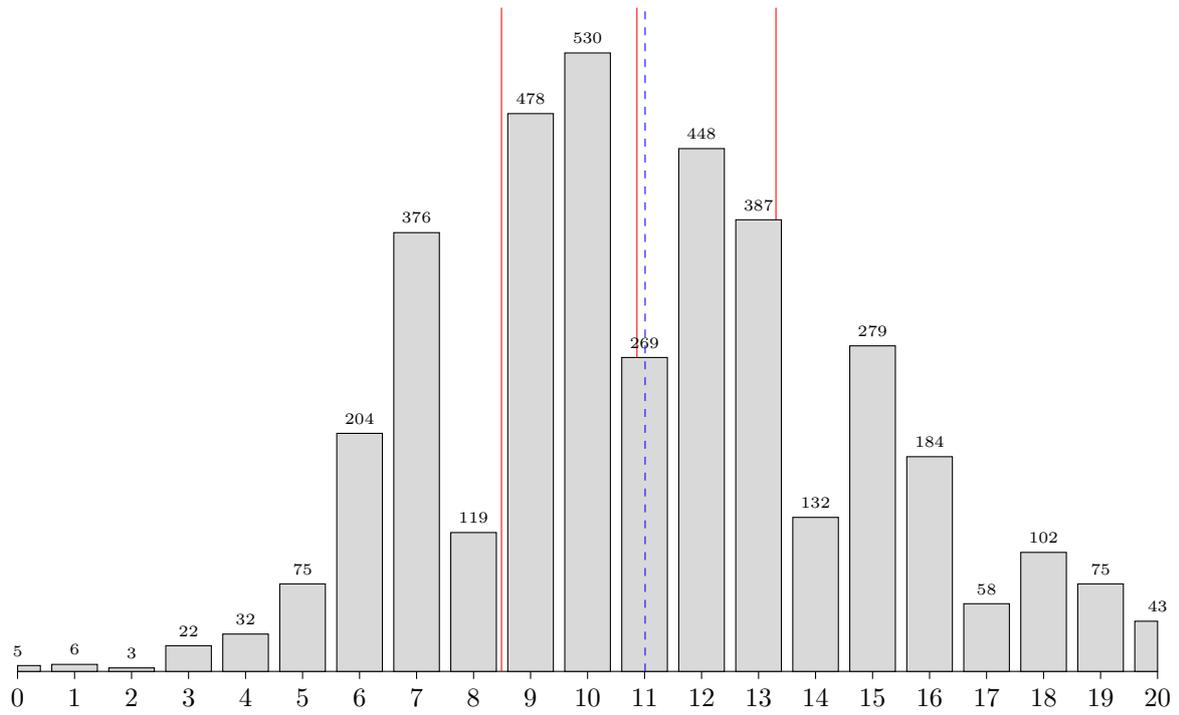
Rédaction



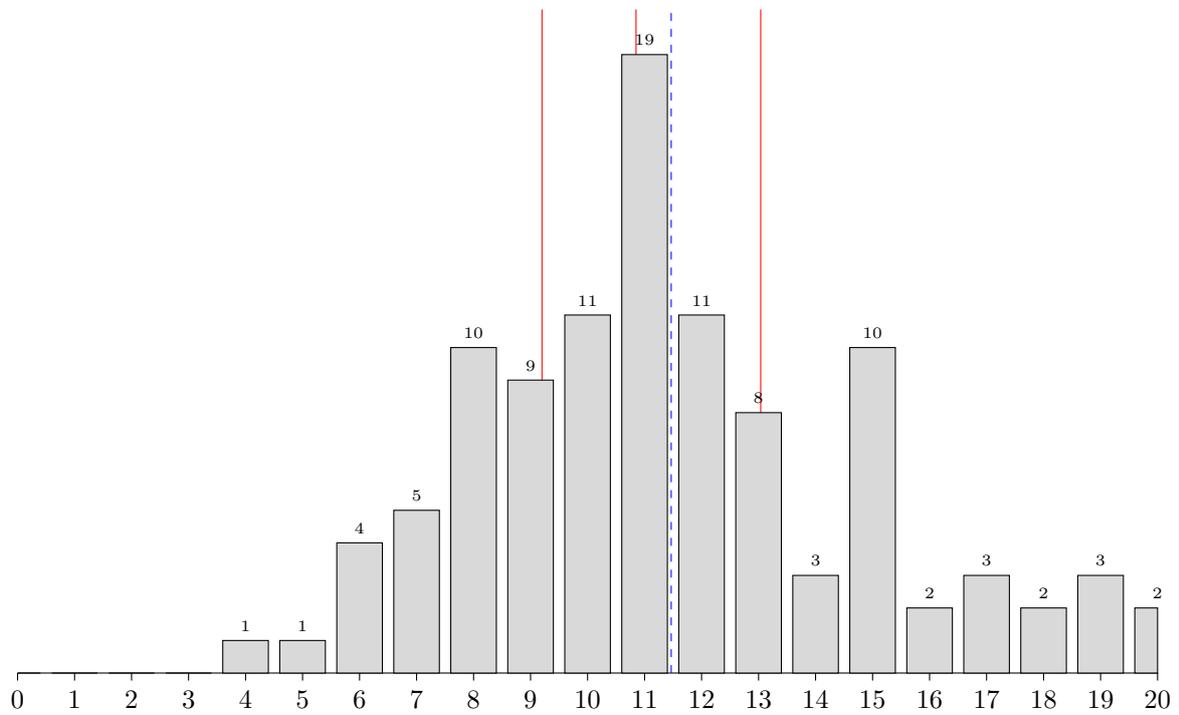
S2I



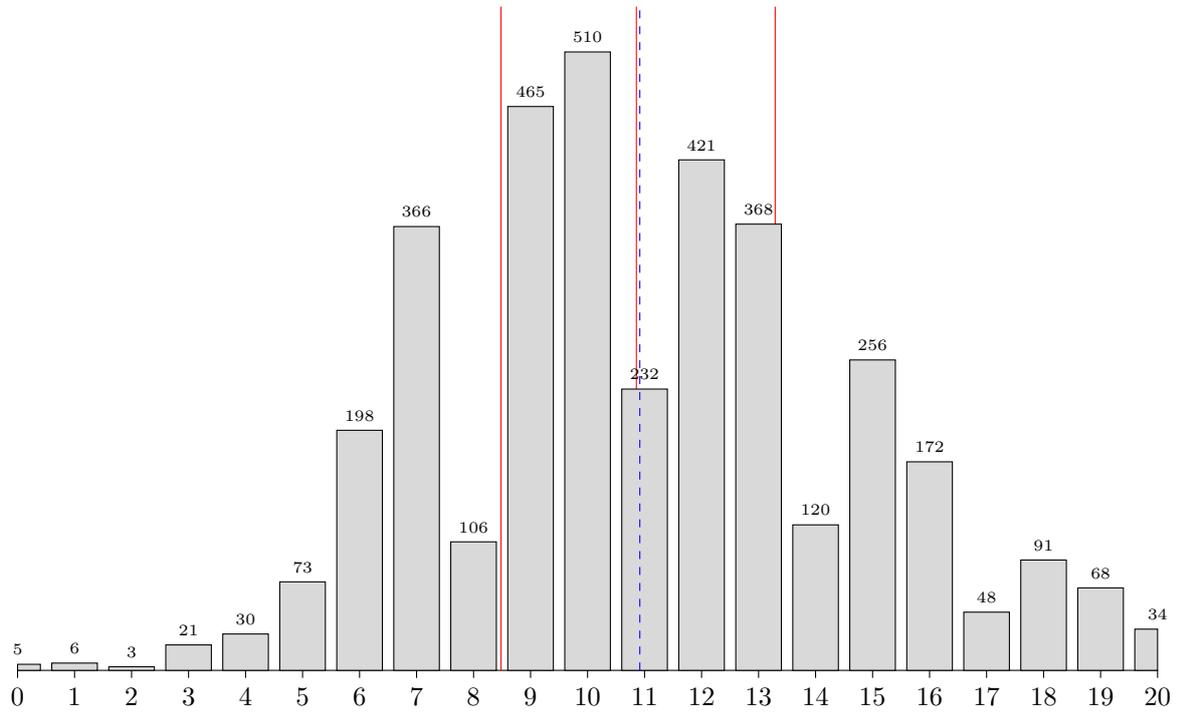
Langue



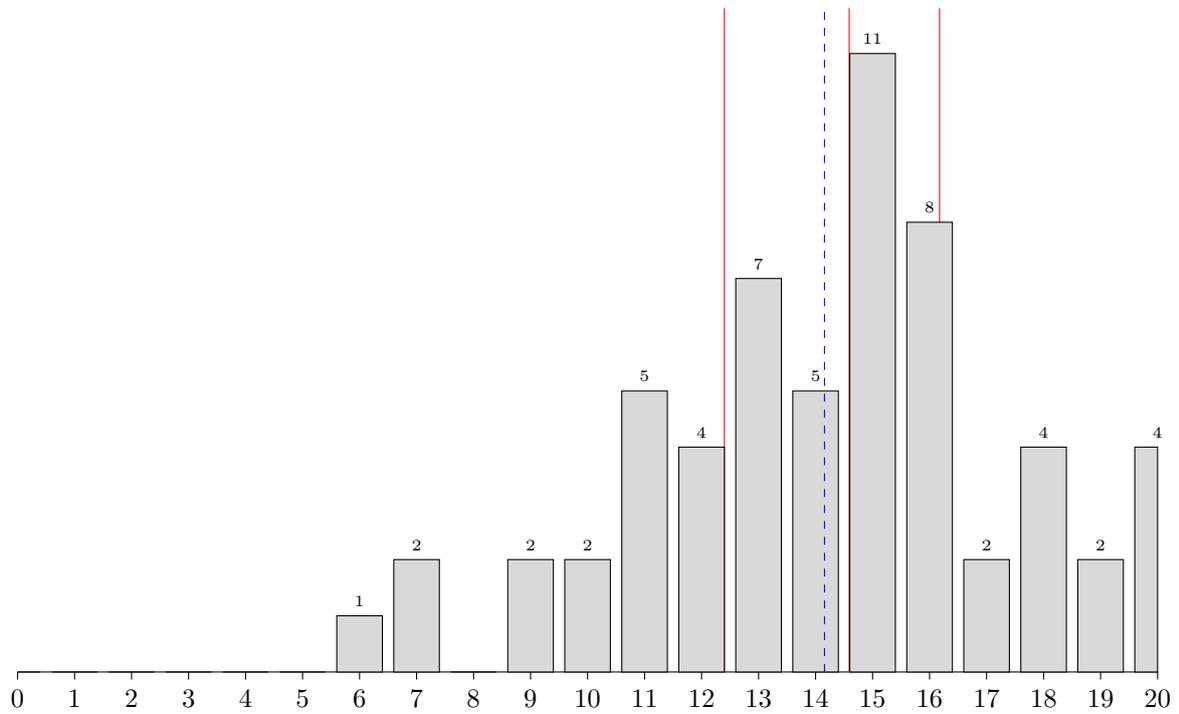
Allemand



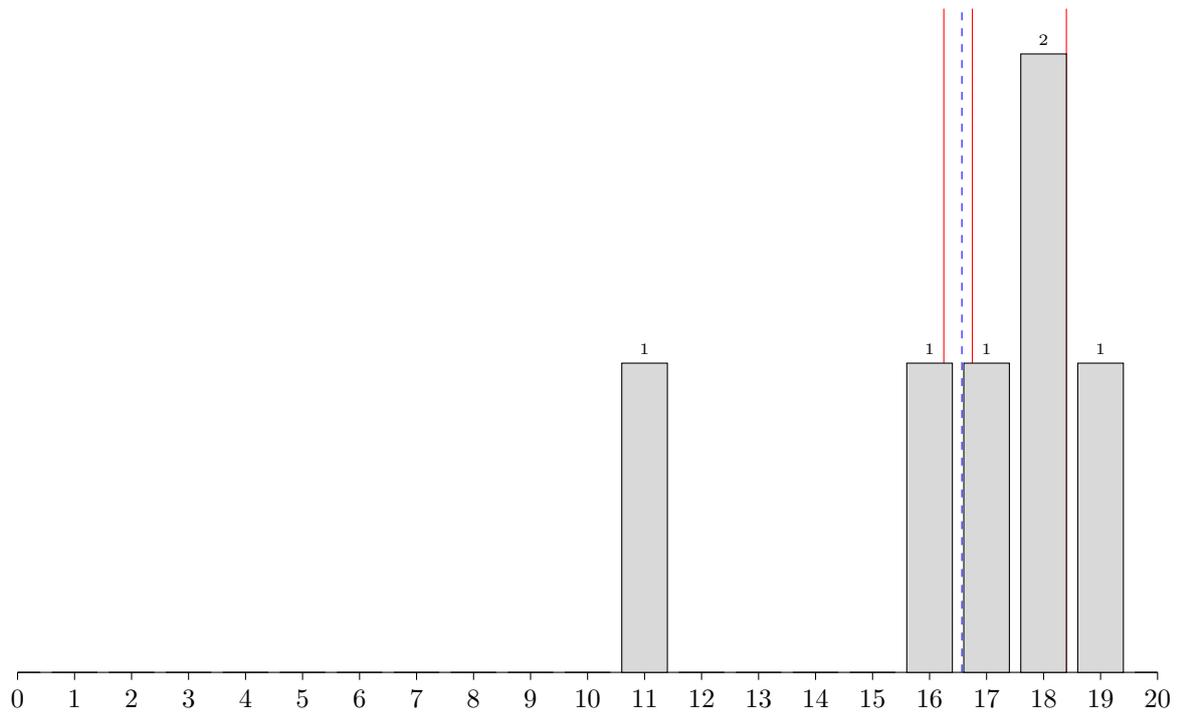
Anglais



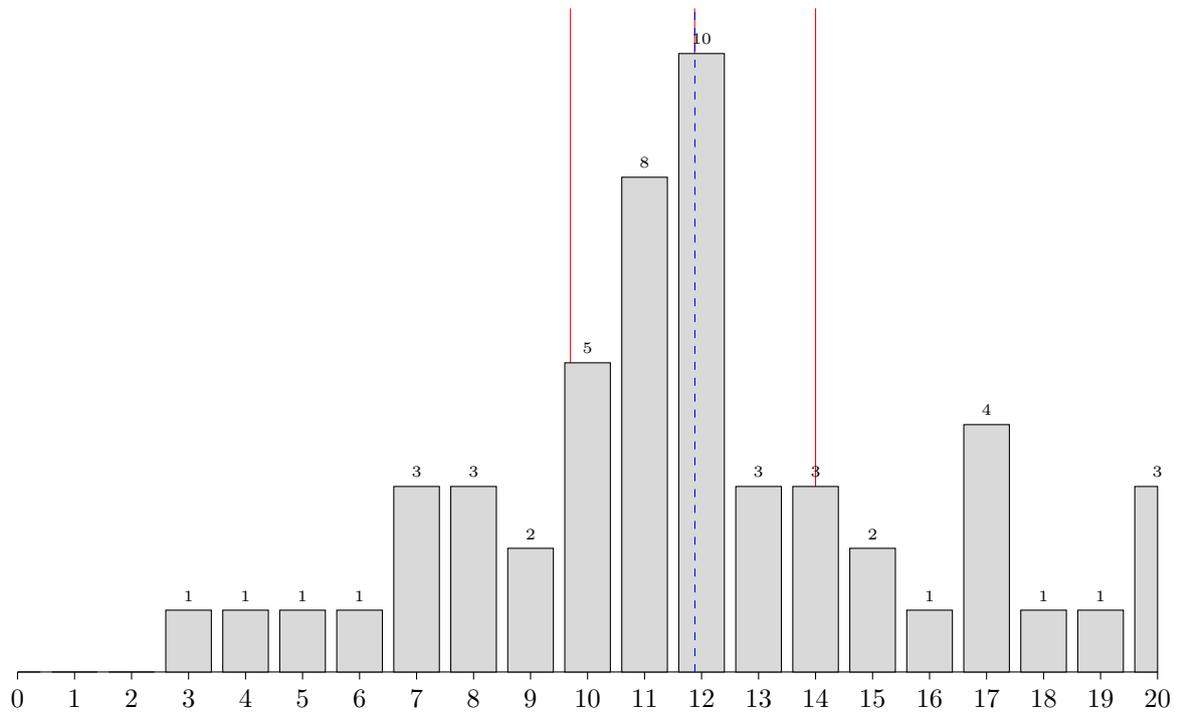
Arabe



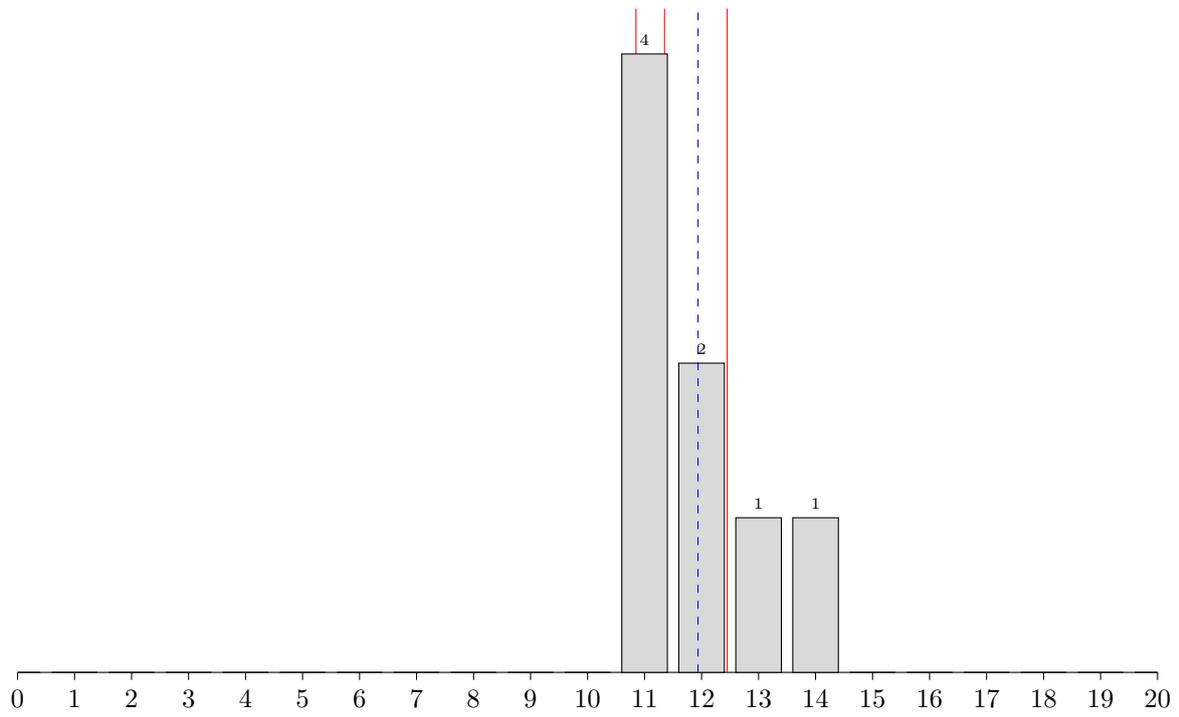
Chinois



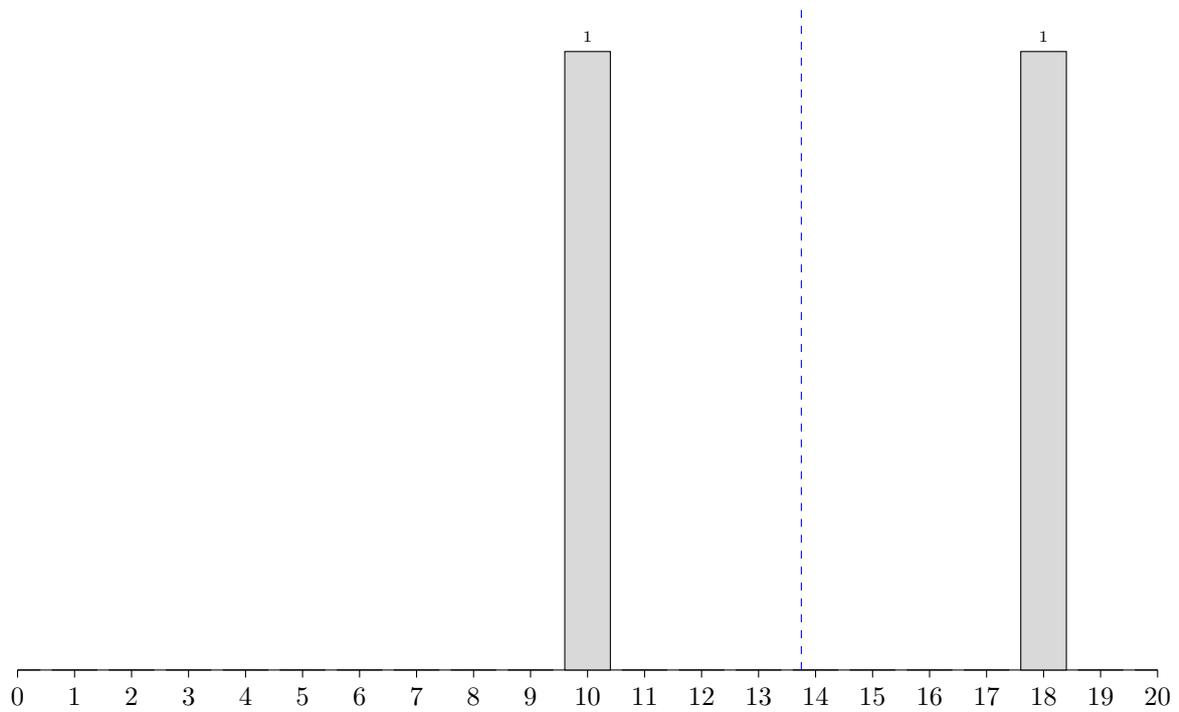
Espagnol



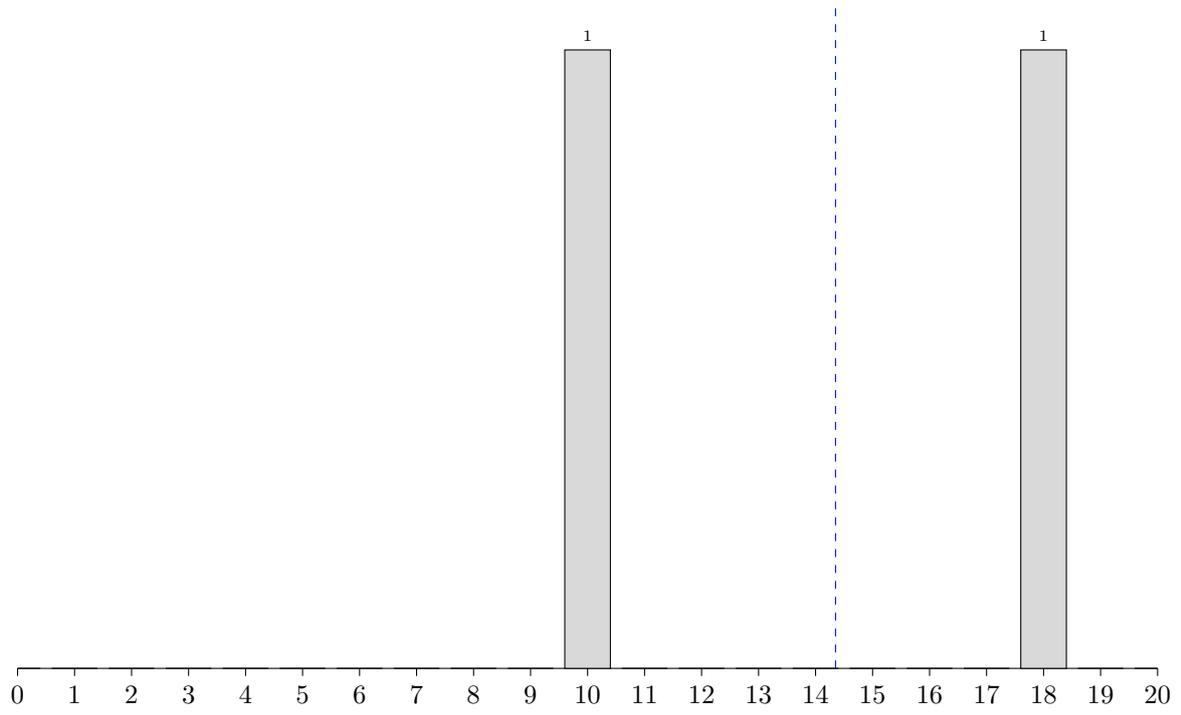
Italien



Portugais



Russe



Rédaction

Présentation du sujet

Le sujet retenu s'appuyait sur un extrait de l'ouvrage d'Edgar Morin, *Amour, poésie, sagesse* (Seuil, collection « Points », Paris, 1997, p. 29–35). Il place la question inscrite au programme, « l'amour », face aux principales notions qu'elle doit interroger : le mythe, le sacré, la raison, la folie, la sagesse, la croyance ou l'altérité. Mais loin d'en faire de simples rubriques, détaillant une à une différentes modalités de l'amour, l'auteur fait apparaître entre tous ces concepts l'unité problématique d'un « complexe d'amour » : l'amour relèverait d'une expérience absolument singulière, dans laquelle non seulement le mythe pourrait être vécu, mais il permettrait en même temps de découvrir l'extraordinaire perméabilité des frontières supposées entre la sagesse et la folie. Il participerait *simultanément* de l'une et de l'autre, nous obligeant raisonnablement à parier follement sur l'aimé pour espérer trouver en lui la vérité de notre être, tout en sachant qu'il peut nous décevoir.

Conformément aux normes de l'épreuve, il s'agit d'abord de résumer ce texte en 200 mots, puis de dissertar à partir d'une formule tirée du cinquième paragraphe : « *L'amour porte justement cette contradiction fondamentale, cette coprésence de la folie et de la sagesse.* » Le choix de cette phrase, expression la plus synthétique de la thèse développée par Edgar Morin, confirme, comme d'habitude, notre souci de concevoir les deux exercices, résumé et dissertation, comme parties d'un tout, l'un conduisant à l'autre. Impossible de résumer correctement le texte en faisant l'impasse sur cette idée essentielle ; impossible de dissertar valablement sans avoir compris quels arguments conduisent à cette formule.

Analyse globale des résultats

Tant pour le résumé que pour la dissertation, le sujet s'est révélé très discriminant, sans apparaître insurmontable. Nous avons eu, en effet, le plaisir de distinguer un nombre significatif d'excellents devoirs, pertinents, bien écrits et équilibrés. Sans excéder les proportions habituelles, les travaux incomplets, asyntaxiques et totalement ignorants des attentes de l'épreuve restent pourtant assez fréquents pour inquiéter le jury et alerter les préparateurs.

Si les principes de l'exercice semblent mieux connus, nous rencontrons encore quelques résumés atypiques : certains proposent un titre, d'autres bouleversent l'ordre du texte ou modifient le système d'énonciation. Ils sont rares, il est vrai, et les principales difficultés rencontrées par les candidats cette année tiennent plutôt au caractère particulier du texte de Morin.

Au lieu d'analyser *sérieusement* l'énoncé et les textes du corpus, un candidat nous a surpris en prenant assez mal à propos le parti de plaisanter sur un sujet qui demandait de « faire jouer cette formule dans les œuvres du programme ». Heureusement, la plupart des copies montrent plus de respect pour le jury et le concours. Au moins formellement, beaucoup paraissent vouloir observer les canons de la dissertation. Les introductions ont semblé globalement un peu meilleures que l'an dernier, les amorces moins artificielles. Sauf exception, un temps a été dédié à l'analyse du sujet, fût-elle maladroite. Annonces de plan, transitions et conclusions ont paru plus soignées. Mais au-delà de ces progrès formels, beaucoup de dissertations restent décevantes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Résumé

Le raisonnement subtil de l'auteur, plus spiraté que linéaire, suggérait sa progression logique sans forcément l'expliciter. Plus que jamais, il était indispensable de s'attacher à dégager et à recomposer l'architecture globale. Malheureusement, beaucoup de candidats, oubliant que le résumé est d'abord un exercice de synthèse, préfèrent s'enliser dans une simple paraphrase ou un décalque aveugle. Sans avoir pris la peine de comprendre la démarche d'ensemble, ils essaient de traduire chaque phrase, ligne après ligne, mot pour mot. Ils n'obtiennent finalement qu'une bouillie d'approximations et de contresens, dessinant sur la page soit un seul bloc privé de toute organisation interne, soit une dentelle de micro-paragraphes (jusqu'à une dizaine parfois) totalement décousus. Nous avons pu situer là un premier critère d'évaluation et valoriser particulièrement les résumés dans lesquels la dynamique de l'argumentation et la structure de la pensée avaient été clairement restituées dans leurs trois moments essentiels :

- l'importance réelle du mythe de l'amour, injustement dévalorisé par un rationalisme étroit, mais absolument nécessaire pour répondre aux aspirations profondes de notre être ;
- le pari audacieux, apparemment insensé mais raisonnable en fait, de placer notre foi en l'amour pour donner sens à notre vie, sans ignorer les illusions auxquelles cela expose ;
- la récompense de cette prise de risque à travers la découverte paradoxale de notre vérité en autrui, en quoi réside, selon Morin, « la beauté de l'amour ».

Hélas, sur ce point, bien des résumés par ailleurs acceptables laissent beaucoup à désirer et proposent deux ou quatre paragraphes parfaitement injustifiés vis-à-vis de la composition réelle du passage. Les connecteurs logiques font souvent défaut ou sont mal choisis, dans la mesure où la cohérence liant les arguments n'a pas été très bien comprise. Certes, le texte d'Edgar Morin offrait la difficulté d'une importante concentration d'informations sur un mode elliptique, dans un court volume textuel. Mais on doit rappeler la nécessité de retranscrire ou d'expliciter les articulations notionnelles fondamentales. À cet égard, l'antagonisme entre les romantiques et les philosophes des Lumières, le pari pascalien ou la composante anthropologique du mythe ont bien souvent été occultés.

Mais plus encore, on regrettera le manque de rigueur et de précision dans l'expression écrite, qualités pourtant si nécessaires à la clarté et à la concision du nouveau texte à substituer à l'original, voire indispensables pour s'approprier vraiment la pensée de l'auteur. Or, on confond trop souvent « sagesse » et « raison », « nécessité » et « désir » ou « besoin ». Les « mythes » deviennent simplement des « légendes » ou des « contes ». Pire encore, « coprésence », terme capital fondant toute l'originalité de la thèse de Morin, et sur lequel allait reposer le sujet de dissertation, a presque constamment été traduit comme synonyme d'« union » ou de « mélange ». Certains n'ont même pas hésité à le remplacer par « collocation » (*sic*). Dans cette chasse aux synonymes, on oublie trop facilement qu'un concept n'est pas seulement un mot qu'on pourrait simplement remplacer par un autre. Avant de parler de « coprésence », Morin évoque d'abord « le comble de l'union de la folie et de la sagesse », puis « cette contradiction fondamentale ». Par cette correction en deux temps, il montre finalement qu'il ne s'agit pas pour lui d'un « mélange » de sagesse et de folie, ni d'une pure « contradiction », mais d'une présence simultanée de l'une et de l'autre, dans laquelle chacune existerait selon sa nature propre. Les contresens ont été nombreux sur ce point. Il était facile alors de distinguer les candidats capables d'une reformulation habile et plus exacte.

Bien des résumés pèchent encore par une certaine incapacité de faire le tri entre l'essentiel et l'accessoire, de hiérarchiser les arguments. On s'oblige à citer Platon, mais on occulte totalement la référence beaucoup plus importante au pari pascalien. On développe par le menu l'idée selon laquelle l'amour peut conduire à la tragédie de l'incompréhension, sans voir que cette concession au caractère incertain de l'expérience amoureuse n'est là que pour mieux amener la conclusion beaucoup plus positive à laquelle veut aboutir

le raisonnement d'Edgar Morin. On faussait alors tout le texte : d'une apologie de l'amour, on faisait un lamento.

Une syntaxe incorrecte et une ponctuation incohérente suffisent à rendre inintelligibles les travaux les moins recevables. Beaucoup devraient comprendre que les pronoms, pour peu qu'ils interviennent sans équivoque dans une suite de phrases bien construites, dispensent le plus souvent de recourir aux répétitions ou aux formules de facilité comme « ce dernier » ou « cette dernière », généralement employées en l'absence de toute série de référents identifiables. Quant à la maîtrise de l'orthographe, faut-il rappeler qu'elle fait partie des exigences minimales de notre épreuve ? Trop de candidats butent systématiquement sur les adverbes en -ment, incapables de savoir lesquels exigent le doublement du « m » dans le suffixe. Comment accepter qu'« amour », au singulier, puisse être constamment traité comme appartenant au genre féminin ? On a pu recenser jusqu'à trente erreurs grammaticales (accords ou conjugaisons) dans certains résumés.

Les exemples de reformulations claires et pertinentes de tous les points cruciaux du texte, quand bien même elles n'étaient pas toujours parfaites, n'ont pas manqué, cependant. Citons entre autres celle-ci :

« À la manière de Pascal avec Dieu, miser sur l'amour nous permet l'accès à son caractère absolu, tout en conservant un recul critique nécessaire. Le pari de l'absolu implique l'incertain, donc un risque accru par la nature collective de l'engagement. »

On rappellera enfin la règle la plus élémentaire de tout résumé : le strict respect du nombre de mots imposé par la consigne. Celle-ci ne permet aucune équivoque : « Résumer en 200 mots le texte suivant. Un écart de 10 % en plus ou en moins sera accepté. Indiquer par une barre bien nette chaque cinquantaine de mots, puis, à la fin du résumé, le total exact. » Or, nous remarquons beaucoup de désinvolture dans l'observation de cette consigne. Nous renvoyons candidats et préparateurs à une circulaire figurant dans le Bulletin officiel de l'éducation nationale, n° 27-07/83 : « On entendra par mot l'unité typographique limitée par deux blancs, par deux signes typographiques, par un signe typographique et un blanc ou l'inverse. Les lettres euphoniques ne sont pas comptées comme des mots. » Ainsi « l' », pronom éliidé, compte pour un mot et « c'est-à-dire » compte pour quatre. À notre grand étonnement, nous constatons que des candidats à un grand concours scientifique ignorent cette définition et paraissent incapables de proposer un décompte exact. Cela n'est pas si grave, tant que les erreurs portent sur quelques mots oubliés ou ajoutés à la hâte, à plus forte raison quand le total obtenu reste compris dans la marge de tolérance (soit entre 180 et 220 mots). Encore pourrait-on éviter ces problèmes en adoptant une écriture lisible, une mise en page aérée et, surtout, en évitant les ratures ou en renonçant à couper les mots en fin de ligne.

Malheureusement, on découvre aussi des tentatives plus choquantes, pour dissimuler des dépassements pouvant excéder une trentaine de mots. On observe alors une utilisation anarchique des barres qu'il faudrait disposer tous les 50 mots. Certains les placent tous les 40, tous les 20, voire tous les 10 mots ! Mais les correcteurs savent compter, et ils le font systématiquement pour chaque copie. Ces comportements sont donc lourdement pénalisés. Les consignes encadrant l'épreuve ont en réalité la valeur d'un cahier des charges. Un futur ingénieur devrait savoir qu'on ne saurait modifier à sa guise un tel document.

Dissertation

« L'amour porte justement cette contradiction fondamentale, cette coprésence de la folie et de la sagesse. »

En faisant jouer cette formule dans les œuvres du programme, vous direz dans quelle mesure une telle confrontation donne sens à ce propos et éclaire ou renouvelle votre lecture des trois textes.

Le jury a constaté des progrès formels dans l'exercice de la dissertation par rapport aux copies de l'année dernière – meilleures introductions, amorces moins artificielles. Malheureusement, beaucoup de copies restent décevantes.

Tout d'abord, parce que trop souvent, la rhétorique déployée dans l'introduction ne vise qu'à l'escamotage du sujet véritable et des termes exacts à considérer : poursuivant un appauvrissement sémantique entamé dès le résumé, beaucoup font disparaître soit l'un soit l'autre des mots « contradiction » ou « coprésence », voire les deux, pour les remplacer par « union » ou « mélange ». À moins qu'on réduise tout à « amour, folie et sagesse », dans le but de ramener le « complexe d'amour » évoqué par Edgar Morin à une question plus banale et plus simple, peut-être étudiée en cours.

Ensuite, parce qu'au lieu de prendre en compte la nature dialectique de la relation suggérée par l'idée de « coprésence » entre amour, folie et sagesse, beaucoup de devoirs se bornent à proposer des plans factices, ramenant aux poncifs qu'Edgar Morin remettait en cause. Soit on se contente de séparer, avant de les réunir artificiellement, les concepts qu'il fallait, tout au long, « faire jouer » ensemble : « 1- L'amour est-il fou ? 2- L'amour est-il sage ? 3- Les deux aspects ne finissent-ils pas par s'équilibrer ? » Soit on réduit tout à une démarche binaire, encore plus indigente et caricaturale : « 1- La thèse de Morin est-elle illustrée par les œuvres ? 2- Peut-on objecter contre elle ? »

Dans d'autres cas, toutefois, nous observons un certain effort, même un peu gauche, pour examiner le termes-clés de l'énoncé. Et ces tentatives peuvent être relativement pertinentes. Celle-ci, par exemple :

« Deux concepts opposés se retrouvent dans l'amour. Mais qu'entend l'auteur par folie et sagesse ? Il semblerait que l'aspect mythique et quasi-religieux de l'amour témoigne de la sagesse de l'amour, mais cette sagesse s'étendrait également à ce que l'amour apporte à l'amoureux : il lui permet de mieux se connaître grâce à l'autre. Pour ce qui est de la folie, l'auteur raisonne en termes de prise de risque et de mise en danger, car selon lui, l'amour apporte une impression de confort, qu'il nomme « sentiment de vérité », pouvant en définitive n'être que source d'erreurs. Comment l'amour fait-il pour unir ces deux concepts opposés ? Cette unité se fait-elle plutôt en parallèle ou par alternance ? Autrement dit, est-ce que dans l'amour il y a en permanence et folie et sagesse ou bien folie et sagesse se relaient-elles ? »

Contrairement à l'auteur de ce devoir, beaucoup d'étudiants ont voulu placer tout l'intérêt de la formule proposée dans ses six derniers mots. D'autres n'ont retenu que la « contradiction », négligeant le fait que Morin la remplace aussitôt par « coprésence ». Et comme les années précédentes, ce refus de procéder à une lecture critique et complète de l'énoncé explique un grand nombre d'échecs. Car on aboutit vite, ainsi, au hors sujet ou, au lieu d'une problématique convaincante, à de fausses questions fondées sur des poncifs et à des parties III tout à fait artificielles, revenant soit à valider platement la thèse de Morin, soit à la réfuter sommairement.

En réalité, tout conseillait de chercher plutôt le centre de gravité du sujet dans cette correction de « contradiction » par « coprésence ». D'autant qu'alors, on voyait implicitement convoqué tout ce que veut démontrer le texte : que l'amour transcenderait l'apparente « contradiction » entre raison et folie, vérité et mythe, en la convertissant en un rapport dialectique, paradoxal mais lucidement assumé. Poussant plus loin l'analyse, un candidat fort perspicace ouvre des perspectives plus intéressantes encore en soulignant la valeur du verbe « porte » : ainsi, dans sa partie III, il montre que l'amour « porte » la folie comme on porte un masque et que cela devient prétexte pour justifier les comportements les plus scandaleux. Dans ce cas-là, la sagesse consiste à arracher ce masque pour s'élever vers la raison, voire le sacré.

Encore fallait-il, pour parvenir à cette qualité de réflexion, pouvoir s'appuyer sur une vraie familiarité avec les œuvres et en conduire les analyses avec bon sens. Sur ce plan, le bilan de la session paraît fort inégal. Même si la plupart de nos candidats se révèlent capables de résumer les textes de Platon, Shakespeare ou Stendhal, très peu vont jusqu'à les citer correctement, à en évoquer des passages originaux et en rapport évident avec les arguments qu'on veut leur faire soutenir. Les noms des personnages sont souvent estropiés ou confondus. Socrate prend un « s », par analogie, sans doute, avec un footballeur plus célèbre que lui parmi certains taupins, et Shakespeare se voit amputé de son « e » final.

Plus irritantes encore, cependant, les interprétations aberrantes sont légion, entraînées par le peu d'attention au sens des concepts qu'on agite sans les avoir aucunement définis. Ainsi la « sagesse » prend trop souvent le sens étroit d'une prudence vulgaire. Voire, quand on la tire trop du côté d'une raison non seulement « froide » mais carrément mesquine, elle se confond avec l'intérêt et le calcul. De façon récurrente, on trouve alors Hermia « folle » de fuir Athènes, au lieu de se soumettre « raisonnablement » à une loi qui la condamne simplement à mourir ou à accepter un mariage forcé. On raille Titania, qui s'éprend de Bottom transformé en âne. Peu importe qu'elle soit sous le charme de la fleur magique : elle est « folle », bien sûr. On cite comme exemple d'amour sage le mariage de Clélia avec le marquis de Crescenzi, et on en arrive parfois à considérer la cour de Parme et ses intrigues comme la cité des philosophes, pôle d'équilibre dans lequel les amoureux « fous » pourraient trouver le bonheur. Stéréotypes et préjugés se substituent ainsi aux concepts et la paraphrase ou les contresens tiennent lieu d'analyse.

Là encore, heureusement, les meilleures copies avaient beaucoup mieux à proposer, du point de vue de la méthode comme des contenus. Nous avons particulièrement apprécié ce développement dans lequel un candidat étudie de façon très éclairante la « coprésence » en confrontant les figures d'Alcibiade et de Clélia :

« Ainsi, l'amour semble habité par ces deux aspirations contraires. Il y aurait une « confrontation » entre la folie et la sagesse. En effet, par définition, ces deux principes sont antagonistes, ce qui conduit à une opposition, parfois violente. Chacun tendrait à s'opposer à l'autre : la sagesse et la raison s'opposent au désir et à l'imagination et inversement. Cette tension permanente peut entraîner une souffrance. Ainsi, Clélia et Alcibiade apparaissent comme deux personnages victimes de cette contradiction. Clélia, dans *La Chartreuse de Parme*, symbolise le cas de conscience. Sa passion pour Fabrice s'oppose à sa piété. Elle déclare ainsi : « Quelle horrible passion que l'amour ». Mais elle ne peut se résoudre à quitter Fabrice, même si elle a conscience de l'exposer à la mort. De même, Alcibiade déclare : « Il m'est impossible, j'en ai conscience, de ne pas être d'accord avec lui [Socrate] [...] mais à chaque fois que je le quitte, je cède à l'attrait des honneurs que confère le grand nombre ». Ainsi, sa sagesse tend à lui faire emprunter le chemin de la contemplation, mais cela s'oppose à son désir, à sa folie, à l'irrationalité. »

On retiendra enfin que la rédaction doit être, là encore, parfaitement contrôlée. Écrire une langue aussi fluide et grammaticale que possible ne suffit pas, pour peu qu'on n'en règle pas le débit. Dissserter ne consiste pas à produire un flux chaotique de mots et de phrases. Il convient de se fixer, pour l'ensemble du devoir comme pour chacune de ses parties des objectifs précis et quantifiables. Le libellé est clair : « au maximum 1800 mots ».

Aucune marge de tolérance ne s'applique ici. Les 1800 mots sont un *maximum*. Ils représentent environ sept ou huit pages d'une écriture moyenne, à condition d'adopter une disposition correcte et aérée, de n'empiéter ni sur le bas de page ni sur la marge, de laisser un intervalle suffisant entre les lignes ; dans tous les cas, le résumé peut servir de référence : chacun peut voir ainsi quel espace occupe sur sa copie un ensemble d'environ 200 mots et en déduire, en multipliant par 9, la limite à ne pas dépasser.

Conclusion

S'exercer régulièrement au résumé et à la dissertation, entretenir une vraie familiarité avec les textes du programme, travailler à améliorer son expression écrite : on ne saurait mieux faire pour réussir cette épreuve. Ce rapport voudrait convaincre tous les candidats soucieux de progresser qu'ils peuvent y parvenir en suivant la route que nous leur traçons. D'autant que les brillantes performances des meilleurs candidats sont bien là pour prouver la légitimité de nos exigences et pour donner une idée juste de ce que notre concours continuera à viser.

Mathématiques 1

Présentation du sujet

Le sujet de mathématiques 1 de la filière PSI 2019 porte sur de l'analyse combinatoire. Une introduction historique permet de comprendre la motivation de ce sujet et son lien avec la recherche mathématique actuelle. Il s'agit d'étudier différentes méthodes de tirages dans des urnes, qui peuvent modéliser la propagation d'épidémies.

Ce problème est constitué de cinq grandes parties :

- une première partie dont l'objectif est d'établir deux résultats d'analyse utilisés dans le reste du problème ;
- une deuxième partie visant à étudier un cas particulier d'urnes qui sera généralisé dans la partie IV ;
- une troisième partie qui introduit la méthode récente du mathématicien français Philippe Flajolet ;
- les quatrième et cinquième parties qui étudient deux protocoles différents de tirages.

L'étude des urnes de Pólya est un sujet fréquemment rencontré par les étudiants de CPGE. Il s'agit d'effectuer des tirages successifs dans une urne constituée de boules de deux couleurs différentes. Après chaque tirage, on remet la boule tirée dans l'urne, accompagnée par une ou plusieurs boules (qui peuvent être de la même couleur que la boule tirée, ou éventuellement des deux couleurs). On étudie alors l'évolution de la composition de l'urne.

Une bonne maîtrise du chapitre sur les séries de fonctions (cas général ou séries entières) était indispensable pour traiter correctement ce sujet. Il était également attendu des candidats qu'ils maîtrisent les rudiments des probabilités discrètes (décrire un événement, manipuler des probabilités conditionnelles, appliquer la formule des probabilités totales). Enfin, quelques autres chapitres (polynômes, fonctions à plusieurs variables, dénombrement, développements limités) entraient également en jeu.

Analyse globale des résultats

La première partie a été abordée presque entièrement par tous les candidats, et certaines questions ont été très bien traitées. En revanche, le cours n'est pas toujours bien appris et certains théorèmes, pourtant très importants, ne sont pas cités correctement (théorème de Cauchy pour une équation différentielle linéaire du premier ordre, produit de Cauchy de deux séries entières...).

La deuxième partie a aussi été très largement étudiée. Beaucoup de très bonnes réponses ont été proposées, mais la rigueur mathématique était parfois absente dans les explications. Rappelons que les questions portant sur les probabilités méritent d'être traitées avec autant de soin que celles d'analyse ou d'algèbre.

La troisième partie, plus longue, a également été abordée par un grand nombre de candidats, mais on peut remarquer que beaucoup moins de questions ont été correctement traitées. Cela s'explique sans doute par une plus grande abstraction ou technicité des questions qui y figuraient, et aussi par sa position en seconde moitié du problème.

Les quatrième et cinquième parties ont été nettement moins abordées.

Concernant la présentation des copies, une majorité est assez clairement présentée, avec des questions numérotées correctement, traitées dans l'ordre et des résultats encadrés. Ceux qui dérogent à ces règles de base font tout de suite mauvaise impression et prennent le risque d'être moins bien compris par les correcteurs.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury souhaite insister sur un certain nombre de points qui ont souvent posé problèmes aux candidats.

- Les candidats doivent faire un effort de présentation des copies, numéroter les questions, les traiter dans l'ordre (quitte à laisser des blancs pour y revenir) et encadrer leurs résultats.
- L'utilisation des abréviations doit être limitée : si certaines (CNS, SSI...) sont très couramment utilisées, d'autres (FPT pour formule des probabilités totales...) le sont nettement moins.
- Un raisonnement doit être articulé avec des mots clés (considérons, or, donc, car, en effet) : les hypothèses et les objectifs doivent être clairement identifiés.
- Lorsqu'une question propose de démontrer une formule qui est proposée, il ne s'agit pas simplement de recopier la dite formule : un minimum de justifications est attendu !
- Les questions doivent être lues avec plus d'attention, par exemple, « Montrer qu'il existe un unique... » ne demande pas seulement de prouver une existence.
- Beaucoup de candidats confondent polynômes et séries.
- Il ne faut pas confondre les ensembles $[a, b]$ et $\llbracket a, b \rrbracket$.
- La notion de système complet d'événements n'est pas toujours bien maîtrisée : rappelons qu'il s'agit d'un ensemble d'événements (et pas de probabilités) dont l'une des caractéristiques est d'avoir une union égale à Ω .
- Le produit de Cauchy de deux séries entières $\sum_{n \geq 0} a_n x^n$ et $\sum_{n \geq 0} b_n x^n$ est la série $\sum_{n \geq 0} \left(\sum_{k=0}^n a_k b_{n-k} \right) x^n$ et non pas $\sum_{n \geq 0} \left(\sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a_k b_{n-k} \right) x^n$ comme cela a été lu dans de nombreuses copies.
- Lorsque $|x| < 1$, la somme $\sum_{n=1}^{+\infty} x^n$ n'est pas égale à $\frac{1}{1-x}$!
- La formule des probabilités totales doit s'utiliser en commençant par donner le système complet d'événements choisi.
- Rappelons qu'une série entière est de classe C^∞ sur son intervalle ouvert de convergence. Il est dommage de revenir aux théorèmes généraux sur les séries de fonctions.
- La règle de d'Alembert est souvent utilisée, mais parfois de manière imprécise : on doit regarder la limite d'un quotient (et pas seulement le quotient lui même).
- Lorsque la loi d'une variable aléatoire est demandée, une réponse du genre « X suit une loi uniforme », est incomplète : le paramètre de la loi doit impérativement être donné.

Conclusion

Le sujet était long mais le grand nombre de parties, la progressivité du texte, et la diversité des chapitres mathématiques nécessaires (probabilités, séries entières...), ont permis à tous les candidats de traiter de nombreuses questions et de mettre en évidence leurs compétences. Quelques lacunes sur des notions de base ont malheureusement aussi été repérées.

Les correcteurs encouragent vivement les candidats à utiliser un brouillon et à ne pas commencer systématiquement la rédaction aussitôt l'énoncé lu. De nombreuses erreurs grossières pourraient ainsi être évitées. De même, quelques exemples simples vus tout au long de l'année donneraient aux candidats des idées élémentaires permettant de comprendre de nombreuses questions et d'en mesurer la difficulté.

Mathématiques 2

Présentation du sujet

Le sujet porte exclusivement sur le programme d'algèbre linéaire. L'objectif est d'établir l'existence d'une décomposition de type « Jordan » pour des endomorphismes nilpotents d'un \mathbb{C} espace vectoriel et d'en dégager quelques applications. Certaines sont classiques, comme la similitude de M , M^T , $2M$, d'autres le sont moins, comme le lien avec le nombre de partitions d'un entier.

Un seul chapitre est exploré mais l'ensemble des connaissances du cours et des techniques de bases de première et deuxième année est évalué. Le sujet était très long, les meilleurs candidats arrivent cependant à en faire correctement une grande partie.

Analyse globale des résultats

Les résultats sont assez décevants : même lorsque le cours est appris, la compréhension des notions abordées est très superficielle et les savoir-faire élémentaires peu acquis. Un gros tiers des candidats ne sait pas prouver qu'une famille est libre, confond scalaire, vecteur et application ($A^p X = \lambda^p X^p$!).

Beaucoup trop affirment que le complémentaire d'un espace vectoriel est un espace vectoriel, et que celui d'un noyau est l'image.

Plusieurs ont essayé d'utiliser des théorèmes hors programme (mal compris et inadaptés aux questions posées). Des candidats qui affirment systématiquement qu'un polynôme annulateur est forcément le polynôme caractéristique n'ont pas besoin d'invoquer le polynôme minimal ! En revanche la notion de matrice d'un endomorphisme dans une base donnée est assez bien comprise.

L'énoncé demande d'écrire quelques lignes de code Python. Seuls 2% des copies proposent une bonne réponse.

Le sujet a permis de bien classer les candidats et les meilleurs d'entre eux, ceux qui savent construire des bases adaptées pour un espace vectoriel et qui justifient avec soin chaque affirmation, se sont nettement distingués.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les candidats doivent avoir conscience que leur copie n'est pas notée au poids et qu'il est contre productif d'empiler des réponses partielles.

Les questions sont le plus souvent simples et le résultat à démontrer est parfois fourni par l'énoncé ; une réponse incomplète ne rapporte alors aucun point. Or il manque souvent une partie du travail demandé (existence, unicité, réciproque) ou des arguments indispensables. À titre d'exemple pour affirmer que le polynôme caractéristique d'un endomorphisme ayant 0 pour seule valeur propre est X^n , il faut rappeler que ce polynôme est unitaire, de degré n et scindé sur le corps des nombres complexes.

Pour les questions plus délicates, les bonnes idées et les résultats partiels peuvent être valorisés s'ils ne sont pas accompagnés de contre vérité flagrante ou de malhonnêteté.

Une nouvelle fois nous rappelons l'importance de bien rédiger les démonstrations par récurrence. Un énoncé précis de la proposition que l'on souhaite démontrer est souvent indispensable. Dans la question **Q30**, la plus difficile du problème, la proposition doit pouvoir s'appliquer à tout endomorphisme (puisque on passera à l'induit) et à tout espace vectoriel (puisque on l'appliquera à un sous-espace).

Aucun résultat ne peut être donné sans justification, la mention « sans calcul » ne signifie pas « sans raisonnement ».

On ne saurait trop conseiller aux candidats de lire attentivement chaque question, d'en comprendre les hypothèses et les divers attendus et de prendre le temps d'y répondre avec soin en donnant toutes les justifications nécessaires.

Le vocabulaire doit être précis, les notations bien choisies pour avoir conscience à chaque instant de la nature des objets manipulés et éviter les confusions. Parler de la dimension d'une famille de vecteurs au lieu de son cardinal n'est pas une grosse erreur mais contribue à embrouiller les idées. En revanche, utiliser le terme « complémentaire » à la place de « supplémentaire » est une erreur grossière.

Le cours doit être vraiment maîtrisé, connaître la conclusion d'un théorème sans savoir en énoncer les hypothèses n'est pas exploitable.

Écrire lisiblement, avec une encre visible, sans faute d'orthographe, des phrases comportant un sujet un verbe et pas d'abréviation, est bien entendu apprécié.

Conclusion

Nous conseillons aux futurs candidats de consacrer du temps à la compréhension des chapitres d'algèbre, et de se limiter au programme, déjà bien consistant.

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

Le sujet traite de la physique dans la salle de bain. Il est constitué de quatre parties indépendantes et aborde les thèmes suivants :

- la thermodynamique (parties I, II et III) ;
- la diffusion thermique (partie III) ;
- l'électricité (parties II et IV) ;
- la conversion électronique de puissance (partie IV).

Analyse globale des résultats

Le sujet, composé de 42 questions est de longueur très raisonnable compte tenu de la durée de l'épreuve. Les notions abordées sont simples et portent sur une problématique du quotidien, si bien que les candidats peuvent sans trop de difficultés vérifier et justifier la pertinence de leurs réponses et résultats. Le jury a néanmoins été d'une grande exigence sur la rigueur du raisonnement et de l'exposé des démonstrations.

Le sujet comporte plusieurs questions ouvertes, où le choix de la grandeur pertinente ou de la démarche de résolution reste à l'initiative du candidat. Ces questions laissent une grande place à la réflexion du candidat mais moins à la démarche de résolution classique d'une situation problème type tâche complexe. De nombreux candidats ont tenté de traiter ces questions et obtenu en retour un nombre significatif de points.

Tout comme les années précédentes, les applications numériques données avec un nombre de chiffres significatifs non pertinents n'ont pas été valorisées.

Pour de nombreuses questions, le résultat à démontrer était fourni, ce qui a conduit de nombreux candidats à des raisonnements « inversés » où l'on tente de retrouver coûte que coûte le résultat. Le jury a noté ces questions avec la rigueur qui s'impose, le doute ne profitant jamais au candidat.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I Arrivée d'eau

Q1. Réponses dans l'ensemble correctement justifiées. Plusieurs candidats n'ont fait que procéder par élimination. Il était certainement plus simple d'estimer la durée de remplissage et le volume d'une bouteille d'eau, voire d'un lavabo, que d'une baignoire.

Q2. Question généralement bien traitée. Telle que la question était posée, une démonstration n'était pas attendue.

Q3. On trouve trop souvent l'argument d'un mitigeur calorifugé, ce qui bien sûr n'est pas le cas.

Q4. Le jury attendait un exposé rigoureux des hypothèses conduisant à cette formulation du premier principe. Certains candidats redémontrent le premier principe industriel. Les plus efficaces définissent

clairement le système et appliquent le premier principe industriel avec les bonnes approximations correctement justifiées. Les moins rigoureux cherchent par tous les moyens à retomber sur le résultat donné. Dans ce dernier cas, aucun point n'est attribué.

Q5. Trop souvent on trouve la relation $h = cT$ ou encore $h = c\Delta T$ ou encore des confusions entre Δ relatifs à une variation finie d'une fonction d'état et une différentielle totale exacte d relative à la variation élémentaire d'une fonction d'état (erreur que l'on retrouve aussi très souvent à la question **Q13**).

Q6. Cette question a souvent été bien traitée. Les données numériques permettaient aux candidats de mener un raisonnement quantitatif précis. Les réponses qualitatives relevant de l'expérience personnelle n'ont pas été retenues.

Q7. Question le plus souvent bien analysée. Il était par contre inutile et couteux en temps de refaire ici un dessin alors qu'une simple phrase suffisait.

II L'air humide

Q8. Comme pour toutes les questions où le résultat est donné, les meilleurs candidats donnent les deux arguments essentiels à la démarche pour honnêtement arriver au résultat. Certains par contre combinent des égalités mathématiques justes mais vides de sens physique pour conclure à tout prix.

Q9. La lecture graphique n'a pas posé de difficulté. Il n'était toutefois pas envisageable de fournir une valeur lue de P_{sat} avec une précision au pascal près.

Q10. Le jury a apprécié les exposés clairs et concis de la démarche de résolution. Peu de candidats ont vu l'intérêt de travailler dans le cas limite d'un débit massique d'eau vapeur minimal. Différentes approches pouvaient être envisagées (raisonnement sur les masses, les pressions ou x) menant toutes à la même conclusion.

Q11. Il était judicieux d'exploiter la conservation de la quantité de matière en vapeur d'eau renouvelée lors de son évolution de T_a à T_i . De nombreux candidats n'ont pas pris en compte cette différence de température entre les états initial et final.

Q12. Avec **Q13** c'est l'une des questions les moins bien traitées du sujet : toujours abordée mais très peu de façon rigoureuse. Là encore, le fait que le résultat soit donné fait que de trop nombreux candidats remontent du résultat à un point de départ physiquement faux. Le plus souvent les erreurs portent sur la mauvaise compréhension de la relation entre la masse contenue dans la surface de contrôle et la masse évaporée, on trouve aussi des confusions entre masse d'un système fermé et celle contenue dans la surface de contrôle ouverte.

Q13. Des confusions dans l'interprétation des quantités h_s et h_e , non identifiables à $h(t)$ et $h(t + dt)$. La notion d'enthalpie massique de vaporisation semble mal comprise. On ne peut pas, là encore, identifier la quantité L_v (ni même $x_1 L_v$) à $h_v(t)$ ni même h_e .

Q14. La justification des approximations est souvent satisfaisante. Lorsqu'elle ne l'est pas, c'est bien souvent parce que le candidat cherche à comparer deux grandeurs n'ayant pas même dimension (L_v et C). Il s'agit en fait d'un problème de rigueur dans la rédaction des idées car les candidats ont souvent compris mais écrivent des inégalités vides de sens.

Q15. Question généralement bien traitée.

Q16. Le diagramme psychrométrique a dans l'ensemble été bien exploité par ceux qui ont traité la question précédente.

III Miroir antibuée

Q17. La définition de la puissance thermique est parfois mal connue. Obtenir la relation demandée nécessitait un exposé des hypothèses de travail permettant de conduire à l'obtention d'un profil linéaire

de $\delta T(x)$. Le caractère stationnaire du régime étudié n'a été que trop rarement mentionné. La loi de Fourier est par ailleurs souvent appelée loi de Fick.

Q18. Question souvent bien traitée. L'analogie à l'électrocinétique a parfois conduit à des catastrophes lorsque la puissance thermique a été rapprochée de la puissance électrique en U^2/R .

Q19. De trop nombreux candidats ignorent les fondements physiques du transfert conducto-convectif.

Q20. Question généralement bien traitée.

Q21 et Q22. Un schéma équivalent électrique a permis à bon nombre de candidats de simplifier les calculs par application de la formule du pont diviseur de tension, conduisant à une expression correcte de α .

Q23. La modification du schéma précédent, avec la prise en compte de la résistance du miroir, a permis d'obtenir rapidement la nouvelle expression de la température de surface. La lecture de la température de rosée est souvent exacte et permet de conclure de façon satisfaisante.

Q24. La question a été globalement peu abordée. Les erreurs les plus fréquentes portent, dans une moindre mesure, sur la lecture du HR caractérisant l'apparition de la buée et plus souvent sur l'expression de la masse d'eau à ajouter. À noter que le défaut de rédaction de certains candidats qui alignent les calculs sans aucune explication ne permet pas de suivre leur démarche.

Q25. Les points n'ont été attribués que lorsque le choix était justifié.

Q26 et Q27. Ces questions ont été peu abordées. Chercher à déterminer la puissance minimale et se placer dans ce cas limite permettait de grandement simplifier le calcul.

Q28. Les relations donnant la puissance moyenne et le lien entre résistance et conductivité d'une bande sont souvent bonnes. Par contre la mauvaise lecture du schéma (qui n'était pas évidente loin s'en faut) donnant l'agencement des bandes et leur montage en parallèle aboutit sur une résistance équivalente fautive. La valeur correcte de conductivité n'est que très peu vue. À noter que certains candidats partent sur une fautive piste cherchant à utiliser l'épaisseur de peau. Là encore certains candidats alignent les calculs sans aucune rédaction rendant leur démarche difficile à suivre. Il semble important d'attirer l'attention sur la qualité de rédaction qui doit accompagner ce type de question.

Q29. De nombreuses réponses fantaisistes. À tension d'alimentation fixée, un bon conducteur dissipe plus d'énergie par effet Joule qu'un mauvais conducteur.

IV Station de charge d'une brosse à dents électrique

Q30. Le jury s'étonne que certains candidats ne sachent pas relier valeur efficace et amplitude d'une tension alternative sinusoïdale. Pour cette question très simple, trop peu de points ont été distribués, notamment en raison d'un trop grand nombre de chiffres significatifs pour l'application numérique.

Q31. Question de cours qui n'est pas suffisamment bien traitée dans l'ensemble.

Q32. Peu de candidats ont à la fois la bonne expression de la valeur moyenne et placent la raie spectrale au bon endroit sur le spectre.

Q33. Beaucoup d'erreurs sur cette question simple. Le redressement double la fréquence. Un tracé de l'allure du signal aurait certainement aidé certains candidats.

Q34. Question peu abordée, qui nécessitait une certaine prise d'initiative. Si la fonction de transfert est en général correctement exprimée, le calcul de son module a conduit à des erreurs fréquentes.

Q35 et Q36. Ces questions n'ont que rarement posé problème.

Q37. Si la forme générale des solutions est très souvent correcte, de nombreux candidats ont commis l'erreur de choisir des conditions « initiales » (et non de continuité) incorrectes, généralement $i(0) = 0$.

Q38 et Q39. Ces questions n'ont été que trop rarement correctement abordées.

Q40. Un calcul assez simple globalement peu réussi.

Q41. Le jury a valorisé des lectures graphiques précises, où le candidat aura estimé la fréquence sur un grand nombre de périodes. La seconde partie de la question n'a été que très rarement abordée.

Q42. Le jury attendait que soit évoqué l'effet de peau et ses conséquences. L'estimation numérique de l'épaisseur de peau a été souvent correcte lorsque réalisée.

Conclusion

Comme l'année dernière, il est recommandé aux futurs candidats :

- de consacrer le temps nécessaire pour soigner la rédaction des réponses aux questions proches du cours ;
- de justifier avec rigueur les hypothèses faites pour les questions non guidées ;
- de ne pas négliger les applications numériques, ce qui nécessite d'exprimer les valeurs avec un nombre approprié de chiffres significatifs, et de ne pas hésiter à commenter ces valeurs ;
- pour les questions non guidées, définir avec soin les variables et les systèmes utilisés en les nommant et/ou en les définissant sur un schéma.

Tout comme l'année précédente, le jury tient à souligner le niveau tout à fait remarquable de certaines copies et encourage tous les candidats à persévérer dans leurs efforts.

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

Le sujet de physique-chimie 2 propose aux candidats de réfléchir au réalisme scientifique du film de Ridley Scott, *Seul sur Mars*, sorti en 2015. Le sujet, divisé en six parties de longueurs très différentes et indépendantes, aborde de nombreux domaines du programme de physique et de chimie de CPGE :

- mécanique du point (mouvement à force centrale newtonienne) et du solide (basculement d'un parallépipède) ; force de poussée sur un vaisseau éjectant des gaz ;
- mécanique des fluides (force de trainée, bilan de quantité de mouvement) ;
- thermodynamique (diagramme d'état de l'eau, pompe à chaleur) ;
- diffusion de particules ;
- formules de Lewis, analyse d'une structure cristalline ;
- constante thermodynamique d'équilibre d'une réaction de combustion, constante d'une réaction d'oxydoréduction, détermination d'une température de flamme ;
- cinétique de diffusion et cinétique michaelienne.

Les compétences évaluées dans ce sujet sont diverses, complètes et de difficultés différentes et graduées : questions proches du cours, raisonnements simples, raisonnements plus complexes, analyse de documents, questions ouvertes. La plupart des savoir-faire exigibles en filière PSI doivent être mis en œuvre : schématisation, algébrisation, modélisation, application numérique, validation, esprit critique, confrontation des résultats aux situations du film, etc.

Plus de 70 % des points du barème étaient affectés :

- à des questions de cours ou d'application directe du cours (troisième loi de Kepler, diagramme d'état de l'eau, efficacité d'une pompe à chaleur, orbite de transfert, formule de Lewis, réseau cubique à faces centrées, constante thermodynamique d'équilibre, relation entre la constante thermodynamique d'équilibre d'une réaction d'oxydo-réduction et les potentiels standard, température de flamme, nombres d'oxydation...) ;
- aux applications numériques, nombreuses dans ce sujet et qu'il ne fallait pas négliger ;
- aux raisonnements simples et commentaires simples (par exemple les questions **Q1** et **Q2**, questions d'analyse **Q4**, **Q7**, **Q8**, calcul de la masse volumique de l'atmosphère martienne, basculement du VAM, etc.).

Analyse globale des résultats

Toutes les parties du problème ont été abordées dans les meilleures copies même si le sujet était certainement un peu long pour être traité en intégralité. Certaines parties nécessitaient une durée d'appropriation indispensable à la mise en place du raisonnement. Le barème en a tenu compte afin de valoriser les candidats qui ont compris les objectifs de ces parties et qui ont passé le temps nécessaire à leur résolution.

La majorité des candidats rencontre des difficultés à récupérer les points associés aux questions simples. Les raisons principales sont les suivantes :

- rédaction confuse, incomplète voire inexistante ;
- cours de base non maîtrisé ou mal restitué ;
- absence de contrôle des résultats littéraux (homogénéité, pertinence des paramètres) et non-utilisation du sens critique (résultats numériques absurdes) ;

- confusion entre grandeurs scalaires et grandeurs vectorielles (rapports de vecteurs, signe de vecteur, égalités entre scalaire et vecteur) ;
- absence de schémas ce qui entrave le raisonnement.

Les nombreuses questions de cours ont été traitées de manière inégale. Seuls les candidats rédigeant de manière complète et précise obtiennent l'intégralité des points sur ces questions.

Les correcteurs valorisent les candidats qui rédigent de manière rigoureuse, concise et complète et qui maîtrisent les capacités exigibles du programme officiel. Les meilleurs candidats ne se sont pas démarqués par leur capacité à répondre à la grande majorité des questions mais plutôt à résoudre avec application celles qu'ils abordent. Répondre correctement aux questions 1 à 21, en argumentant, n'était pas insurmontable.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les applications numériques constituaient plus de 20 % du barème. Prendre le temps de les effectuer de manière soignée permet d'assurer une note correcte. Les candidats doivent réfléchir au nombre de chiffres significatifs et exercer leur sens critique pour déceler soit une erreur de frappe sur la calculatrice, soit une erreur dans l'expression littérale associée. Des résultats numériques absurdes n'ont soulevé aucune remarque : distance Soleil-Mars inférieure au millimètre, masse du Soleil (10^{-14} kg) inférieure à la masse d'une cellule, durée de voyage entre la Terre et Mars inférieure à la microseconde...

Les réponses illisibles (ratures, écriture très peu soignée) ne sont pas lues et le jury sanctionne également :

- les rédactions confuses et non respectueuses du lecteur. Les abréviations (ex : PFD, TMC, BAME...) doivent être bannies des copies. De plus, on ne débute pas une réponse par « Oui... », « Non... » ou « Car... » ;
- les candidats qui se contentent d'aligner des équations sans explication. Il est souhaitable que les candidats citent les lois ou les théorèmes qu'ils utilisent (loi de Fourier, loi de Fick, troisième loi de Kepler). « D'après la troisième loi de Kepler, le rapport a^3/T^2 est le même pour toutes les planètes du système solaire » est préférable à « On sait que $a^3/T^2 = \text{cte}$ » ou à « on a $a^3/T^2 = \text{cte}$ ».

Un raisonnement doit être compris du lecteur sans qu'il ait à deviner ou compléter des éléments manquants. Nous rappelons que :

- toute grandeur introduite non définie par l'énoncé doit l'être par le candidat. On ne peut définir l'efficacité d'une pompe à chaleur par $\eta = -Q_c/W$ puis poursuivre en écrivant $W + Q_c + Q_f = 0$ sans avoir défini au préalable ces grandeurs énergétiques (par un schéma représentatif de la machine thermique par exemple) ;
- les schémas sont indispensables à la résolution de nombreuses questions. Difficile de répondre à la question 1 sans représenter les orbites de la Terre et de Mars. Impossible de justifier correctement les conditions de basculement du VAM sans un schéma du cylindre (fait par l'énoncé) auquel on ajoute un repère et les actions extérieures.

I La planète Mars

Q1. Taux de réussite très faible (10 %) car deux tiers des candidats ne représentent pas les orbites de Mars et de la Terre.

II Tempête sur Mars

Q5. La masse volumique de l'atmosphère martienne a été globalement bien trouvée. Une comparaison entre deux grandeurs nécessite de quantifier leur rapport (ou leur écart relatif quand elles sont proches).

Q6. Le diagramme d'état de l'eau est connu et les significations des points triple et critique souvent bien assimilées.

Q7. L'eau est solide sur Mars et le jury attendait une justification (en plaçant simplement le point représentatif sur le diagramme d'état).

Q8. Seules les réponses argumentées ont été prises en compte.

Q10. Une détermination du coefficient de traînée par lecture de la figure 9 (avec un chiffre significatif, maximum deux) permet de calculer la force de traînée (avec au maximum deux chiffres significatifs). La détermination de l'ordre de grandeur de la vitesse d'un vent terrestre qui produirait une force de même valeur était plus compliquée. Les correcteurs ont attribué des points à tous les candidats qui ont noté que le coefficient de traînée était différent sur la Terre et qui en proposaient un autre raisonnable. Une vérification a posteriori était alors attendue et a été effectuée par quelques candidats.

Q11. Question très discriminante. L'intégralité des points a été donnée aux seuls candidats ayant effectué un schéma, exprimé les moments algébriques des forces par rapport à l'axe de rotation *orienté* et bien traduit la condition de basculement.

Les candidats, après deux années de CPGE, doivent faire la distinction entre un vecteur et un scalaire. Les relations suivantes n'ont aucun sens :

$$J \frac{d\omega}{dt} = \vec{M}_0(\vec{P}) + \vec{M}_0(\vec{F}_t) \quad \text{ou} \quad \vec{M}_0(\vec{P}) + \vec{M}_0(\vec{F}_f) > 0$$

III Dimensionnement des panneaux solaires

Q12. Nécessité de définir les grandeurs utilisées et de justifier les égalités ou inégalités qui les relient. Le système auquel les candidats appliquent les deux principes de la thermodynamique est rarement explicité. « On applique le premier principe au cycle » est incorrect. Enfin, la confusion entre U (énergie interne) et ΔU (sa variation) est sanctionnée.

Nombreuses applications numériques fausses — malgré une expression littérale correcte — dues à une mauvaise unité de température.

Q13. Les correcteurs attendaient l'expression de la puissance thermique traversant un cylindre de rayon r : $P = -2\pi r L \lambda \frac{dT}{dr}$, la justification que P est indépendante de r (régime stationnaire) et la définition de la résistance thermique. Tout résultat non argumenté est ignoré par le jury.

Q14. Il faut justifier que la puissance thermique traversant les parois du module est identique à celle apportée par la pompe à chaleur.

Q15. Le jury attend une exploitation quantitative de la photo. Exprimer la surface des panneaux solaires en (Mark Watney)² est bien sûr judicieux et accepté si la comparaison avec la surface nécessaire est effectuée.

IV Sauvetage de Mark Watney par le vaisseau Hermès

Q16–Q20. Ces questions ne peuvent être traitées sans une représentation des orbites des deux planètes, des orbites de transfert et des positions de Mars et de la Terre aux instants clés. Les questions **Q18** et **Q19** étaient plus délicates mais ont été réussies par les candidats qui ont structuré leur raisonnement.

Q22 et **Q23.** Deux questions non guidées pour lesquelles le jury valorise toute piste pertinente, toute schématisation du problème et toute initiative argumentée. Cela ne signifie pas que toute réponse a été récompensée. La majorité des copies se contentent d'un « par un bilan de quantité de mouvement » sur

un système non défini, dont on ne sait s'il est ouvert ou fermé, parfois sans schéma ou avec un schéma non légendé.

Les candidats gagneraient à débiter par une analyse qualitative de la situation, par exemple en écrivant que les gaz doivent être éjectés vers l'avant du vaisseau pour freiner ce dernier. L'analyse des schémas des candidats montrent souvent le contraire.

L'absence de précision du référentiel d'étude a été source d'erreurs notamment en confondant la vitesse d'éjection des gaz par rapport au vaisseau et leur vitesse par rapport au référentiel planétocentrique.

Enfin, le jury attend un commentaire quantitatif final et non un laconique « ce volume est trop grand ». Calculer la longueur minimale du vaisseau pouvant accueillir « $25 \times 10^3 \text{ m}^3$ » est une manière de justifier le caractère irréalisable. On pouvait aussi proposer de stocker les gaz sous une pression plus importante pour réduire le volume de stockage. Tout commentaire pertinent et argumenté est valorisé.

V Fabrication d'eau sur Mars

Q27. La masse molaire atomique de l'iridium était absente des données. Les correcteurs ont attribué les points à ceux qui ont relié littéralement la masse volumique de l'iridium au paramètre de maille, à la population de la maille et à la masse molaire de l'iridium. Le jury attendait une justification de la relation entre le paramètre de maille et le rayon de l'atome ainsi qu'un dénombrement détaillé de la population.

Q29. Moins de 30 % de réussite pour les deux tiers des candidats qui ont abordé cette question de cours. L'échec vient souvent d'une mauvaise lecture de la question. Ceux qui concluent par « K° diminue » ou qui donnent l'évolution de la réaction lorsque la température augmente ne répondent pas à la question.

Q30. Faible taux de réussite également pour deux raisons principales : rédaction incomplète voire inexistante ou confusion entre la combustion de l'hydrogène et la réaction étudiée à la question précédente.

VI Peut-on cultiver des pommes de terre sur Mars ?

Q35. Il s'agissait de faire un bilan de quantité de matière entre deux instants infiniment proches. La plupart des réponses s'appuyaient sur la cinétique de production d'ordre 0 ce qui n'était pas l'objet de la question.

Q36. Une analyse qualitative simple permettait de trouver le signe demandé, en traitant un des deux cas particuliers : $[\text{H}_2\text{O}_2]_i > [\text{H}_2\text{O}_2]_e$ ou $[\text{H}_2\text{O}_2]_i < [\text{H}_2\text{O}_2]_e$ et non pas en affirmant, sans justification, que $[\text{H}_2\text{O}_2]_i$ diminue au cours du temps.

Conclusion

Ce sujet permet aux candidats de mettre en valeur leurs connaissances, leur sens critique, leurs savoir-faire. La communication fait aussi partie des qualités requises pour un futur scientifique. Chaque année, le jury rappelle l'importance de la qualité de rédaction, notamment pour les questions les plus classiques : définir les grandeurs utilisées, citer les lois, justifier le raisonnement, commenter les résultats.

Nous souhaitons que les candidats des prochaines sessions soignent ces questions et prennent conscience de la nécessité d'un travail approfondi, régulier et rigoureux durant les deux années de préparation.

S2I

Présentation du sujet

L'épreuve de Sciences Industrielles de l'Ingénieur de la session 2019 a pour contexte la chirurgie mini-invasive robotisée avec stabilisation des mouvements physiologiques. C'est un thème d'actualité se situant en partie dans le domaine de la recherche tant du point de vue médical que de celui de la robotique.

La problématique du sujet porte sur la compensation des mouvements physiologiques (respiratoires ou cardiaques par exemple) des patients lors d'opérations en chirurgie télé-opérée. Ce type de système est composé d'un robot maître et d'un robot esclave. Le robot maître, piloté directement par le chirurgien, permet de générer les consignes de déplacement du robot esclave qui, ainsi, reproduit les gestes du chirurgien. La particularité du système, objet de l'étude, est d'ajouter d'une façon synchrone à ces consignes issues du geste du chirurgien les mouvements physiologiques du patient dans la génération des consignes de déplacement du robot esclave. Cet ajout place le chirurgien dans un environnement virtuel d'opération qu'il perçoit comme dans un repère fixe.

Le sujet est construit en quatre parties selon un fil conducteur menant le candidat de la caractérisation des signaux physiologiques à la mise en place des lois de commande adaptées au problème posé. Chaque partie est organisée selon une progressivité dans les difficultés donnant la possibilité à tous les candidats de s'exprimer.

La première partie porte sur l'analyse des propriétés des signaux physiologiques. La connaissance de ces propriétés est en effet indispensable pour construire le cahier des charges et choisir une loi de commande adaptée. Le choix retenu dans le sujet est d'analyser les propriétés spectrales de ces signaux au moyen d'une transformation de Fourier (la connaissance des aspects mathématiques liés à cette transformation complexe n'était pas nécessaire). Pour analyser le spectre du signal, le questionnement amène les candidats à montrer que le calcul d'une transformée de Fourier discrète peut être formulé selon une multiplication matricielle permettant ainsi d'exploiter pleinement les outils de calcul actuels (en évitant l'utilisation de boucles imbriquées). L'analyse des propriétés du signal est exploitée dans la suite de cette partie afin de compléter un cahier des charges définissant d'une façon classique les performances en termes de rapidité et de précision vis-à-vis de signaux constants, mais aussi d'une façon « moins classique » dans le cas de signaux de consigne périodiques et de perturbation variant dans le temps.

La deuxième partie du sujet a comme objectif de construire le modèle dynamique nécessaire au développement des lois de commande. La construction de ce modèle est effectuée en exploitant les équations de la dynamique afin de définir une formulation paramétrique. Pour l'identification des paramètres, le candidat est invité à exploiter l'enregistrement de la vitesse en réponse à un profil d'accélération. Cette deuxième partie a aussi pour objectif de déterminer les résolutions de la chaîne de mesure nécessaires pour satisfaire le cahier des charges en termes de précision.

La troisième partie a comme objectif de déterminer une commande stabilisante en boucle fermée, par le choix des pôles, au moyen d'une loi de commande à deux paramètres. L'analyse de cette loi de commande au regard des couples perturbateurs (un des problèmes importants dans ce type de système en raison du phénomène de frottement sec) amène le candidat à conclure qu'elle ne permet pas de satisfaire les exigences du cahier des charges au regard de la précision exigée. La solution « classique » dans ce type de problème aurait été d'introduire une action intégrale dans la loi de commande, mais cette approche, pour ce type de système, aurait eu comme conséquence de dégrader la robustesse ou de diminuer la performance dynamique. La solution retenue amène d'une façon progressive le candidat à mettre en place un observateur (selon une approche fréquentielle en cohérence avec le programme de CPGE) en vue d'estimer le couple perturbateur. Cette estimation est ensuite exploitée pour mettre en place une compensation. Cette partie s'achève par un questionnement amenant le candidat à montrer que la loi de

commande déterminée au préalable, complétée par l'observateur et la compensation, assure la stabilité du système bouclé tout en vérifiant le cahier des charges en termes de précision.

La quatrième partie de ce sujet propose au candidat d'aborder la compensation des mouvements physiologiques modélisés comme un signal périodique à deux composantes harmoniques seulement, pour satisfaire un des objectifs importants de l'étude proposée. Le questionnement initial permet de conclure que la loi de commande développée dans la partie III n'assure pas le niveau de précision requis vis-à-vis des mouvements physiologiques. L'exploitation du modèle harmonique de ce mouvement amène ensuite le candidat à concevoir une correction par anticipation, en complément de la loi de commande en boucle fermée, qui permette enfin de résoudre le problème de précision sur ce type de mouvement.

Une question de synthèse permet au candidat de conclure sur les performances du système de commande conçu et sur sa pertinence par rapport au problème posé.

Analyse globale des résultats

Les prestations des candidats suscitent cette année, de la part du jury, les mêmes remarques générales que celles des années précédentes. Manifestement les rapports de ces dernières années n'ont pas eu l'impact attendu sur la préparation en CPGE. Malgré ce constat, le jury reprend les remarques antérieures.

D'une façon récurrente :

- les meilleures notes sont attribuées aux candidats qui montrent de réelles capacités à analyser, modéliser, calculer, critiquer et à communiquer par écrit ;
- les réponses données sans aucune justification ne sont pas prises en compte par les correcteurs. Les pages de « verbiage écrit » doivent être remplacées par des explications claires et concises ;
- les résultats numériques sans unité sont lourdement pénalisés. Le jury conseille aux candidats de prendre le temps de vérifier l'homogénéité des résultats, de faire les applications numériques lorsqu'elles sont demandées et d'en faire une analyse critique (ordre de grandeur, nombre de chiffres significatifs).

Et à nouveau cette année :

- le jury regrette de trouver de plus en plus de copies dont la qualité de présentation n'est pas du niveau attendu pour ce concours. De plus en plus de réponses sont illisibles. Les lettres ne sont pas identifiables en étant mal ou pas du tout formées. Les signes dans les formules ne sont pas reconnaissables. Le jury, cette année encore, a fait beaucoup d'efforts pour déchiffrer les copies. Il ne le fera plus. Dans le doute, ces réponses seront sanctionnées par les correcteurs ;
- le jury recommande aux candidats d'indiquer le numéro des questions correspondant aux réponses qu'ils développent et de mettre en relief les résultats ;
- les réponses aux questions confirment la dérive du manque de rigueur dans les raisonnements et dans l'application des théorèmes. Le jury sanctionne bien sûr les fautes dans les formules littérales, mais aussi les manquements ou insuffisances, et les imprécisions ;
- les questions de dynamique sont cette année, plus encore que les précédentes, mal traitées. Les candidats manquent de connaissances et de méthodes. Ils ne respectent pas les notations usuelles (absence du repère de dérivation en cinématique, mouvements relatifs non précisés, etc.) et aboutissent quasi systématiquement à des résultats faux ou non homogènes ;
- le jury souligne le nombre d'erreurs de signe anormalement élevé ;
- le jury conseille enfin aux candidats de s'appropriier le problème posé avant de se lancer dans les calculs de sa résolution.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I.A – Analyse des propriétés des signaux des mouvements physiologiques

L'objectif de cette partie est de mettre en place une méthode et une procédure de calcul des propriétés spectrales des signaux physiologiques. Le questionnement amène logiquement le candidat à exprimer le spectre du signal sous la forme d'un produit matriciel qui permet ensuite de concevoir une procédure simple en Python permettant le calcul effectif du spectre. Les propriétés obtenues sont exploitées dans la suite du sujet pour compléter le cahier des charges et concevoir la loi de commande. Cette partie, plutôt algorithmique, fait l'objet des questions (Q1–Q6). Une part très importante des candidats a bien compris le problème et a abouti à l'expression formelle du spectre attendue (questions Q1–Q5). Toutefois, le caractère périodique du signal a été souvent omis par les candidats. Un manque de rigueur dans les notations a pénalisé certains candidats comme l'oubli de l'imaginaire pur et/ou du signe négatif de l'exponentielle. Une vérification des dimensions des matrices manipulées et le souvenir que le produit matriciel n'est pas commutatif auraient également évité bien des erreurs.

Cette partie algorithmique et orientée signal est conclue par la question Q6 qui demande au candidat de concrétiser le calcul du spectre. Une part non négligeable des candidats a bien compris l'intérêt de la formulation proposée et de l'exploitation matricielle pour mettre en place la procédure de calcul en Python (très compacte dans la forme proposée). Une partie des candidats a moins bien réussi cette question en utilisant une approche « plus classique » au moyen de boucles.

I.B – Cahier des charges partiel de la chaîne d'asservissement en position du robot esclave

Cette partie, questions Q7–Q9, doit amener les candidats à compléter le cahier des charges donné avec les propriétés des signaux. Elle amène également les candidats, en utilisant une approche « classique » par le choix des pôles en boucle fermée, à déterminer la bande passante (ou plus précisément la pulsation propre) à même de satisfaire le niveau de précision requis. Le questionnement amène le candidat à conclure que cette approche conduit à une contradiction avec le cahier des charges. Cette conclusion justifie le choix de l'architecture de commande étudiée dans les parties III et IV.

Cette partie a été assez bien traitée (Q7–Q8), l'utilisation d'approximations de la fonction de transfert en boucle fermée a amené les candidats aux relations recherchées. Dans leur exploitation, Q9, une part non négligeable de candidats a confondu dans le cahier des charges précision statique (vis-à-vis de signaux d'entrée constants) et dynamique (vis-à-vis des signaux physiologiques).

II.A – Vérification de la capacité du robot esclave

Cette partie, questions Q10–Q13, demande aux candidats de vérifier la capacité du robot esclave à respecter l'exigence de précision et, en conséquence, à dimensionner les capteurs installés. La question Q10 a été assez bien traitée mais beaucoup de candidats donnent encore des valeurs numériques sans unité. À la surprise du jury, l'expression de la relation caractérisant la liaison hélicoïdale (Q11) est très souvent erronée à cause du manque de rigueur dans la démarche et dans les notations ou par méconnaissance de la spécificité du pas à droite (signe négatif) ou encore par la confusion entre le pas réel et le pas réduit. Les candidats, qui n'ont pas répondu correctement à la Q13, méconnaissent la définition de la résolution d'un capteur.

II.B – Détermination et vérification du modèle dynamique du robot esclave

Cette partie, questions Q14–Q24, est consacrée à la caractérisation du modèle dynamique du robot esclave avec deux étapes : l'analyse du fonctionnement du réducteur (Q14–Q16), puis l'élaboration du modèle dynamique d'un axe du robot esclave (Q17–Q24). Les réponses à la Q14 sont souvent bonnes

mais rarement justifiées par un bilan de puissances et celles à la **Q15** sont rarement fausses mais de nombreux candidats n'ont pas proposé de conclusion car ils n'ont manifestement pas perçu la validation demandée.

La forme demandée à la **Q16** n'a pas perturbé les candidats mais beaucoup confondent les inconnues cinématiques avec celles d'actions mécaniques et méconnaissent la représentation des couples sur un graphe de structure. En réponse à **Q17**, presque tous les candidats montrent leur incapacité à proposer une méthode de résolution à partir d'un graphe de structure pourtant très utile. Certaines réponses laissent penser que la notion même de méthode de résolution n'est pas assimilée. Le résultat de la **Q18** dans la base de \mathcal{R}_1 n'a pas été admis et l'absence de la base de dérivation dans la dérivation vectorielle est pénalisée. Cette question, pourtant simple, a généré bizarrement des calculs laborieux. En **Q19**, le calcul de l'aire d'un trapèze isocèle étant très simple, le jury attendait le calcul de l'amplitude de rotation. Beaucoup ne font pas le calcul numérique. Les réponses erronées des **Q20–Q21** suscitent les remarques récurrentes du jury dans le traitement de la dynamique : manque de rigueur, manque de méthode, erreurs de signes, abandon après deux lignes de calcul, pas d'application numérique, peu d'utilisation des propriétés du produit mixte. En **Q22**, peu de candidats développent la démarche utilisée pour déterminer les valeurs numériques. Le jury rappelle que c'est au candidat d'expliquer sa démarche et non au jury d'essayer de la deviner en fonction des résultats donnés. Enfin, l'analyse des écarts demandée en **Q23** est décevante car très peu de candidats proposent des réponses pertinentes. Il s'agit pourtant de l'une des compétences attendues de la formation de S2I.

III Définition et analyse de la chaîne d'asservissement du robot esclave

Cette partie, à la difficulté croissante, est assez bien réussie sur les premières questions **Q24–Q27**. Les erreurs sont des erreurs de calculs ou de mauvaise interprétation de la consigne. Dans la suite, **Q28–Q29**, beaucoup de candidats se perdent dans des développements inutiles alors que des solutions permettent de conclure rapidement. Le jury a pénalisé des conclusions hasardeuses, non argumentées, dans l'analyse de la précision et de la stabilité. Très peu de candidats ont trouvé le bon polynôme caractéristique.

IV Analyse des performances vis-à-vis des mouvements respiratoires

Dans l'ensemble, cette partie a été bien traitée par les candidats qui l'ont abordée avec la rigueur suffisante. Dans **Q30**, le sujet propose un modèle approché du comportement en boucle fermée afin d'analyser la précision vis-à-vis des deux composantes du mouvement physiologique. Beaucoup de candidats ont utilisé, d'une façon mécanique sans se poser la question du bien-fondé de la méthode, le théorème de la valeur finale ; ce qui n'a pas de sens dans le cas d'un signal sinusoïdal. Les **Q31** et **Q33** ont été bien traitées, mais par très peu de candidats. Certains ont considéré, à tort, que les variables notées avec et sans étoile (correspondant respectivement à la consigne et à la sortie) désignaient la même grandeur. Enfin la question de synthèse (**Q34**) a été peu abordée et d'une façon peu structurée avec des réponses parfois confuses et peu argumentées. Les candidats n'appuient pas suffisamment leurs réponses sur les données du sujet : critères concernés du cahier des charges, comparaison des performances obtenues à celles espérées. Beaucoup trop de candidats ne s'appuient pas encore suffisamment sur des données quantitatives relevées sur les résultats fournis et sur les critères précisés dans le cahier des charges.

Conclusion

Les sujets de sciences industrielles pour l'ingénieur sont construits autour d'une problématique industrielle. Découpés en plusieurs parties, ils proposent une progressivité dans la démarche de compréhension du système, d'analyse et de modélisation. Ainsi, les candidats qui papillonnent, en ne traitant pas les problèmes dans l'ordre, éprouvent davantage de difficultés à répondre aux questions. Le jury rappelle tout le bénéfice que les candidats peuvent tirer de la lecture complète du sujet avant de commencer la rédaction.

La validation de l'étude en S2I est conduite par l'analyse de l'écart entre les performances attendues, données dans le cahier des charges et les performances simulées, calculées au fil des questions. Le jury conseille donc de lire attentivement le cahier des charges pour identifier ces écarts en s'appuyant sur le critère ou le niveau d'exigence demandé. Il attend qu'ensuite le candidat se prononce sur la pertinence de la solution, analyse ces écarts, en identifie les causes et imagine des remèdes. Le jury ne peut se satisfaire de réponses superficielles.

Comme chaque année, le jury se réjouit de trouver d'excellentes copies qui sont manifestement le fruit d'un travail soutenu et de compétences affirmées. Par la qualité de leur prestation, ces candidats valident la longueur et l'adéquation de l'épreuve au public visé. Par leur exemple, ils encouragent les futurs candidats et leurs formateurs à persévérer dans la voie de l'excellence de la préparation.

Ces excellentes copies montrent également que, malgré le contexte particulier d'une épreuve de concours, il est possible de rédiger les réponses avec un graphisme clairement lisible et une présentation soignée. Cette capacité n'est pas partagée par tous. Aussi, le jury invite les professeurs de CPGE à exiger un niveau de qualité dans les copies que les étudiants leur remettent au cours des deux années de préparation.

Informatique

Présentation du sujet

L'épreuve d'informatique de cette année permet de modéliser et de simuler la déformation d'un brin d'ADN soumis à une traction. Après une première partie qui fournit des outils pour la suite du sujet, la deuxième enchaîne sur l'étude et le traitement de mesures expérimentales : il s'agit essentiellement de gérer les pixels d'une image. Cette partie mobilise diverses compétences en algorithmique.

La troisième partie fournit une modélisation de la structure et met en œuvre une simulation numérique avec une recherche de minimum pour une fonction de deux variables. Enfin, dans une quatrième partie, on s'intéresse à un modèle qui permet une simulation d'une molécule d'ADN et un traitement statistique dans le but d'approcher certains paramètres. Cette simulation s'effectue via une méthode de Monte-Carlo.

Analyse globale des résultats

Le sujet est de difficulté adaptée et de longueur satisfaisante. Il a permis un étalement convenable des notes. Un nombre significatif de candidats (un quart) a réussi à aborder toutes les questions. On peut noter quelques copies très faibles.

Hormis les bases de données, un grand nombre de parties du programme sont abordées. Le niveau global des candidats est satisfaisant et le langage Python plutôt bien maîtrisé. Les fonctions sont souvent commentées, ce qui est appréciable. L'accumulation d'erreurs de syntaxe ou le fait de ne pas expliquer ce qui est fait finit par être pénalisé.

Le sujet est de difficulté croissante avec parfois quelques points plus délicats : les futurs candidats doivent prendre le temps de lire entièrement le sujet afin d'identifier les questions qu'ils peuvent traiter en première intention pour ensuite revenir sur celles qui sont plus difficiles d'accès.

Le jury a pu constater que certaines parties du cours ne sont pas correctement assimilées par un grand nombre de candidats, en particulier la méthode de Newton et la représentation des flottants.

Enfin, la qualité de la rédaction des copies est plutôt satisfaisante ce qui facilite la lecture et l'évaluation.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le chiffre entre parenthèse donne, pour chaque question, le pourcentage de copies qui ont obtenu la note maximale.

I Fonctions utilitaires

Q1. Bien traitée par la majorité de candidats (92 %).

Q2. Le recalcul de la moyenne ou la non utilisation de la fonction précédente ont été sanctionnés. Bien traitée dans l'ensemble (73 %).

Q3. Cette question, difficile, en début de problème a été très souvent abordée et plutôt bien réussie. Les copies dans lesquelles le raisonnement récursif était évoqué ont été valorisées. Quelques candidats ont essayé de répondre à la question de manière itérative mais peu y sont parvenus (30 %).

II Mesures expérimentales

Q4. L'énoncé n'est parfois pas lu correctement et le tableau de départ est modifié, ce qui a été sanctionné (60 %).

Q5. La lecture de l'énoncé n'est pas toujours bien faite : on attendait un couple d'entiers en sortie (21 %).

Q6. On attendait un enchaînement de trois fonctions, sans stocker les différentes images dans une liste. Quelques candidats n'ont pas bien compris ce qui était demandé (77 %).

Q7. Les réponses sont très diverses par incompréhension de l'objet demandé. On ne peut que suggérer fortement aux candidats d'écrire explicitement les formules qu'ils programment lorsqu'elles ne sont pas fournies (13 %).

Q8. Question peu guidée qui pouvait être interprétée et traitée de différentes manières. Elle nécessitait une prise d'initiative ; différents raisonnements et réponses ont été acceptés ; les copies dans lesquelles les fonctions écrites étaient trop peu commentées ont été sanctionnées (4 %).

Q9. Il ne s'agissait pas de seulement donner une complexité, mais de la justifier un minimum. Quelques candidats fournissent un résultat sans avoir traité la question précédente : cela n'est pas apprécié du jury (7 %).

III Modèle du ver

Q10. Un respect strict de la syntaxe était attendu (parenthésage, division, mise à la puissance...) ; le type de l'objet à renvoyer est à respecter (58 %).

Q11. Question difficile et plutôt mal traitée car il fallait bien comprendre la définition de la fonction `curve_fit` (8 %).

Q12. Cette question, proche du cours, a été très mal traitée. Les candidats devraient prendre du recul sur leurs réponses, surtout lorsqu'ils donnent un nombre de chiffres significatifs de l'ordre de 2^{52} ou 10^{15} . Le codage des nombres est souvent incompris : « comme il faut 4 bits pour coder les nombres de 0 à 9, il n'y a que $52/4 = 13$ chiffres significatifs » (14 %).

Q13. « Un est trop grand » et 10^{-16} est trop petit ne sont pas des justifications acceptables (25 %).

Q14. Les erreurs rencontrées sont des réponses qui n'utilisent pas la formule demandée ou des problèmes de parenthèses : `a/2*x*h` n'est pas `typea/(2*x*h)` (96 %).

Q15. Assez bien traitée dans l'ensemble. Des confusions entre la valeur d'une fonction en un point et la fonction elle-même. Il n'est pas rare de voir des réponses du type : `derive(derive(f,x,h),x,h)`. Quelques candidats dérivent une valeur approchée de la dérivée en pensant que c'est une valeur approchée de la dérivée seconde (57 %).

Q16. Il fallait ici appliquer la méthode de Newton à ϕ' . La formule de récurrence de la méthode n'est pas maîtrisée dans un grand nombre de copies. On trouve aussi beaucoup de réponses avec un critère d'arrêt incorrect pour cette méthode qui figure au programme (17 %).

Q17. Les candidats fournissent la jacobienne mais sans justification correcte(41 %).

Q18. Beaucoup de candidats utilisent directement la fonction `derive` de la **Q14** sur la fonction de 2 variables G , sans revenir à des fonctions d'une variable (26 %).

Q19. La jacobienne n'est quasiment jamais calculée correctement. Dans la condition d'arrêt de la boucle `while`, on a pu constater nombre de confusions entre `ET` et `OU` (2 %).

IV Modèle de la chaîne librement jointe

Q20. La principale difficulté est de tirer un nombre suivant une loi uniforme sur $[-\pi, \pi[$ à partir de `random`, assez peu maîtrisé. Beaucoup de copies utilisent `randrange` ou choisissent un nombre entier aléatoirement entre -180 et 180 et convertissent ensuite en radians (33 %).

Q21. Questions bien traitée en général par les candidats qui l'ont abordée (62 %).

Q22. Les erreurs les plus fréquentes dans cette questions concernent les indices : dans `random.randrange(a, b)`, le `b` est exclu. Il s'agissait de modifier k valeurs successives dans une liste de longueur n , ce qui n'est possible qu'en commençant au pire par celle en position $n - k$ (10 %).

Q23. La principale source d'erreur a été le calcul correct de la probabilité dans le choix de la conformation (27 %).

Q24. Souvent bien traitée lorsqu'elle a été abordée. Le jury attendait un stockage des allongements et non des conformations (6 %).

Remarques générales

Pour terminer quelques remarques d'ordre général.

Les questions doivent être bien lues afin de fournir un résultat qui correspond exactement à ce qui est demandé.

Les noms des variables doivent être choisis de manière judicieuse et pas seulement alphabétique. Même s'il peut être tentant d'écrire `o` ou `O` pour « ordonnée », ce choix s'avère assez peu lisible. Nous rappelons qu'un identifiant ne peut pas contenir d'apostrophe.

En Python, la lettre π ne permet pas d'obtenir le nombre pi.

La gestion des indices dans les listes est encore imparfaitement maîtrisée : il n'est pas rare de lire des `for i in range(len(L)-1)`.

Les commentaires dans les fonctions sont appréciés, mais il est inutile de paraphraser chaque ligne. De plus, ils gagneraient être écrits d'une autre couleur afin de ne pas se confondre avec les lignes de code.

Le jury encourage les candidats au cours de leur préparation à s'entraîner à l'utilisation des opérations et fonctions disponibles en annexe du sujet : en effet certaines ont été utilisées à tort dans les copies.

Le problème de la modification de listes par effet de bord est en recul mais subsiste. L'instruction `L1=L2` ne fournit pas une copie de `L2`.

Les calculs de complexité se doivent d'être justifiés un minimum.

Les candidats confondent souvent une fonction `f` avec `f(x)`. De manière générale, la construction d'une fonction pour la passer en argument à une autre fonction a souvent posé problème.

La représentation des nombres et la notion de chiffres significatifs ne sont pas comprises par beaucoup de candidats. Il s'agit d'avoir une intuition raisonnable des ordres de grandeur de précision ou de place mémoire occupée par un flottant sur un ordinateur moderne.

Les variables à densité ne figurent certes pas au programme de mathématiques, mais l'utilisation de la fonction `random` pourrait être améliorée. Les candidats devraient être capable de simuler une loi uniforme sur un segment $[a, b]$.

Conclusion

Le sujet aborde bon nombre de notions du programme d'informatique et les résultats globalement satisfaisants des candidats prouvent leur investissement dans la discipline. Le jury recommande, encore une

fois, de s'investir avec sérieux dans la préparation dès la première année. Des progrès ne peuvent passer que par l'analyse et l'écriture d'algorithmes, aussi bien sur feuille que sur machine, et par la compréhension des objets et concepts manipulés.

Allemand

Présentation du sujet

Le dossier à synthétiser en allemand s'appuie cette année sur un ensemble constitué de trois articles et d'un dessin de presse. Il porte un regard critique sur l'intelligence artificielle sous des angles divers : scientifique, politique, géopolitique, économique, et environnemental.

Un premier article donne l'occasion au célèbre scientifique Stephen Hawking de corriger les malentendus sur ce que nous croyons être l'intelligence artificielle, de réaffirmer le principe de précaution et d'appeler au contrôle politique d'une technologie à la fois prometteuse et inquiétante. Un deuxième article traite des travaux du chercheur Patrick van der Smagt concernant les champs d'application de l'intelligence artificielle et sur la stratégie d'emploi de l'intelligence artificielle chez Volkswagen. Un troisième texte analyse un sondage sur la perception par les Allemands du potentiel et du danger de l'intelligence artificielle. Un dessin de presse, enfin, suggère non seulement que Volkswagen semble actuellement en retard par rapport à Toyota, mais aussi qu'avec les robots humanoïdes, l'Homme risque de devenir le spectateur passif de sa propre obsolescence.

Tous ces documents invitent, par le biais d'une synthèse, à spécifier les champs d'application de l'intelligence artificielle, à en bien analyser les enjeux scientifiques, économiques et politiques, afin d'aider les scientifiques, les entrepreneurs et la puissance publique à prendre les bonnes décisions. On voit donc que le dossier ne cherche pas à valoriser chez les candidats un quelconque bachotage, mais invite à une pensée en mouvement, conduisant à mobiliser des champs lexicaux bien plus larges que ceux de la technologie et de la science.

Analyse globale des résultats

On peut se réjouir de ce que les documents ont dans l'ensemble été bien compris malgré la densité lexicale qui les caractérise. De même, les candidats semblent bien avoir admis la nécessité d'une interaction entre les documents et celle d'une structuration claire de la synthèse.

On perçoit cette année encore l'effort de la plupart des candidats pour acquérir une langue riche et idiomatique. Dans certaines copies toutefois, des passages naturellement idiomatiques alternent avec une langue artificielle et maladroite. Dans d'autres copies, trop de libertés ont été prises avec la correction syntaxique et la ponctuation. On note cette année particulièrement une certaine maladresse dans l'usage du paragraphe et un manque de rigueur dans l'articulation logique de la pensée.

L'évaluation a pris en compte comme prévu l'analyse détaillée des documents, y compris celle du document iconographique, la formulation d'une problématique englobant l'ensemble des documents, la proposition d'une synthèse structurée et l'interaction entre les documents. Certaines copies ont été pénalisées parce qu'un ou plusieurs documents ont été insuffisamment analysés, ou parce que la synthèse était négligée au profit d'une succession de résumés des différents documents. Rédiger une synthèse exige qu'on soit explicite, pour mémoire le lecteur doit pouvoir comprendre sans avoir connaissance des documents. Si les registres lexicaux sollicités étaient dans l'ensemble bien maîtrisés, on regrettera néanmoins cette année encore une tendance à abuser de la citation, à s'abstenir de reformuler, ce qui va à l'encontre des recommandations faites dans les précédents rapports. Une synthèse n'est pas une paraphrase ni un collier de citations. L'incorrection grammaticale, dans la mesure où elle nuit à l'articulation logique des arguments et à la réception globale du message, a été également sanctionnée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La synthèse et sa méthode

« Il est admis en général que la synthèse reconstitue ce que l'analyse avait séparé et qu'à ce titre la synthèse vérifie l'analyse. » Les candidats sont invités à méditer cette formule de Claude Bernard et à s'en inspirer au moment de passer à la rédaction de leur synthèse, une fois le travail analytique accompli.

Pour mémoire, la synthèse exclut tout commentaire. Les candidats sont donc invités à ne pas se laisser aller à un commentaire personnel, aussi pertinent soit-il, que ce soit dans l'introduction ou dans la conclusion. Le titre devait renvoyer à l'ensemble du corpus et non à un aspect saillant d'un des documents. On se doit de proscrire les titres « passe-partout » du type „*Vor- und Nachteile der KI*“ et les titres qui ne font pas sens à force de vouloir être accrocheurs. L'introduction est la première démarche de la synthèse et se distingue de l'introduction à un commentaire composé. On a intérêt à y présenter brièvement les sources, à condition d'en dégager aussitôt l'argument principal. Ceci présente l'avantage de renforcer l'intelligibilité de la synthèse qui suit. Il est en outre attendu de bien définir la problématique générale dans l'introduction. Elle se doit de prendre en compte l'ensemble des documents et les candidats doivent s'efforcer de prendre du recul pour ne pas proposer de problématique partielle ou biaisée. Le candidat a ensuite le choix : soit présenter les axes de sa synthèse en fin d'introduction, soit se contenter de bien marquer au cours de son développement tout changement de perspective.

De façon générale, on s'attachera à privilégier l'organisation de la synthèse, l'enchaînement ordonné et hiérarchique des arguments et des faits, on insistera sur la nécessité de faire interagir les documents au lieu d'effectuer des synthèses successives, ce qui serait bien sûr pénalisé. Cette année encore, le jury a eu à déplorer une tendance à enchaîner des affirmations sans lien logique, que ce soit sur le fond ou dans la forme. Il va de soi que la structuration de la synthèse gagne à être subtile et à dépasser les constructions convenues du type problèmes-causes-solutions ou avantages-inconvénients-synthèse. Là aussi certains candidats relèvent le défi tandis que d'autres se réfugient dans la facilité, ce qui les conduit souvent à se répéter. La synthèse se doit aussi de bien hiérarchiser les éléments de l'argumentation.

Parmi les arguments majeurs, parfois négligés, qu'il aurait fallu restituer en les reformulant :

- la nécessité d'un contrôle politique, la notion de bénéfice collectif ;
- la dimension apocalyptique des mises en garde ;
- la « naïveté » de Mark Zuckerberg et les enjeux économiques en général ;
- le principe de précaution ;
- le danger d'une mise sous tutelle et la question de l'obsolescence de l'Homme.

Conclure n'est pas une obligation absolue. S'il s'agit de répéter ce qui a déjà été dit ou de glisser un commentaire personnel, mieux vaut s'abstenir. Mais s'il s'agit de finir par un élément issu d'un des documents particulièrement convaincant, ou de clore la synthèse par une phrase percutante, c'est-à-dire de produire un effet de conclusion, c'est tout à fait bienvenu. Il ne faudrait toutefois pas faire de la conclusion un fourre-tout constitué de ce qu'on n'a pas su intégrer à la synthèse (dans un nombre non négligeable de copies ce fut le cas par exemple pour la question du contrôle politique et technologique de l'intelligence artificielle).

La synthèse et les compétences linguistiques qu'elle mobilise

La qualité de la langue et la capacité de reformulation sont évidemment des critères très importants et vont souvent de pair avec la pertinence de la synthèse. On regrettera la tendance — pénalisée — à reprendre les expressions des textes sans se donner la peine de les reformuler ni de démontrer qu'on en a compris le sens. Ainsi a-t-on pu voir des éléments comme *Schlüsseltechnologie*, *Sisyphusarbeit*, *Entscheidungsgewalt*, repris dans une sorte de copier-coller confus, alors qu'il aurait fallu les reformuler et expliciter. On encourage

les étudiants à acquérir un bagage lexical solide au niveau du groupe verbal. Trop de candidats emploient abusivement *schaffen, fördern, gründen, haben, machen*. Il convient également d'être à l'aise avec les données chiffrées, par exemple pour exploiter un sondage ou des données statistiques.

De façon générale, il est impératif de redevenir exigeant quant à l'usage de la virgule, qui n'est pas une convention grammaticale, mais dont l'usage est absolument nécessaire pour garantir l'intelligibilité immédiate du propos. L'introduction, la présentation éventuelle des documents et la problématisation mobilisent également un lexique spécifique (dates, sources, interrogation indirecte, hiérarchisation, marqueurs logiques et chronologiques, etc.). La synthèse et l'enchaînement ordonné supposent quant à eux un entraînement à la formulation de l'opposition, du parallélisme, du paradoxe, de la constatation de faits en bannissant la tendance à se réfugier dans le trop fameux *es gibt* trop souvent rencontré.

Les candidats sont également encouragés à viser la correction morphologique et syntaxique, dont l'absence ne saurait être compensée par une bonne compréhension ou une synthèse habile. On ne peut ici que renvoyer aux rapports précédents et insister sur les lacunes principales constatées cette année : maîtrise du participe passé des verbes faibles et forts, place du verbe conjugué dans la principale, la subordonnée et l'indépendante, conjugaison de *wissen*, confusion entre *man, Mann* et *wir*, usage de *die meisten...*, emploi de *diejenigen, die*, emploi du passif, emploi du comparatif et du superlatif, construction du complément du nom, emploi du pronom relatif, etc.

Conclusion

Les futurs candidats sont invités à acquérir un niveau linguistique solide sur le plan grammatical et à privilégier une langue naturellement idiomatique. Il leur faudra savoir évoluer sur tout type de terrain et continuer à s'entraîner de façon intensive à la compréhension de l'écrit. La cohérence de la synthèse doit prendre en compte la totalité des documents. Le respect des contenus des documents, la mise en évidence de leur interaction, le temps consacré à une analyse méticuleuse préalable ainsi que le souci d'une habile reformulation lexicale sont les clefs d'une synthèse de qualité.

Anglais

Présentation du sujet

Le dossier proposé pour l'épreuve d'anglais commune aux filières MP, PC et PSI est composé de quatre documents qui permettent de s'interroger sur l'origine mais aussi sur les conséquences de la montée de mouvements exprimant un certain scepticisme, voire un rejet total, vis-à-vis de la science et de savoirs scientifiques établis. Cette problématique s'inscrit dans une volonté de faire réfléchir les futurs ingénieurs aux principaux enjeux contemporains auxquels ils seront confrontés. Les documents, publiés entre 1995 et 2018, sont de nature très diverse. Le point de départ de ce dossier est le témoignage de Harry T Dyer, universitaire britannique ayant assisté à la conférence organisée pour la première fois par les « platistes » au Royaume-Uni en 2018, publié sur le site d'information américain *Live Science*. La position d'observateur de Harry T Dyer permet de prendre du recul quant à la légitimité du doute dans la démarche scientifique, tout comme la publication de Cynthia Leifer, universitaire et scientifique, sur le site américain *Pacific Standard*. Ce recul est également présent dans les deux autres documents qui viennent, sur un ton différent, compléter cette réflexion : l'extrait de la série *Friends* dans lequel Phoebe, une profane, et Ross, un scientifique, se livrent à un débat houleux sous le regard amusé des téléspectateurs et un dessin humoristique réalisé par Tony Auth pour *The Philadelphia Inquirer* dont l'ironie nous invite également à prendre du recul par rapport à l'enseignement dispensé par le professeur. Ce dossier, au-delà de la place à accorder au doute dans la démarche scientifique, met également en lumière la question plus large de la relation entre connaissance et pouvoir dans une société en pleine évolution où internet et les réseaux sociaux permettent à chacun de partager sa propre « expertise » sans pour autant toujours en mesurer les conséquences à long terme.

Critères d'évaluation

Les critères d'évaluation de la synthèse sont au nombre de cinq. L'évaluation s'appuie sur différents descripteurs qui permettent, pour chaque critère, de passer d'un palier à un autre. Les paliers correspondent au degré de maîtrise des compétences évaluées.

– Problématisation

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à introduire les documents composant le corpus et à poser une problématique pertinente qui englobe toutes les sources. Une simple thématique ne saurait constituer une problématique, même si elle est précédée de l'expression « *To what extent* ».

– Restitution des informations

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à repérer les informations essentielles de l'ensemble du corpus et à les hiérarchiser de façon pertinente. Ce critère permet aussi d'évaluer la finesse d'analyse des candidats et la restitution des nuances de points de vue.

– Synthèse

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à mettre en relation de façon cohérente les informations repérées dans tous les documents pour présenter une synthèse clairement organisée en parties distinctes et progressives.

– Richesse linguistique

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à mobiliser les structures et champs lexicaux adéquats. Il ne s'agit donc pas de complexifier inutilement le discours mais bien de se rapprocher d'une langue

authentique et adaptée à la restitution du message. « Richesse linguistique » fait référence au degré de précision et de nuance qu'autorise la maîtrise linguistique du candidat.

– Correction linguistique

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à utiliser une langue syntaxiquement et grammaticalement correcte, en privilégiant toujours l'intelligibilité du discours.

Analyse globale des résultats

Dans l'ensemble, les candidats ont bien compris la thématique et ont souvent réussi à formuler une problématique couvrant l'ensemble du dossier. Les réponses apportées sont assez complètes et organisées de façon cohérente. Les correcteurs ont apprécié les efforts de structuration de la synthèse avec notamment une phrase, au début de chaque paragraphe, permettant d'identifier l'angle sous lequel les documents seront confrontés. Des efforts sont néanmoins à faire concernant les transitions entre les différentes parties, souvent abruptes.

La restitution des informations est généralement convenable, les candidats ayant repéré à la fois la présence nécessaire du questionnement dans toute démarche scientifique ainsi que le glissement dangereux vers un scepticisme systématique qui ferait perdre à la science toute légitimité et aurait de graves conséquences tant sur le plan de la santé que de l'éducation, ou encore de la démocratie. Deux éléments en particulier ont permis de distinguer les meilleures copies : l'identification des points de vue et le ton des documents qui n'ont que très rarement été pris en compte, qu'il s'agisse de l'humour dans *Friends* ou de l'ironie dans le dessin de Auth, trop souvent mal compris et très peu exploité. Une approche trop descriptive des documents et le manque de hiérarchisation des différents éléments constituent un obstacle à la réalisation d'une synthèse efficace.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le titre

Un titre précis et informatif, qui indique clairement le thème du dossier, est requis. Il est inutile de chercher des titres accrocheurs, ou des jeux de mots plus ou moins judicieux. Les candidats ne rédigent pas un article qui sera publié. Cette année, certains candidats ont choisi de formuler une question pour le titre, ce qui peut convenir mais ne peut se substituer à une problématique.

Introduction et problématisation

La difficulté d'une introduction réussie réside à la fois dans sa concision et sa précision. Il s'agit pour les candidats à la fois de montrer les liens logiques entretenus par les sources autour d'une thématique et de démontrer leur capacité d'analyse par l'explicitation des enjeux du corpus. Pour ce faire, une contextualisation à l'aide d'éléments extérieurs au dossier n'est pas une plus-value ; en d'autres termes, il ne faut vraiment pas faire d'ajouts et bien se limiter aux idées développées dans les documents, même pour l'accroche.

L'importance de la question problématique est à souligner : elle doit être présente de préférence sous la forme d'une question directe mais cela n'est pas obligatoire. Les formulations indirectes sont acceptées dans la mesure où elles ne conduisent pas à confondre problématique et thématique. Le jury souhaite également mettre en garde les candidats contre les approches binaires du type : *a boon or a bane* ? Enfin, une série de questions permettant d'annoncer, de manière indirecte, un plan pour la synthèse, ne peut pas être considérée comme une problématique. Le candidat doit faire un choix et définir un axe qui oriente

sa réflexion. L'annonce d'un plan n'est alors pas pertinente puisque les enjeux sont clairement identifiés par la problématisation. De plus cela nous paraît contraire à l'esprit même de l'épreuve de synthèse.

La présentation et l'exploitation des sources est encore souvent absente ou maladroite. Elle est attendue dans l'introduction. Lorsqu'elle est bien menée, elle permet dès les premières lignes de rendre compte de la compréhension des enjeux par le candidat. Une présentation qui donne d'emblée la nature des documents (article, éditorial, témoignage, graphique, dessin de presse, etc.) et les positionne les uns par rapport aux autres, de façon à être dès ce stade dans une démarche synthétique, éclaire le lecteur (qui n'est pas censé connaître le contenu des documents). Dans le dossier proposé cette année, les candidats se sont souvent contentés de traduire, avec plus ou moins de réussite, les informations données en français sur la première page de l'énoncé. Proposer une simple liste sans mettre en relation les documents ou, à l'inverse, résumer plus ou moins longuement chaque document sans aucune hiérarchisation ne permet pas de cerner les enjeux du dossier et constitue un écueil majeur. Nous rappelons qu'il est inutile de recopier les titres des documents dans leur intégralité.

Le plan de la synthèse

Les meilleures copies se distinguent généralement par le fait que le candidat sait mettre en évidence le fil conducteur de l'ensemble. Techniquement, cela consiste à faire débiter chaque paragraphe par une idée maîtresse synthétique qui annonce un aspect remarquable du dossier et qui est ensuite illustrée par des arguments reformulés provenant des différentes sources. Rappelons aux candidats que le plan de synthèse attendu à ce niveau de concours se doit de dépasser la restitution purement factuelle et témoigner d'un niveau d'analyse qui démontre qu'ils ont compris les enjeux du corpus. Au sein de chaque paragraphe, les liens doivent être logiques pour que l'on puisse suivre le raisonnement. Ainsi si on annonce un paragraphe sur les conséquences du doute, il ne faut traiter que des conséquences et non des causes. Par ailleurs les idées développées dans chaque paragraphe doivent être articulées et non juxtaposées : les mots de liaison sont alors utiles. Il est également essentiel de faire référence aux documents avec précision et nuance, en distinguant bien l'auteur de la source : Harry T Dyer s'appuyait par exemple sur les écrits de Michel Foucault ; Cynthia Leifer n'est pas une journaliste travaillant pour *Pacific Standard* mais, comme le précisait la note de bas de page, un professeur en immunologie. On ne saurait non plus se contenter de les appeler par leur prénom (Cynthia, Harry). Comme le démontrait le dossier d'ailleurs, tous les points de vue de se valent pas. Enfin, faire référence aux documents par « document 1 », « document 2 » etc. n'est pas acceptable et a donc été pénalisé par le jury.

Dans le dossier de cette année, il fallait non seulement se pencher sur la place à accorder au doute et au questionnement dans la démarche scientifique mais aussi analyser les liens entre connaissance et pouvoir : lorsque le doute n'est plus là pour nourrir la démarche scientifique mais pour la détruire ou s'y substituer, on passe d'une relation saine à une relation mortifère. Cela n'est pas sans conséquence comme le montraient les documents. Beaucoup de candidats ont d'ailleurs mentionné les conséquences de façon superficielle, sous forme de liste et sans développer. Les synthèses les plus nuancées ont bien vu les dangers liés à l'éducation : Leifer mentionne explicitement les risques encourus pour un pays qui serait incapable de développer l'esprit critique des jeunes générations et mettrait ainsi en danger la connaissance ; le dessinateur, quant à lui, ne cautionne pas l'approche de l'enseignant aux allures de dictateur qui place théories du complot et vérités scientifiques sur le même plan. L'extrait de *Friends* mentionnait lui aussi les conséquences négatives d'un manque d'éducation. Voici deux exemples de plan souvent adopté par les candidats.

— Exemple 1

- I. Growing skepticism towards science
- II. Doubt is useful and necessary
- III. The negative impacts and consequences of doubt and denial

– Exemple 2

- I. Reasonable doubt guarantees progress and a healthy debate
- II. Skepticism can threaten the very notion of science for several reasons
 - a. The development of the internet and social media : knowledge is decentralized
 - b. The (sometimes understandable) distrust towards ‘Scary’ scientists
- III. The far-reaching consequences of extreme skepticism and denial

La conclusion

Elle n’est pas requise par le jury ; en effet le dernier argument présenté peut avoir une valeur conclusive. Elle est inutile si elle reprend des arguments déjà présentés et pénalisante si elle amène à introduire des arguments extérieurs au dossier ou des commentaires personnels.

Explicitation des nuances

Une reformulation approximative et un manque d’explicitation des enjeux et des nuances sont encore souvent à déplorer. Par exemple, il ne suffit pas d’annoncer que le dessin de presse fait preuve d’ironie. Il convient d’expliquer brièvement comment cette ironie est véhiculée. L’intention de Auth est essentielle ici : celui-ci dénonce la pratique qui consisterait à tout mettre sur le même plan comme le fait l’enseignant qui, dans ce cas précis, se place en tant qu’expert détenteur d’un certain pouvoir sur les esprits qu’il forme, notion reprise par Cynthia Leifer et Harry T Dyer ainsi que dans *Friends* lorsque Ross s’efforce d’en apprendre davantage à Phoebe sur la théorie de l’évolution. Certains candidats ont néanmoins fait preuve de finesse dans l’analyse, remarquant la confusion de l’enseignant ne sachant plus quelle théorie pointer du doigt ou encore l’anonymat des conspirationnistes qui ne sauraient avoir le même poids que les grands scientifiques dont les noms sont inscrits sur la partie gauche du tableau.

En outre, il est à noter que des nuances comme l’ironie ou l’humour ne doivent pas uniquement être recherchées dans le document iconographique mais doivent également être débusquées dans les autres documents. *Friends* est une sitcom et le ton employé est celui de la comédie. Harry T Dyer fait lui aussi preuve d’humour dans son article comme le montre notamment l’aparté au début de l’article et le jeu de mots à la fin : *it seems the flat earth is going to be around for a while*.

Les candidats doivent également prêter une attention particulière au paratexte, ce qui lui permettra la prise de recul nécessaire au croisement des documents et constitue une aide précieuse à la conceptualisation. Dans ce dossier, les candidats n’ont pas toujours pris en compte la spécificité des documents et les différents points de vue : le témoignage de Dyer, le point de vue d’experts et de scientifiques pour Dyer, Leifer, mais aussi pour Ross, paléontologue, et pour l’enseignant dans le dessin humoristique.

Qualité de la langue

Dans l’ensemble, les candidats s’expriment dans un anglais intelligible. Certaines copies présentent même un niveau de langue élevé, voire remarquable dans certains cas. Cela se manifeste par l’utilisation d’un lexique riche et précis, de structures variées, voire complexes. Toutefois les candidats doivent veiller à ne pas tomber dans l’excès en multipliant les formules recherchées, ce qui pourrait donner à leur propos un caractère artificiel et nuire à la clarté de l’exposition. En général, le discours est assez fluide, les variations qualitatives les plus importantes sont observées dans la maîtrise grammaticale.

Correction de la langue

Nous avons rencontré encore beaucoup de fautes de grammaire de base, comme par exemple les accords sujets-verbes, mais aussi les règles d’usage des adjectifs et les erreurs de temps. De nombreuses copies

démontrent un manque de maîtrise de la syntaxe des questions : certaines comportaient soit deux auxiliaires, soit pas d'auxiliaire du tout. Ce manque de maîtrise du questionnement est d'autant plus gênant qu'il est porté à l'attention du correcteur dès l'introduction, au moment de la formulation de la problématique.

L'emploi abusif d'expressions semi-quantitatives comme « *a lot of* » non seulement témoigne d'un niveau de langue peu élevé mais est aussi révélateur d'un manque de précision qui caractérise souvent l'ensemble de la restitution. Nous invitons les candidats à employer une langue aussi précise que possible, et à cette fin l'usage des quantificateurs adaptés aux types de noms (*much, many, little, few, a great deal of, a great many, etc.*) est à recommander.

Nous invitons les étudiants à mieux réfléchir sur la détermination des groupes nominaux ainsi qu'à la nature des éléments de la phrase (noms dénombrables/indénombrables ; adjectifs/noms).

Richesse linguistique

Nous avons remarqué que dans certaines copies les candidats tentent d'élever le niveau du vocabulaire, ce qui est à encourager, mais cela ne doit en aucun cas conduire à obscurcir le propos. À plusieurs reprises, nous avons observé que cet effort lexical conduit les candidats à se lancer dans un verbiage émaillé d'expressions et de vocabulaire appris par cœur et mal maîtrisés. Ceci a parfois eu pour effet de rendre le propos inintelligible au point qu'il était difficile de reconnaître les arguments reformulés. Nous tenons aussi à signaler l'usage abusif de *we, us, our*, avec des formulations d'une grande maladresse et artificielles du type « *our dossier* », « *our documents* », « *we can see* ». En outre, il convient d'être particulièrement vigilant dans le choix des mots de liaison. Si ces derniers sont utilisés de façon inappropriée pour connecter deux idées qui n'ont rien à voir l'une avec l'autre, le candidat fait dire aux documents ce qu'ils ne disent pas en réalité, et le sens du propos est altéré. À l'opposé, la clarté et l'authenticité de la langue ont été valorisées.

Conclusion

Le thème du dossier de cette année ne constitue pas en lui-même un obstacle à la compréhension des documents par les candidats. Toutefois une lecture trop rapide les a souvent conduits à rédiger une synthèse qui ne rend pas compte de toutes les nuances qu'il comporte. Nous recommandons donc aux candidats d'utiliser les quatre heures dont ils disposent pour analyser en détail les points de vue exprimés par chaque document. Cette analyse est nécessaire afin d'élaborer une synthèse qui rende compte des rapprochements et oppositions perceptibles entre les différentes opinions exprimées.

Le jury tient à ce stade à remercier les enseignants pour l'excellente préparation prodiguée aux candidats qui, dans leur immense majorité, maîtrisaient les attendus conceptuels et formels de la synthèse.

Arabe

Présentation du sujet

Les trois articles qui constituent le dossier, proposé au concours cette année pour l'épreuve d'arabe, convergent vers une thématique commune *la société civile dans le monde arabe*. L'un des articles, intitulé du même nom, donne une image panoramique, fouillée et détaillée de la société civile dans l'ensemble du monde arabe. L'auteur y évoque le rapport complexe, marqué par la méfiance et la suspicion, qui lie les instances politiques arabes aux organismes relevant de la société civile. Celle-ci est souvent cantonnée dans la sphère du développement social et économique et elle est écartée de tout enjeu civique ou politique.

Si cet article a une portée générale et sert de préambule pour appréhender la question de la société civile dans sa globalité, les deux autres articles viennent soit pour illustrer et étayer les thèses de ce document, le cas de la société civile yéménite, ou les relativiser, voire les réfuter à travers l'exception qui confirme la règle, la société civile tunisienne. Ainsi, *Le drame de la société civile yéménite* retrace d'abord l'historique d'une société civile qui a atteint l'apogée dans les années 90 du XX^e siècle avant de sombrer à cause de la guerre civile actuelle. Le dernier article va à l'encontre des deux précédents. En effet, la société civile tunisienne a joué un rôle prépondérant avant et après la révolution de 2011. Cela a permis à quatre de ses organismes de gagner le prix Nobel de la paix en reconnaissance à sa réussite à maintenir la paix civile et à s'imposer comme un interlocuteur et un partenaire actif de l'état tunisien.

Analyse globale des résultats

Une proportion significative des candidats a posé une problématique réductrice qui ne leur a pas permis d'exploiter complètement l'ensemble des textes proposés. Le jury a par ailleurs fréquemment relevé la présence d'éléments extérieurs aux textes. Il note également que de nombreuses copies se contentent d'énumérer des faits sans contextualisation ni mise en perspective faisant ainsi fi du travail de synthèse demandé.

Ces remarques ne mettent pas en cause le niveau général très satisfaisant des candidats. La majorité est au fait des attentes et exigences du concours et s'y conforment. Ils respectent le format du concours en donnant un titre à leur production et en indiquant à la fin le nombre de mots avec précision. Rares sont les copies qui ne respectent pas ces deux impératifs.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Compréhension

Un bon départ pour entamer l'exercice de la synthèse consiste d'abord à comprendre profondément les textes dans les grandes lignes ainsi que dans les moindres détails. La majorité des candidats ont fait preuve d'une compréhension très satisfaisante des documents, ce qui atteste d'une bonne maîtrise de la langue arabe. Cependant, nous avons pu relever quelques imprécisions qui se sont répétées dans plusieurs copies.

Ce n'est pas l'état tunisien, ni la société tunisienne dans son ensemble, ni la société civile tunisienne dans son intégralité, qui ont reçu le prix Nobel de la paix mais bel et bien quatre organisations de la société civile tunisienne — énumérées pourtant dans l'article afférent — qui sont lauréates de ce prix.

De même plusieurs candidats définissent la société civile comme une entité politique ou une composante essentielle de l'état. Cette perception va à l'encontre des définitions qui se trouvent dans les articles proposés. Cela a faussé et biaisé l'approche globale de certaines synthèses.

La compréhension a surtout une incidence directe sur le choix de la problématique qui est un élément majeur pour toute synthèse réussie.

Problématique

Une problématique pertinente doit s'atteler à donner un aperçu historique sur la société civile arabe et à présenter ses deux avatars, tunisien et yéménite dont l'un incarne les difficultés endémiques, structurelles, et l'autre indique les potentialités possibles et réalisables.

Les candidats qui ont axé d'abord leur problématique sur la société civile arabe et qui ont perçu que les cas du Yémen et de la Tunisie ne sont là que pour illustrer une composante essentielle de toute société moderne ou aspirant à la modernité, ont présenté les meilleures prestations. On peut dire schématiquement que le quart des candidats est dans cette configuration et leurs travaux étaient bien structurés et dénotaient une compréhension profonde et fine des textes et une restitution quasi complète des idées clés.

Cependant, une partie non négligeable des candidats a choisi une problématique secondaire ou subsidiaire.

- Le *Printemps arabe* a monopolisé beaucoup d'attention et d'énergie et a détourné partiellement et parfois presque totalement les candidats du sujet principal, la société civile arabe. Certes, les contingences du *Printemps arabe* sont bien présentes mais elles ne sont évoquées que dans la mesure où elles ont un impact sur la société civile arabe. Le *Printemps arabe* n'est jamais une finalité en soi et ce choix de problématique est une erreur stratégique qui a eu des répercussions sur la restitution où souvent les candidats négligent la partie historique ou définitoire de la société civile.
- Un autre choix hasardeux de problématique concerne le rôle attribué aux sociétés civiles arabes comme leaders de tout mouvement contestataire ou révolutionnaire (*sic*). Outre, le caractère réducteur et erroné de cette perception, cette problématique amène une analyse tronquée qui ne rend pas du tout compte des vrais enjeux qui traversent les trois textes.
- D'autres candidats, une minorité, ont présenté une production sans aucune problématique. Certains ont bien une problématique sous-jacente et leur travail ne manque pas de pertinence et d'analyses fines. Mais, il est nécessaire d'explicitement sa problématique pour établir un contrat avec son lecteur potentiel et mesurer sa capacité à s'y conformer. Les risques d'égarement, du hors sujet et de redondance sont plus perceptibles dans les travaux qui manquent de problématique annoncée. D'autres candidats, une infime minorité, ont présenté un travail confus, incohérent où les idées se juxtaposent sans aucun fil conducteur.

La nécessité de choisir une problématique, et à fortiori une problématique qui cerne bien l'essentiel des documents proposés, est un gage d'une synthèse pertinente et réussie.

Restitution

Une problématique pertinente, bien choisie, induit souvent une restitution strictement fidèle aux textes. Aucune idée extérieure aux textes proposés ne doit s'immiscer dans la synthèse. Il faut restituer les idées des textes, rien que les textes. Les candidats doivent se garder de toute subjectivité intrusive dans la restitution et cela concerne tous les « compartiments » de leur travail. Il est rare de trouver une copie exempte de toute coloration ou sensibilité personnelle. Cela se manifeste dans les meilleures copies par des allusions furtives en introduction sur « l'importance primordiale de la société civile pour le devenir de nos sociétés arabes » jusqu'au candidat qui prône, en conclusion, avec un accent militant les vertus d'une société civile dynamique et opérante. Ce militantisme mal-à-propos, dans le contexte d'une synthèse, a

amené certains candidats à focaliser leur travail sur le texte qui évoque l'expérience de la société civile tunisienne et négliger les deux autres. Or, une synthèse réussie ne doit négliger aucun document proposé, même celui pour lequel le candidat se trouve en désaccord complet. Il doit opérer une approche transversale de l'ensemble des documents proposés pour extraire l'essentiel, en rapport étroit avec la problématique choisie.

Un autre travers constaté dans la restitution consiste à énumérer les faits sans aucune contextualisation ou mise en perspective. Ainsi, plusieurs copies citent, par exemple, les diverses réalisations de la société civile tunisienne : élaboration de la constitution, apaisement des tensions sociales, défense des droits civiques etc. sans aucune allusion au contexte historique post révolutionnaire. Ce procédé énumératif relève de la paraphrase et ne dénote aucune appropriation du candidat des textes pour les restituer dans un texte clair, structuré et qui opère un va-et-vient constant entre l'ensemble des documents.

Une condition cardinale pour toute synthèse réussie consiste aussi dans la clarté et la maîtrise de l'expression. Cela a trait à la question capitale de la langue.

La langue

Il ne s'agit nullement ici de dissocier le contenu de la forme en évoquant à part la question de la langue. La qualité du contenu réside dans la forme et inversement. Les meilleures synthèses alliaient presque toujours : problématique pertinente, restitution fidèle dans un excellent niveau de langue. Mais, il y a une ou deux exceptions où le candidat présente un travail structuré, riche et pertinent au niveau du contenu mais avec un niveau de langue relativement défailant. Ce cas de figure rare est moins pénalisé que l'autre cas de figure, un peu plus fréquent, où le candidat écrit dans une langue impeccable mais dont le contenu est décousu, incohérent faisant fi des règles élémentaires de la synthèse.

Toutefois, il est important d'écrire dans une langue correcte qui respecte les règles de la grammaire et où le candidat fait preuve d'une certaine richesse lexicale pour pouvoir exprimer avec exactitude les idées et les nuances des documents restitués.

Voici les erreurs les plus fréquentes relevées et qui sied à tout candidat sérieux d'éviter à l'avenir.

Erreurs rédhitoires

Le verbe ne prend **jamais** *tâ' marbûta* (ة) : نشأة au lieu de نشأت (elle a émergé), تعهدة au lieu de تعهدت (elle s'est engagée à), etc. De même certains noms de pays ne prennent jamais l'article (ال), تونس (Tunisie) ne peut s'écrire التونس .

Erreurs d'orthographe

ديموقراطية (démocratie) ne s'écrit pas avec و , plutôt ديمقراطية , erreur particulièrement répandue.

أولة (première) ne s'écrit pas avec ة mais plutôt *alif maqsûra* أولى .

لذا (c'est pourquoi) s'écrit avec *alif mamdûda* et un *dâl interdental* et pas avec un *dâl* et *alif maqsûra* (لدى), erreur très fréquente.

Plusieurs substitutions erronées de ة (*tâ' marbûta*) par un ت (*tâ' mabsûta*). Exemples : معانات (souffrance, épreuve) au lieu de معاناة / انتفاضت (soulèvement) au lieu de انتفاضة .

Ajout, suppression ou déplacement d'une voyelle longue, le plus curieux est cet ajout du *yâ'* (ي) pour يميني (yémenite) qui devient يميني (de droite, tendance / courant politique).

Les erreurs relatives aux emphatiques : نظم (organiser), écrite نضم / منظمات au lieu de منظمات (organisations) / تضييق au lieu de تضيق (serrement).

Les accords des pluriels inanimés

Les exemples sont innombrables, nous nous contentons de citer deux.

أولهم au lieu de أولها en référence à (المقالات , les articles).

غيرهم au lieu de غيرها en référence à (البنود , clauses). Le pluriel inanimé, est-il nécessaire de le rappeler, ne s'accorde qu'avec le féminin singulier.

Lexique

On relève un usage inapproprié de certains termes qui induit confusion et imprécision. Exemple : نَدَّد (décrier, dénoncer) qui devient chez certains candidats (réclamer et exiger).

Usage convenu, stéréotypé de : طالما / ل طالما (aussi longtemps que ; il y a longtemps que) que l'on rencontre en premier mot de la synthèse dans plusieurs copies. Cet usage irréfléchi, plaqué que l'on rencontre souvent dans d'autres examens et concours pour tous types de sujets, est souvent utilisé, comme pour le sujet de la société civile arabe, à mauvais escient. Cet usage intensif de طالما / ل طالما vide de son sens ces deux occurrences qui deviennent sans exactitude ni pertinence.

Conclusion

Les résultats sont globalement de bonne facture mais la marge de progression reste importante pour un exercice qui requiert un esprit scientifique inhérent à la formation et à la vocation de futurs ingénieurs.

Chinois

Présentation du sujet

Le sujet, dont le thème général est la protection de notre planète, propose les documents suivants :

- un extrait adapté d'un article paru sur le site internet « 作文吧 www.zuowen8.com », « 学会保护地球 Apprenez à protéger la Terre » ;
- une image parue dans le journal chinois « Quotidien du Peuple 人民日报海外版 », le 8 mai 2018 ;
- quatre illustrations parues sur divers sites internet
 - 集图网 www.jituwang.com,
 - fr.fotolia.com,
 - www.hubpd.com,
 - www.中再交易网.com - China Resources Recycling ;
- un article adapté de 冯麟茜 (Feng Lingxi) et 解亦鸿 (Jie Yihong), paru dans le journal chinois « Quotidien du Peuple 人民日报海外版 », le 8 mai 2018, « 保护地球, 中国人在行动 Protéger la Terre : les Chinois sont en action ».

Les candidats doivent rédiger en chinois et en 600 caractères environ une synthèse des documents proposés, incluant obligatoirement un titre et indiquant précisément à la fin le nombre de caractères utilisés (titre inclus). La synthèse peut être rédigée en caractères simplifiés ou complexes et un écart de 10% en plus ou en moins est accepté. L'usage de tout système électronique ou informatique est interdit dans cette épreuve.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 29 candidats se sont présentés à cette épreuve. Nous avons eu le plaisir de corriger d'excellentes copies montrant une bonne maîtrise de la langue. Les candidats ont globalement un bon niveau en chinois et leur travail montre la richesse de leur vocabulaire et de leur structure grammaticale.

Les résultats sont donc tout à fait satisfaisants.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Comme pour les autres langues, il existe cinq critères précis pour l'évaluation de cette épreuve.

- Problématisation (titre, problématique et sources) : la problématique proposée est-elle en cohérence avec l'ensemble des documents ? les sources sont-elles exploitées en rapport avec la problématique choisie ?
- Restitution des informations : les informations données dans la synthèse sont-elles complètes et correctement hiérarchisées ? les informations présentes proviennent-elles bien toutes des documents proposés ? le ton des différents documents est-il pris en compte ?
- Synthèse : l'argumentation est-elle solide ? cohérente ? le point de vue des différents documents est-il correctement pris en compte ?

- Richesse linguistique : le répertoire est-il suffisamment vaste pour rendre finement toutes les idées souhaitées ? est-il utilisé à bon escient ?
- Correction linguistique : le travail proposé est-il facilement compréhensible ? est-il proche d'une langue authentique.

Les candidats ont presque tous respecté les consignes sur la forme du travail (titre, longueur, décompte du nombre de caractères).

La plupart des candidats ont montré une maîtrise dans la fluidité de la langue et un lexique étendu. Cependant, certains ne semblent pas savoir ce que l'on attend d'eux. Ces derniers ont multiplié les fautes d'accentuation et de grammaire et proposent une thématique maladroitement exploitée. Ils construisent une structure incohérente ou utilisent mal les sources. Ils possèdent un vocabulaire assez limité, et ne savent pas bien utiliser les synonymes. Il y a parfois trop de répétitions et de paraphrases des documents, qui n'ont donc pas été reformulées dans une perspective critique.

Les candidats doivent veiller à éviter les répétitions, utiliser un vocabulaire approprié et écarter les faux caractères. Leur travail doit également veiller particulièrement aux spécificités et aux différences d'expression chinoise.

Conclusion

Il s'avère, lors de cette épreuve, qu'un manque de niveau réel en chinois peut avoir des conséquences désastreuses, mais avec un entraînement régulier en laboratoire, un respect des consignes, une bonne maîtrise des cinq compétences ci-dessus, une synthèse correcte, les candidats devraient avoir en main les outils pour accéder, grâce à leur travail, à de bons résultats.

Espagnol

Présentation du sujet

Le sujet de cette année n'était pas de nature à surprendre, car il s'agissait d'un débat bien actuel dans nos sociétés : la pertinence du langage inclusif. Le corpus est composé de deux articles de journaux qui plaident pour le maintien du masculin générique ou « terme non marqué », selon le métalangage linguistique, en accord avec le point de vue de l'Académie royale espagnole ; tandis qu'une épigraphe, extraite d'un guide du bon usage de la langue destiné aux députés argentins, et un dessin humoristique fustigent la place dominante qu'occupe le masculin dans la langue espagnole.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, cent-soixante-et-onze synthèses ont été proposées à notre correction, preuve de l'intérêt que suscite la langue espagnole chez les étudiants, parmi lesquelles le jury a trouvé des travaux d'une grande qualité. Nous saluons les efforts des candidats pour obtenir un niveau linguistique adapté à ce genre d'épreuves, ce qui a donné comme résultat un nombre extrêmement réduit des copies indigentes. Néanmoins, la bonne maîtrise de la langue, bien qu'étant une condition nécessaire à la réussite, n'est pas pour autant une condition suffisante. Les candidats ne doivent pas négliger les compétences méthodologiques incluses évidemment dans le barème de correction.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Une bonne introduction — avec accroche, liste des documents, problématique formulée en bonne et due forme et plan cohérent de la synthèse — est une étape incontournable. Mais il ne faut pas non plus qu'elle soit rallongée par des détails inutiles. Le problème majeur rencontré dans cette partie se situe au niveau de la formulation de la problématique. Certains candidats confondent *problématique* et *titre*, d'autres *problématique* et *sujet*, d'autres encore *problématique* et *plan*. Une bonne problématique doit définir une ligne critique d'analyse. Dans quelques copies la problématique était trop banale, ce qui nuisait énormément à la hiérarchisation correcte des informations.

En ce qui concerne le développement, il est préférable de ne pas multiplier les paragraphes au risque de compliquer la lecture. Si l'on opte pour un plan en trois parties, il faut que cette troisième partie soit vraiment justifiée. Dans certaines copies, cette dernière partie n'était en effet qu'une répétition des idées déjà exposées dans les deux premières. Les points essentiels doivent être abordés et bien séparés des informations ou des remarques secondaires. Ceci est un critère discriminant pour évaluer la qualité de la copie. Les paraphrases des textes sont à bannir et elles sont également pénalisées dans la notation.

On attend à la fin de la synthèse une réponse à la problématique. La plupart des candidats ont respecté le format traditionnel de la synthèse. Le jury cependant n'a pas sanctionné l'absence de conclusion, notamment dans les cas où la réponse à la problématisation était déjà contenue à la fin du développement. La conclusion, si elle est pertinente et bien rédigée, peut confirmer le jugement sur le bien-fondé du point de vue critique porté sur le sujet.

La plupart des candidats ont adhéré à l'idée exprimée par l'Académie royale espagnole et ont considéré que l'introduction du langage inclusif ou langage épïcène n'était pas nécessaire. Certains candidats ont clairement mentionné que cette accusation portée contre la langue espagnole de rendre les femmes invisibles n'était qu'une manière de détourner le problème de la domination masculine dans la société. La langue espagnole n'étant que le nouveau bouc émissaire d'un combat stérile.

De l'autre côté de la balance, on trouvait la thèse contraire, soutenue par un nombre moins important de candidats. Dans certaines copies, on a poussé le raisonnement à l'extrême en soulignant que l'emploi des expressions répétées du type *todas y todos* (toutes et tous) était discutable, car il pouvait exclure les personnes transgenres. Les candidats qui soutenaient cette idée justifiaient l'emploi d'une forme neutre en *-e-* (créée *ad hoc*) *todes* pour éviter cette exclusion.

En ce qui concerne les problèmes d'ordre rédactionnel, nous ne pouvons que répéter la longue litanie des erreurs égrenée invariablement d'année en année. Par conséquent, nous conseillons vivement aux candidats la lecture des rapports des années précédentes. Cette année, le jury voudrait insister sur le problème de la ponctuation dont les règles sont visiblement ignorées par un bon nombre de candidats. Il ne faut pas oublier qu'une virgule mal placée peut modifier intégralement le sens d'une phrase.

Les accents, eux aussi, sont ignorés de façon systématique. Il ne faut pas perdre de vue que l'accent espagnol, dans nombre de cas, a une fonction diacritique. L'oubli d'un accent diacritique représente donc une faute majeure.

Enfin, nous conseillons aux candidats d'éviter les tournures syntaxiques compliquées qui nuisent à la clarté de l'exposé. De même, il est instamment demandé de soigner la logique interne du discours et de ne pas l'alourdir inutilement. Un dernier rappel : les titres des journaux doivent être soulignés, contrairement aux titres des articles qui prennent des guillemets.

Conclusion

Le jury est ravi de confirmer le bon niveau linguistique et culturel des candidats de cette épreuve, qui atteste de l'importance croissante accordée aux langues étrangères dans le système éducatif français.

Italien

Présentation du sujet

Le sujet proposé aux candidats pour l'épreuve de synthèse est constitué par un article paru dans *Ansa* du 2 février 2018, un article paru dans *La Repubblica* du 12 avril 2018 et un extrait d'un article paru dans *Ansa* du 3 février 2018.

Il y a 50 ans, avec le mouvement social et politique de 1968 une génération entière a contesté tous les aspects de la société et ouvert, de manière confuse et spontanée, une nouvelle époque à la modernité.

Dans le cadre d'une réflexion sur l'héritage de 1968, ces documents font apparaître ses aspects positifs et ses contradictions et indiquent aux jeunes d'aujourd'hui les erreurs à éviter et leur suggèrent comment faire face aux défis actuels sans céder à la frustration ou en se réfugiant dans une utopie sans lendemain.

Analyse globale des résultats

Cette épreuve a pour but d'évaluer les capacités de compréhension des textes et le niveau d'expression écrite du candidat ainsi que son aptitude à rédiger une synthèse.

Dans l'ensemble les textes ont été très bien compris mais certains candidats restituent de façon incomplète les grandes lignes de chaque document.

Souvent, la problématique n'est pas clairement exposée en introduction, les sources bien identifiées sont souvent maladroitement exploitées, la restitution des informations reste lacunaire et certaines nuances ne sont pas toujours perçues.

La plupart des candidats ne procèdent pas à une mise en cohérence satisfaisante de l'argumentation et des informations.

Le jury félicite les candidats pour leur maîtrise d'un lexique assez étendu en italien.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury est heureux de constater que les candidats ont fait davantage d'efforts pour soigner la présentation et il ne peut que les encourager à persévérer dans ce sens.

Le jury insiste sur le fait que la problématique doit être en cohérence avec le titre et le contenu de l'ensemble des documents et qu'il est inutile de citer en permanence les sources des documents dans le développement.

Il rappelle aux candidats que la synthèse ne doit pas faire état d'avis personnels sur le sujet, ni d'éléments d'information non contenus dans les documents.

Le jury attire l'attention des candidats sur le fait que *qualche* est suivi du singulier et que le verbe *cambiare* se conjugue, soit avec *avere*, soit avec *essere*, selon qu'il est employé transitivement ou intransitivement.

La réussite aux épreuves écrites repose sur un travail de préparation consistant en une lecture régulière de livres et de quotidiens italiens, une écoute attentive des radios et télévisions italiennes et une connaissance approfondie de la grammaire et de la syntaxe acquise par une fréquentation des cours confortée, quand cela est possible, par un séjour prolongé en Italie.

Les candidats amélioreront leurs résultats par un effort de précision dans l'analyse des documents et une prise en compte plus rigoureuse de la méthodologie de la synthèse tout en veillant à vérifier la bonne application des règles de base de la grammaire.

Conclusion

Globalement le niveau linguistique est satisfaisant.

Le niveau général est tout à fait convenable.

Portugais

Présentation du sujet

Les cinq documents proposés amènent à questionner les disparités au sein du monde lusophone et le paradoxe entre l'expansion de la langue portugaise et le poids économique de celle-ci par rapport aux puissances économiques mondiales. Deux articles de journaux commentent l'attractivité du Portugal et du Brésil pour la création d'entreprises, tandis qu'un troisième article s'interroge, à travers la voix de Mia Couto, l'un des auteurs lusophones les plus lus au monde, sur l'inexistence d'un marché culturel lusophone qui faciliterait la connaissance mutuelle des artistes dans les divers pays de la CPLP. Un dessin humoristique représente les chantiers qui attendent le président angolais João Lourenço et les difficultés à se défaire du lourd héritage des décennies marquées par le clan du président José Eduardo dos Santos et la corruption. Enfin, un graphique vise à donner une image plus concrète du poids économique des pays de langue portugaise.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, quatre candidats ont composé. Trois d'entre eux ont montré une fluidité de la langue et un lexique étendu. L'autre copie, malgré une langue fluide, a multiplié les fautes d'accentuation et de grammaire.

Tous les candidats ont fait un effort de problématisation et de hiérarchisation des informations. Néanmoins, deux types de problèmes ont émergé : d'une part, pour la copie la plus faible, trop de paraphrases des documents, et, dans une autre copie, trop de citations littérales des documents, qui n'ont donc pas été reformulés dans une perspective critique ; d'autre part, une difficulté pour presque tous les candidats, à plus ou moins grande échelle, à rendre compte des nuances de points de vue. Il était fondamental, par exemple, de saisir le fait que le marché culturel lusophone n'est pas encore une réalité, mais un souhait émis par Mia Couto, face au triste constat que la culture des pays lusophones circule mal entre ceux-ci, car ils ne se connaissent pas mutuellement (c'était bien l'idée de l'expression « triangle colonial »). Le dessin humoristique n'a également parfois pas été complètement exploité comme il aurait dû l'être. Une note expliquait le contexte, ce qui devait aider les candidats à percevoir la satire de ce nouveau président angolais qui, malgré le poids de l'héritage politique de son pays (trop de valises à transporter), a déjà pris des décisions historiques en évinçant du pouvoir certaines figures du clan dos Santos. Cela sera-t-il suffisant pour arriver à bon port, jusqu'au « Bon-sens-Land », destination vers laquelle il souhaite embarquer ?

Malgré ces faiblesses, les synthèses ont dans l'ensemble été bien, voire très bien conduites. Les titres étaient tous pertinents et le sujet problématisé.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Cette année, l'exploitation de la nuance des points de vue exprimés dans les documents s'est parfois révélée un peu fragile. Si les notions en jeu ont été bien interrogées (disparités économiques, rôle politique accordé à chaque pays de la CPLP, valorisation interne de la richesse des pays de la CPLP), il faut veiller à la manière dont les informations sont hiérarchisées, car cela influe directement sur la structure de la synthèse : même dans des copies bien structurées et argumentées, certaines informations sont répétitives ou paraphrasées, tandis que d'autres ne sont pas assez exploitées.

Conclusion

L'esprit de synthèse, la capacité à argumenter et à faire preuve d'esprit critique et la correction de la langue sont les compétences-clés requises pour cet exercice. Si la majorité des candidats de la session 2019 rendent compte d'un excellent niveau de langue et d'une capacité à problématiser un sujet dont la cohérence doit être reconstituée à partir de documents variés, ces mêmes candidats doivent veiller à saisir tous les enjeux nés de la confrontation des documents, afin d'exploiter les différents points de vue exprimés.

Russe

Présentation du sujet

Le dossier proposé cette année est composé d'articles de journaux sur le problème du traitement des déchets en Russie. En effet le pays produit des dizaines de millions de tonnes de déchets ménagers en plus des déchets industriels qui se retrouvent dans des décharges où ils sont stockés sans être traités et empoisonnent l'environnement et la population avoisinante. Cela a déclenché un mécontentement général et des actions de protestation de la part des habitants. Un accident à « Yadrovo » a été l'accident « de trop » qui a poussé le gouvernement à s'engager sur la réforme dans ce secteur.

Les articles de *Forbes* et du *Финансовая газета* exposent la problématique en donnant les détails sur la situation dans le secteur du traitement des déchets durs et en expliquant pourquoi la Russie a un tel retard dans ce domaine. Ces deux articles révèlent également des solutions que le gouvernement propose pour sortir de cette crise écologique. L'article du *РБК* évoque l'empoisonnement de plusieurs dizaines d'habitants de Volokolamsk (près de Moscou) par les émanations de gaz suite à l'échappement de celui-ci le 21 mars 2018 d'une décharge « Yadrovo ». Sur la photo qui illustre cet article nous pouvons voir les manifestants près de l'hôpital. L'article du *Кмерсантъ* nous informe des autres conflits autour des déchets dans diverses régions de la Russie.

Analyse globale des résultats

La plupart des candidats ont démontré une bonne maîtrise du vocabulaire et de la grammaire, ont su bien exposer la problématique des documents et restituer les informations en langue plutôt fluide. On relève toutefois, même dans les meilleures copies, quelques maladroites au niveau de la structure de la phrase, quelques fautes d'orthographe et quelques oublis ou manques de précision lors de la restitution des informations.

Les candidats les plus faibles ont accumulé les erreurs à plusieurs niveaux :

- mauvaise perception de la problématique (certains candidats ont eu du mal à repérer et mettre en avant les points essentiels) ;
- défaut de restitution de l'information (absence de liens avec les sources, ajouts personnels) ;
- beaucoup de tournures maladroites, ou des phrases qui n'ont aucun sens, parfois l'absence de liens de cause à effet ;
- lacunes grammaticales (utilisation des cas et des formes verbales).

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le bon niveau général des copies a montré que les candidats s'étaient généralement bien préparés à l'épreuve et ont respecté les consignes. Toutefois quelques points semblent avoir été négligés.

Tout d'abord les candidats doivent porter une attention particulière au titre de la synthèse, qui montre d'emblée si le candidat a cerné l'ampleur du sujet. Cette année, certains candidats ont donné un titre très vague ou encore qui évoque un thème non traité dans le dossier.

La restitution des informations doit être complète, fidèle aux documents et bien hiérarchisée. Les candidats ont bien compris l'origine de la crise, l'évènement qui l'a déclenché et la mise en place du nouveau système

de traitement de déchets. Toutefois certains détails importants ont été oubliés, notamment sur le rôle du gouvernement dans la résolution de cette crise ou le rôle des opérateurs régionaux dans la mise en place du nouveau système de traitement des ordures.

Les candidats ne doivent pas non plus oublier que la qualité de la langue et de l'expression sont également prises en compte. Les recopies systématiques de termes présents dans les articles ainsi que les erreurs de syntaxe et de grammaire ont coûté plusieurs points à certains candidats. Le respect d'une grammaire et d'une ponctuation correcte ainsi que d'une orthographe et écriture soignée est le minimum que l'on puisse exiger à ce niveau d'études.

Conclusion

Pour bien réussir cette épreuve, les candidats doivent réunir l'esprit de synthèse, les capacités à argumenter et à restituer les informations cohérentes, hiérarchisées et fidèles aux documents proposés. Ils doivent également enrichir leur vocabulaire en lisant les journaux en russe et travailler la grammaire et l'orthographe pour ne pas se sentir en difficulté lors de l'écrit et faire preuve d'une bonne maîtrise de la langue.

Concours Centrale-Supélec 2019

Épreuves d'admission

Filière PSI

Table des matières

| | |
|---------------------------------------|----|
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Mathématiques | 21 |
| Physique-chimie | 28 |
| Travaux pratiques de physique-chimie | 34 |
| Sciences industrielles de l'ingénieur | 42 |
| Entretien scientifique | 53 |
| Allemand | 64 |
| Anglais | 66 |
| Arabe | 69 |
| Chinois | 72 |
| Espagnol | 74 |
| Italien | 76 |
| Portugais | 78 |
| Russe | 79 |

Résultats par épreuve

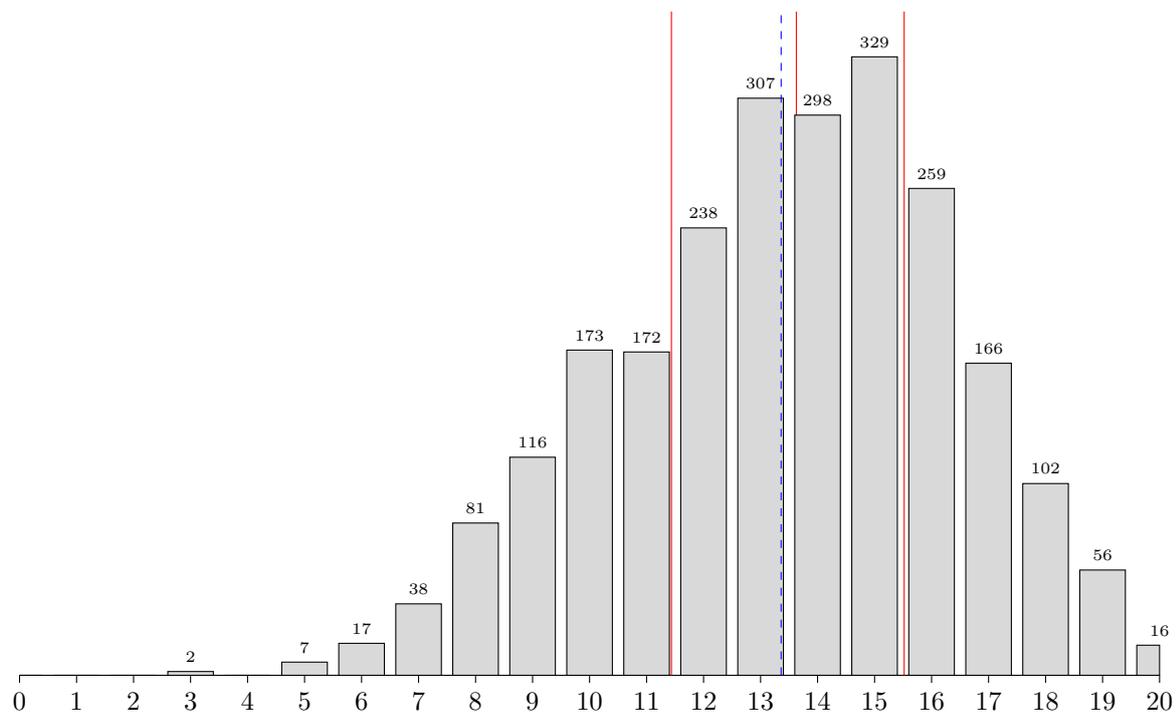
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

M **ET** **Q1** **Q2** **Q3** **EI**
 moyenne écart-type premier quartile médiane troisième quartile écart interquartile

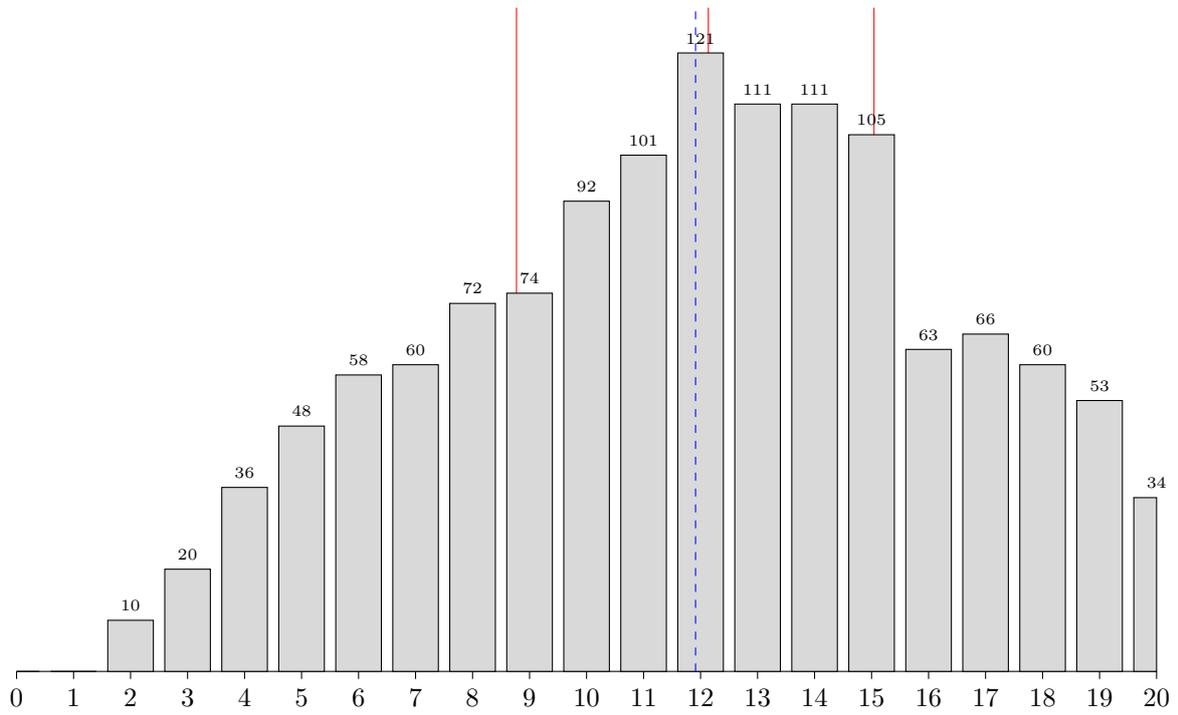
| Épreuve | Admissibles | Absents | Présents | M | ET | Q1 | Q2 | Q3 | EI |
|------------------------|-------------|---------|----------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| TIPE | 2441 | 2,6% | 2377 | 13,36 | 2,94 | 11,44 | 13,63 | 15,52 | 4,08 |
| Mathématiques 1 | 1337 | 3,1% | 1295 | 11,91 | 4,33 | 8,77 | 12,14 | 15,04 | 6,27 |
| Mathématiques 2 | 1791 | 5,8% | 1688 | 11,51 | 3,53 | 8,76 | 11,63 | 14,14 | 5,38 |
| Physique-chimie 1 | 1337 | 3,1% | 1296 | 11,56 | 3,62 | 8,70 | 11,87 | 14,31 | 5,61 |
| Physique-chimie 2 | 1337 | 3,1% | 1295 | 11,74 | 3,70 | 8,89 | 11,75 | 14,40 | 5,51 |
| S2I | 1791 | 5,6% | 1691 | 12,00 | 3,46 | 9,46 | 12,06 | 14,39 | 4,93 |
| TP physique-chimie | 1337 | 3,1% | 1295 | 11,37 | 3,37 | 8,90 | 11,38 | 13,76 | 4,86 |
| Langue obligatoire | 2441 | 14,3% | 2093 | 12,63 | 3,82 | 10,21 | 12,76 | 15,19 | 4,98 |
| Allemand | 73 | 4,1% | 70 | 13,63 | 2,95 | 11,33 | 13,50 | 15,90 | 4,57 |
| Anglais | 2280 | 14,8% | 1942 | 12,51 | 3,77 | 10,07 | 12,62 | 15,01 | 4,94 |
| Arabe | 16 | 25,0% | 12 | 16,42 | 2,40 | 14,17 | 16,00 | 18,50 | 4,33 |
| Chinois | 4 | 25,0% | 3 | 19,00 | 0,82 | — | — | — | — |
| Espagnol | 38 | 0,0% | 38 | 16,08 | 3,63 | 13,75 | 16,83 | 19,17 | 5,42 |
| Italien | 7 | 14,3% | 6 | 17,83 | 1,07 | 17,50 | 18,00 | 18,50 | 1,00 |
| Portugais | 2 | 50,0% | 1 | 16,00 | 0,00 | — | — | — | — |
| Langue facultative | 440 | 1,1% | 435 | 12,71 | 3,67 | 10,41 | 12,64 | 15,21 | 4,80 |
| Allemand | 124 | 0,0% | 124 | 11,85 | 3,62 | 9,50 | 11,97 | 13,96 | 4,46 |
| Anglais | 79 | 1,3% | 78 | 12,96 | 3,49 | 10,83 | 13,50 | 15,14 | 4,31 |
| Arabe | 1 | 0,0% | 1 | 17,00 | 0,00 | — | — | — | — |
| Chinois | 7 | 0,0% | 7 | 16,14 | 2,59 | 13,50 | 16,50 | 18,50 | 5,00 |
| Espagnol | 194 | 1,5% | 191 | 12,34 | 3,43 | 10,13 | 12,19 | 14,50 | 4,37 |
| Finnois | 1 | 0,0% | 1 | 19,00 | 0,00 | — | — | — | — |
| Hongrois | 1 | 0,0% | 1 | 18,00 | 0,00 | — | — | — | — |
| Hébreu | 2 | 0,0% | 2 | 19,50 | 0,50 | — | — | — | — |
| Italien | 15 | 6,7% | 14 | 16,21 | 2,30 | 15,50 | 16,75 | 17,50 | 2,00 |
| Japonais | 1 | 0,0% | 1 | 19,00 | 0,00 | — | — | — | — |
| Néerlandais | 2 | 0,0% | 2 | 16,50 | 2,50 | — | — | — | — |
| Polonais | 1 | 0,0% | 1 | 19,00 | 0,00 | — | — | — | — |
| Portugais | 4 | 0,0% | 4 | 14,75 | 3,11 | 12,50 | 13,50 | 14,50 | 2,00 |
| Roumain | 1 | 0,0% | 1 | 18,00 | 0,00 | — | — | — | — |
| Russe | 7 | 0,0% | 7 | 15,71 | 3,57 | 11,50 | 16,50 | 18,50 | 7,00 |
| Entretien scientifique | 1529 | 22,0% | 1192 | 11,73 | 3,85 | 9,19 | 12,09 | 14,72 | 5,53 |

Les histogrammes suivants donnent la répartition des notes des candidats présents. Les traits continus (rouge) matérialisent les quartiles et le trait pointillé (bleu), la moyenne. Dans les graphes de corrélation, la surface du disque est proportionnelle au nombre de candidats ayant reçu le couple de notes correspondant.

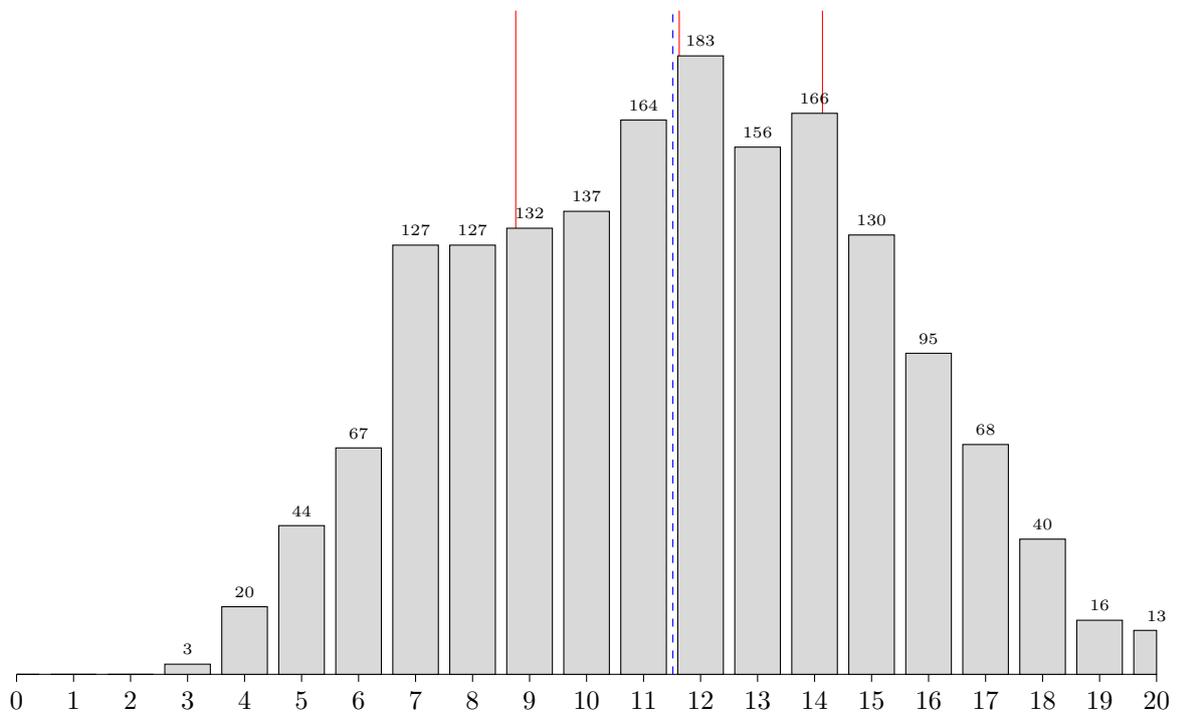
TIPE



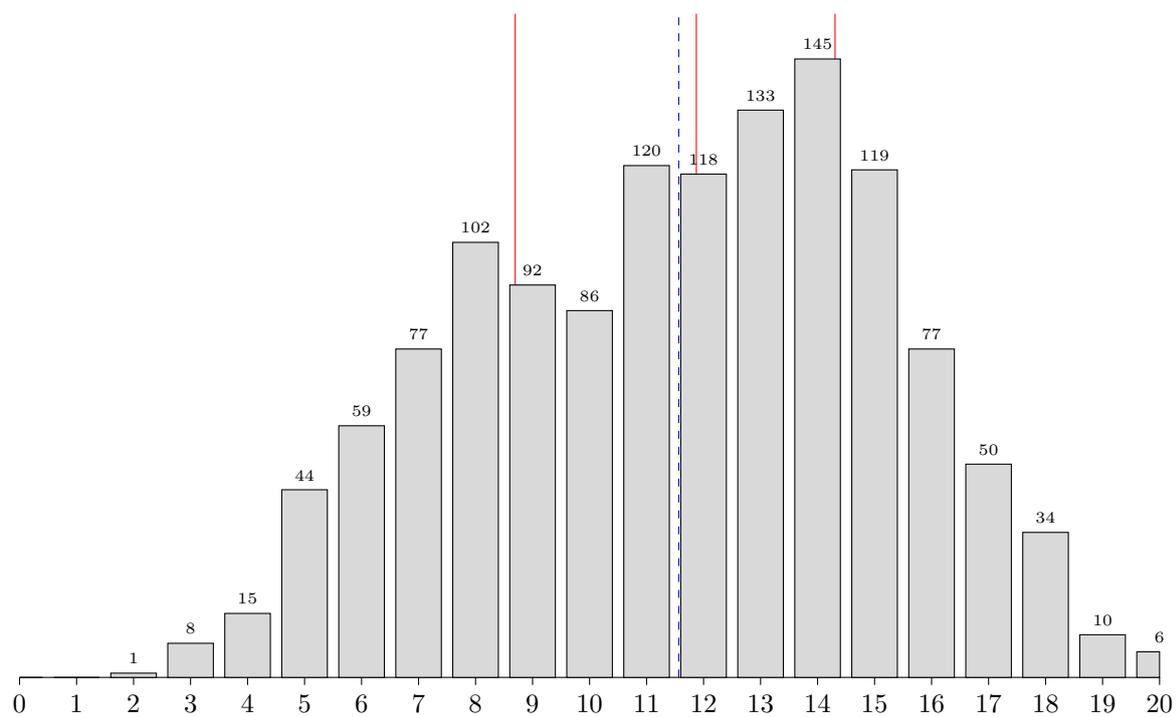
Mathématiques 1



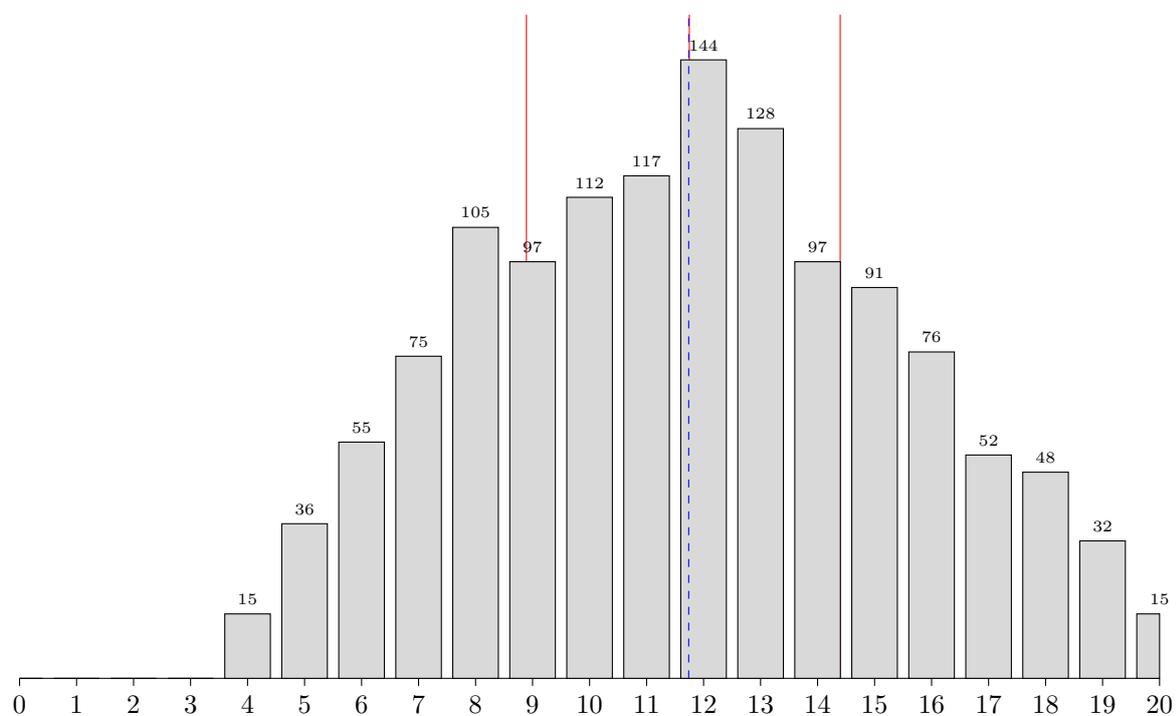
Mathématiques 2



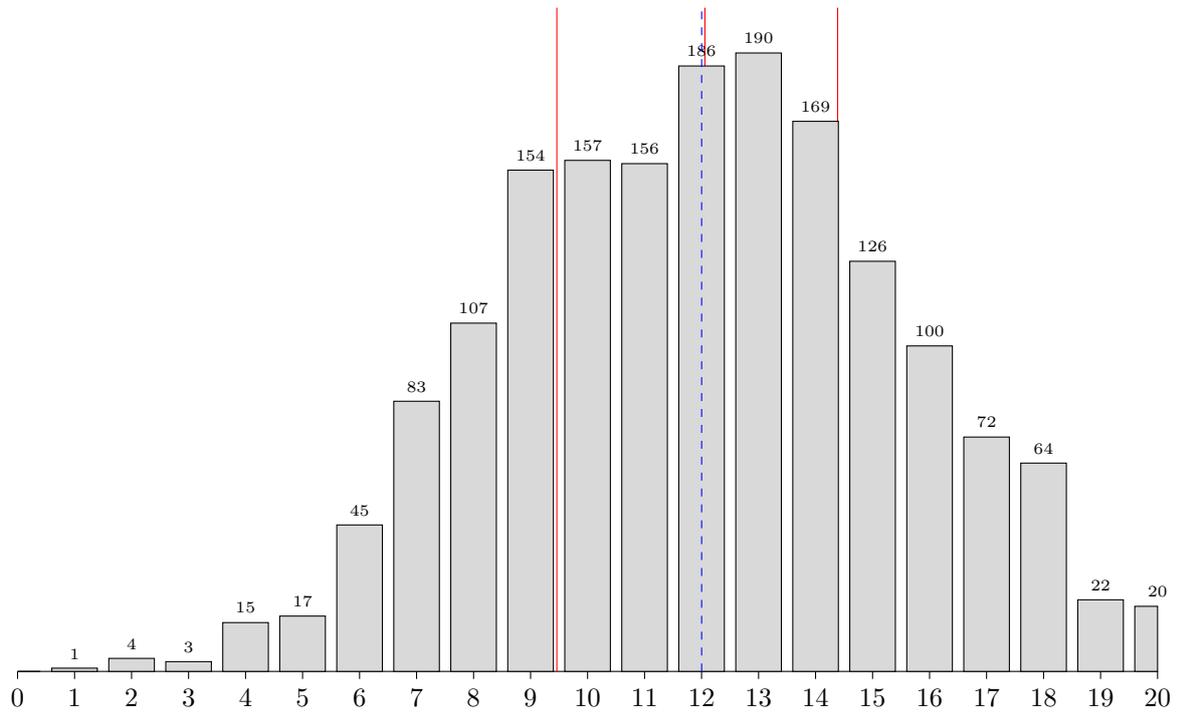
Physique-chimie 1



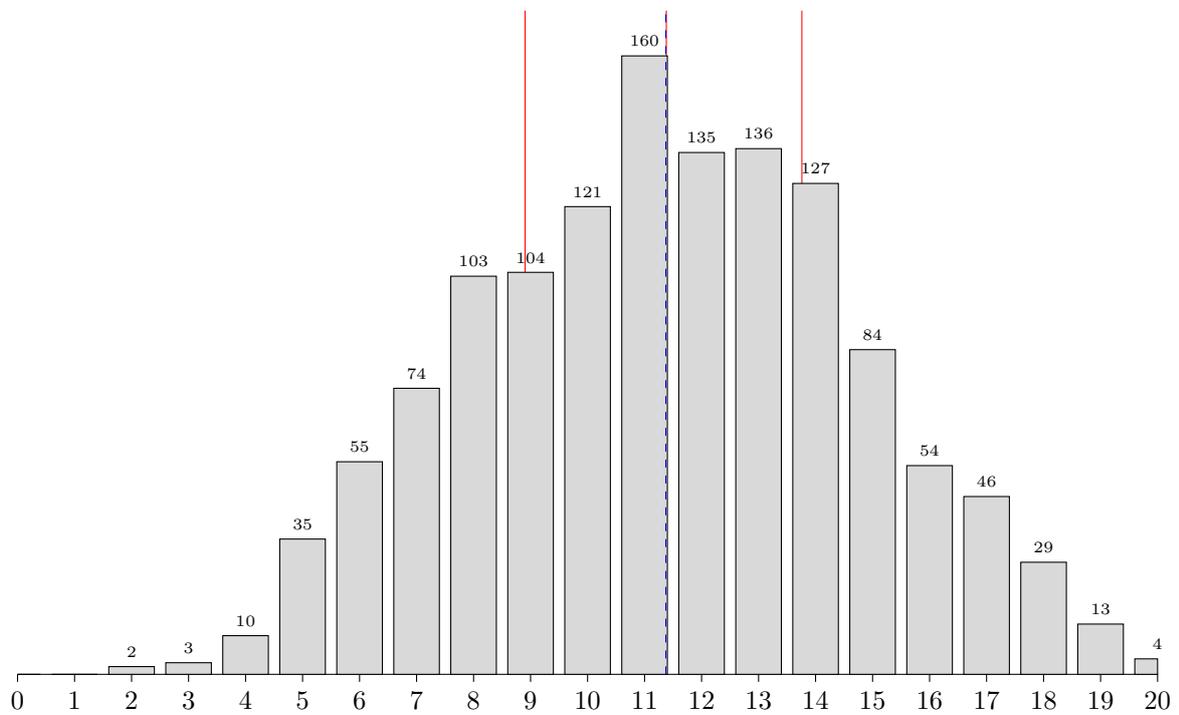
Physique-chimie 2



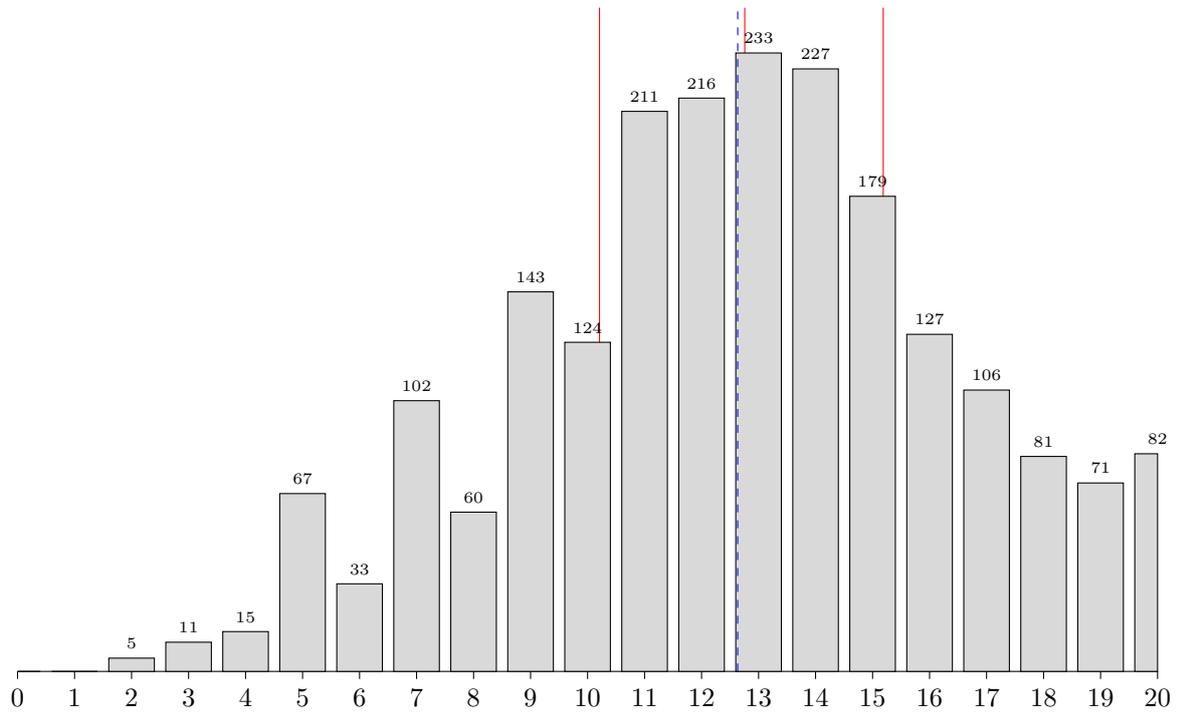
S2I



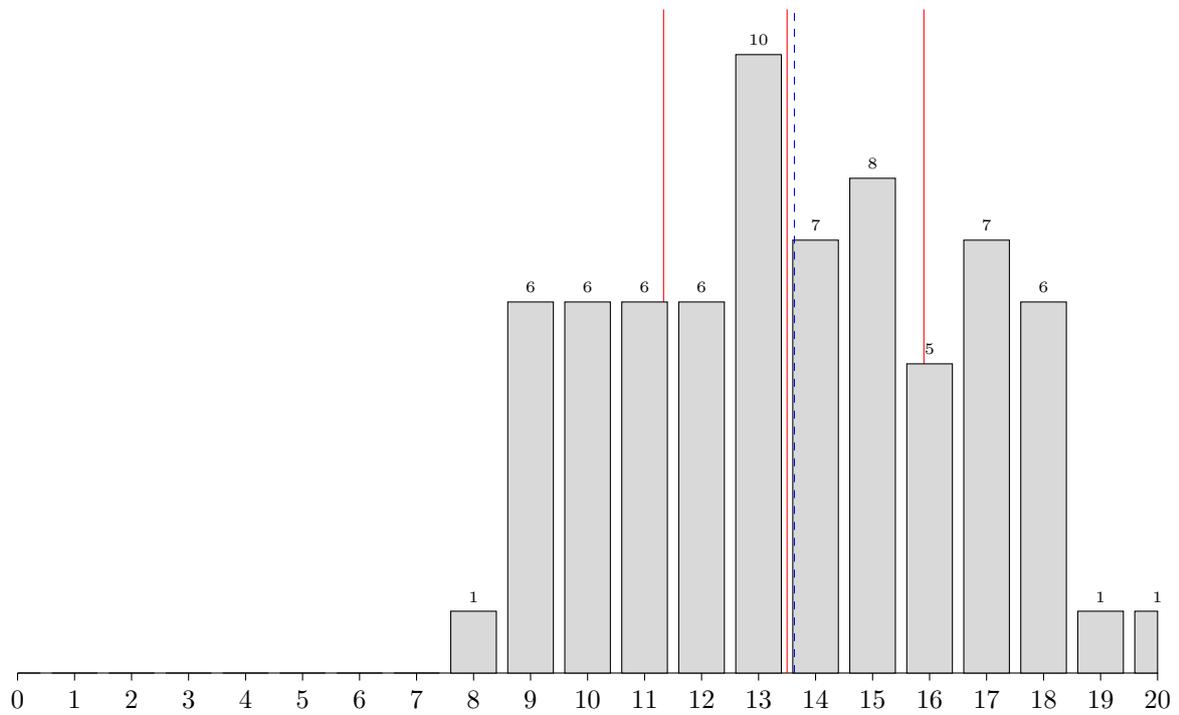
TP physique-chimie



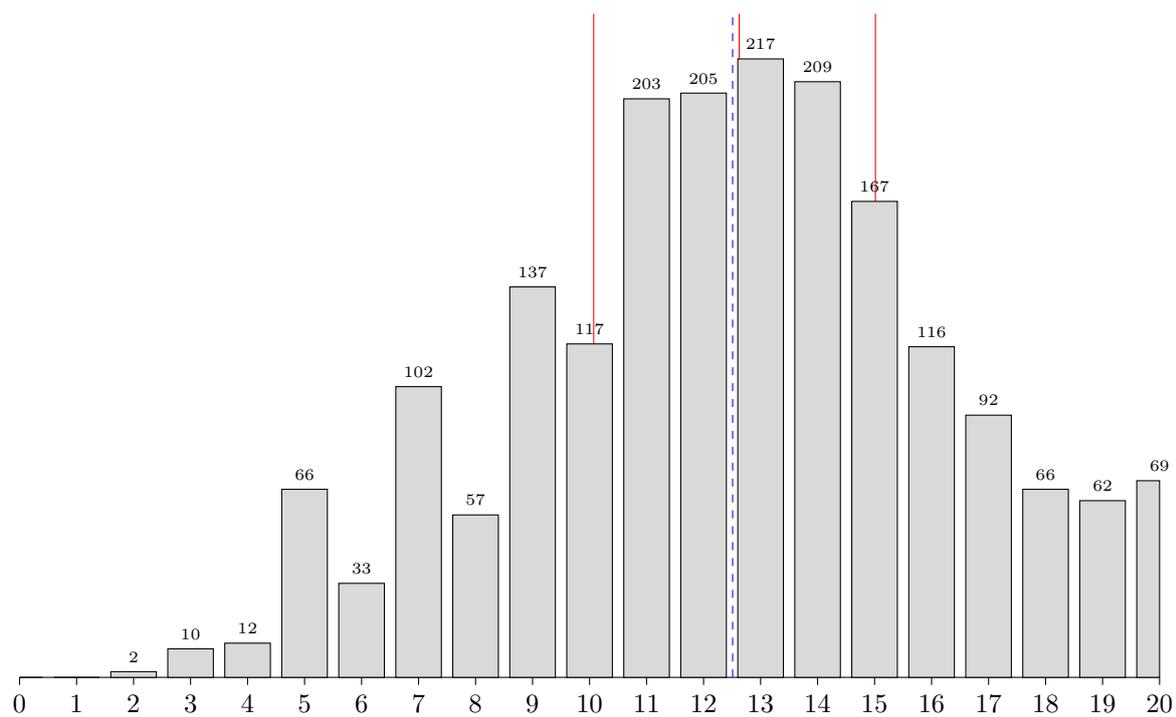
Langue obligatoire



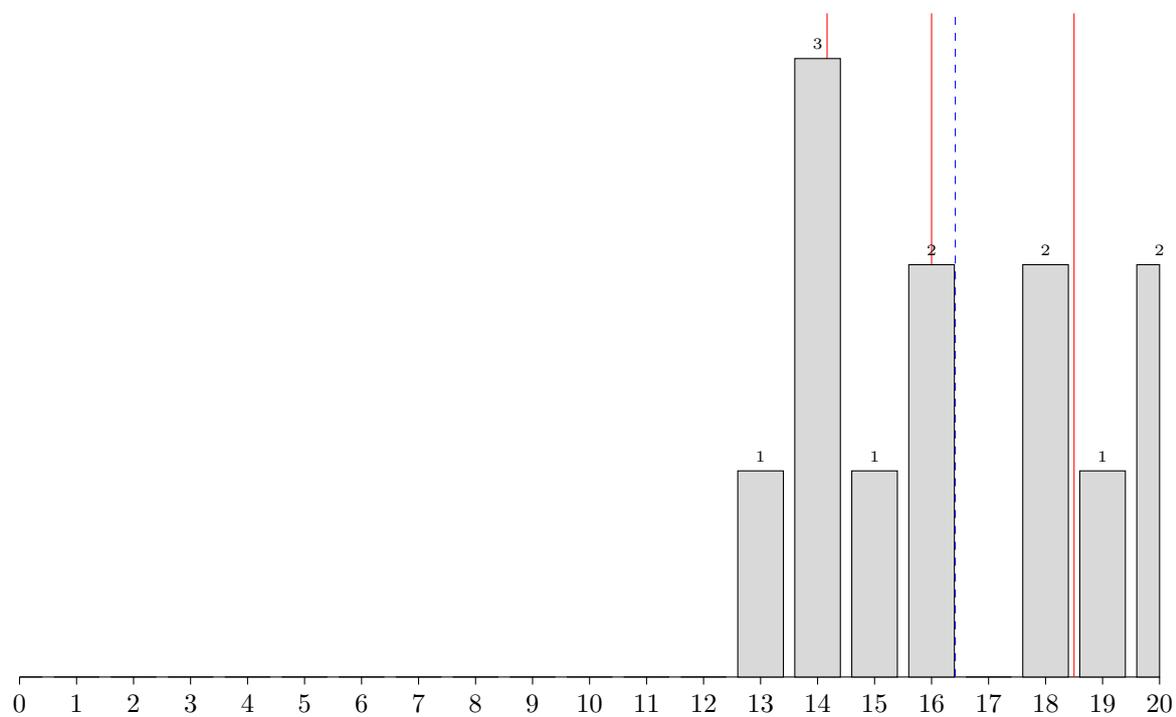
Allemand



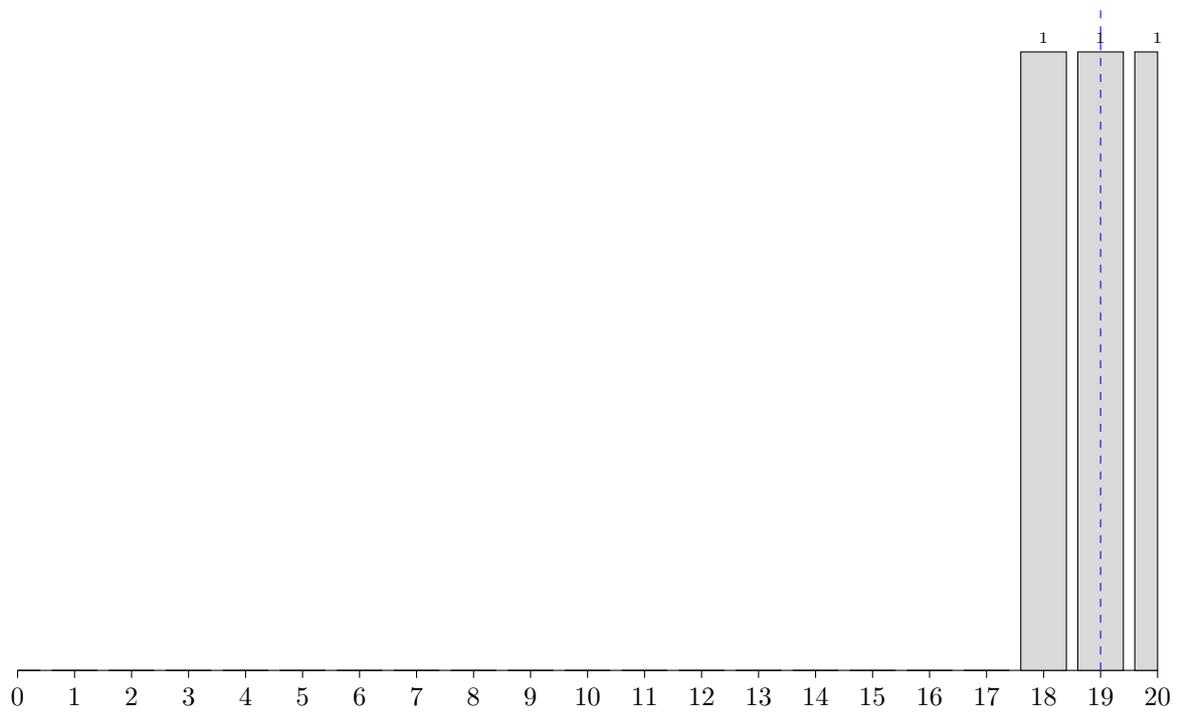
Anglais



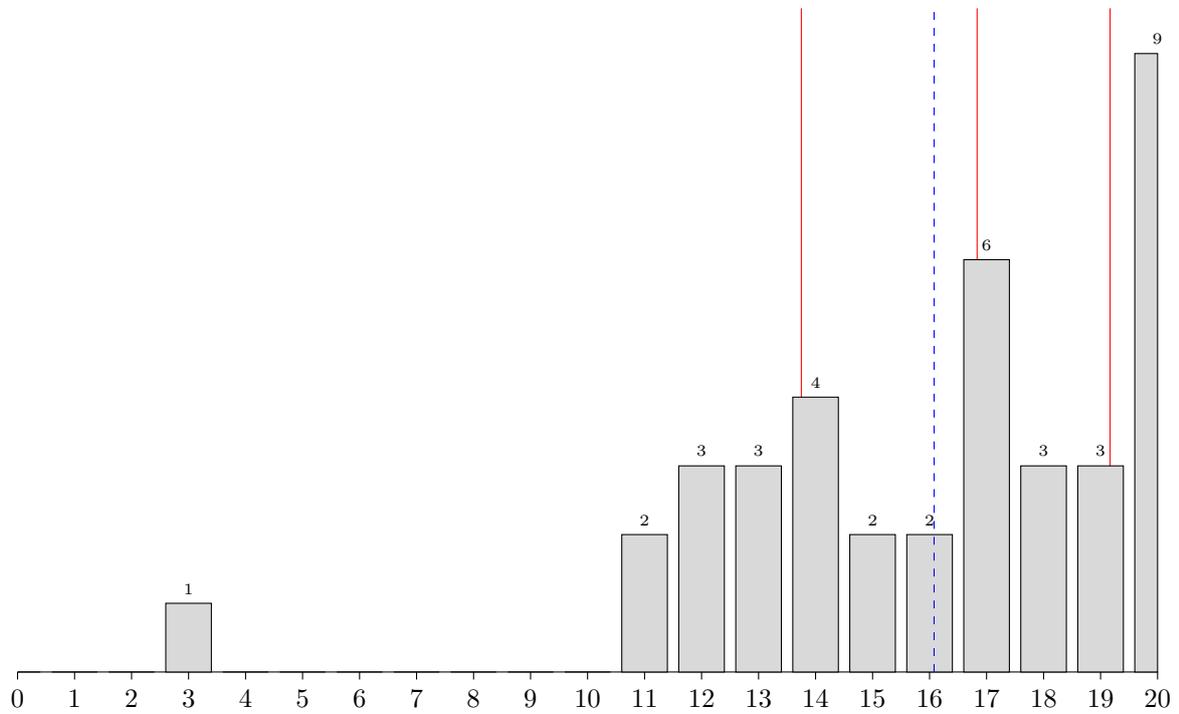
Arabe



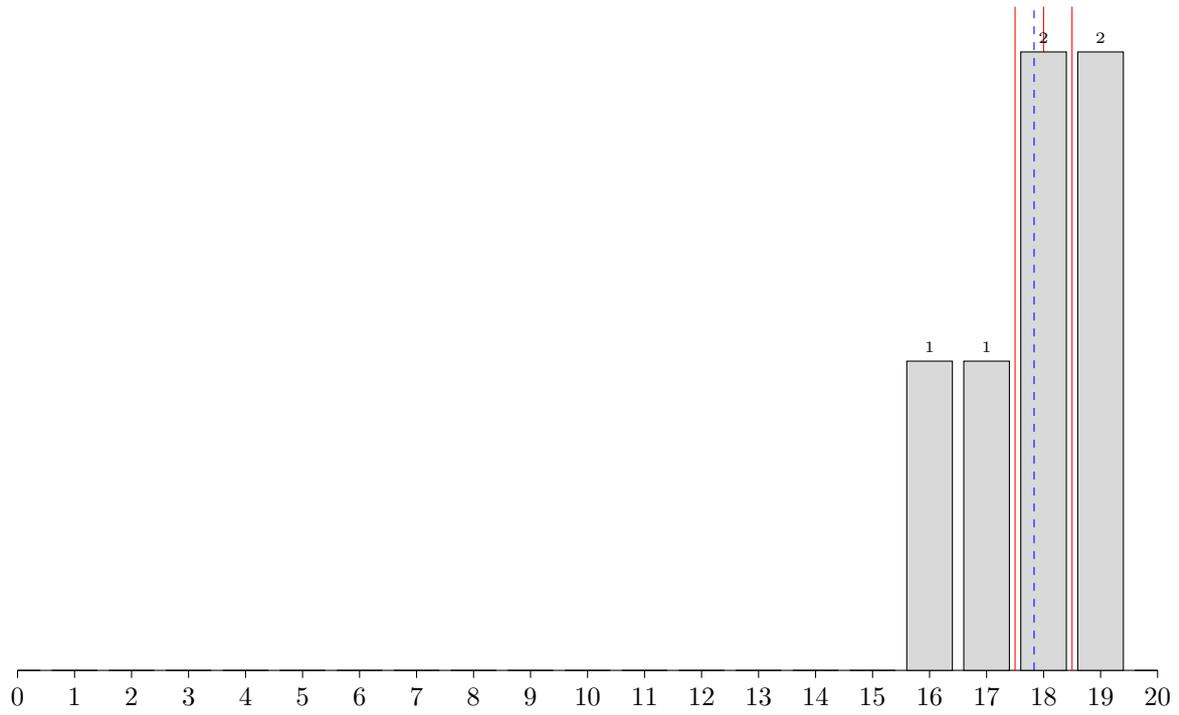
Chinois



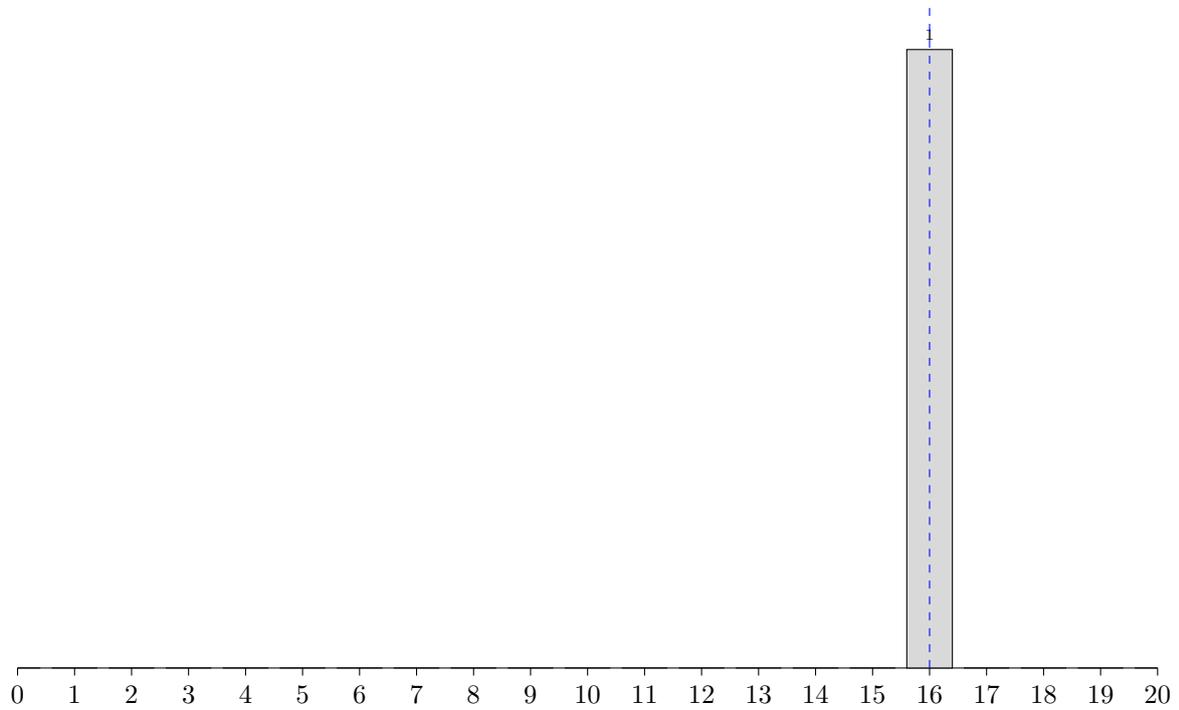
Espagnol



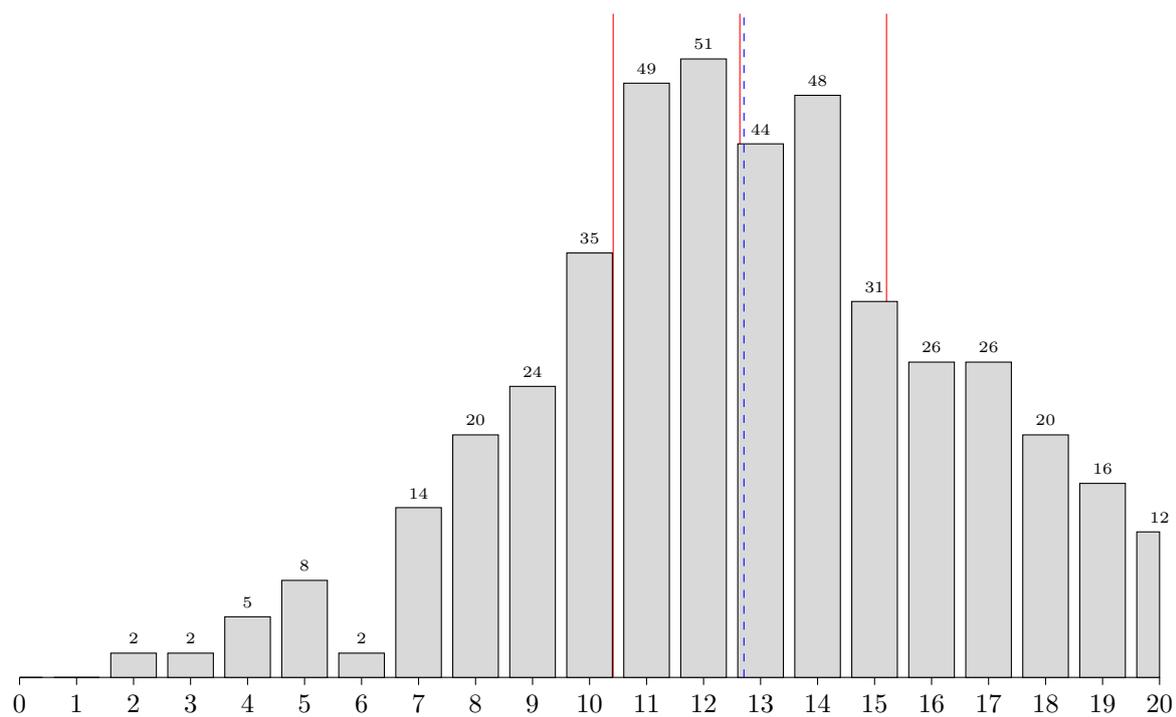
Italien



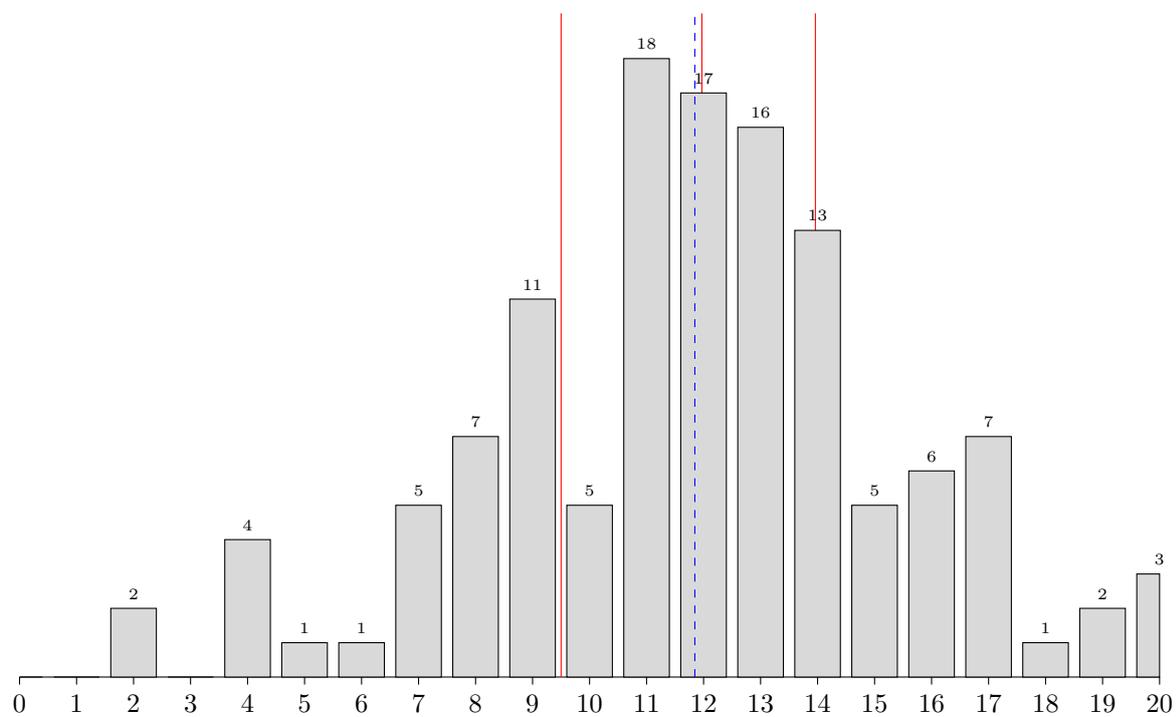
Portugais



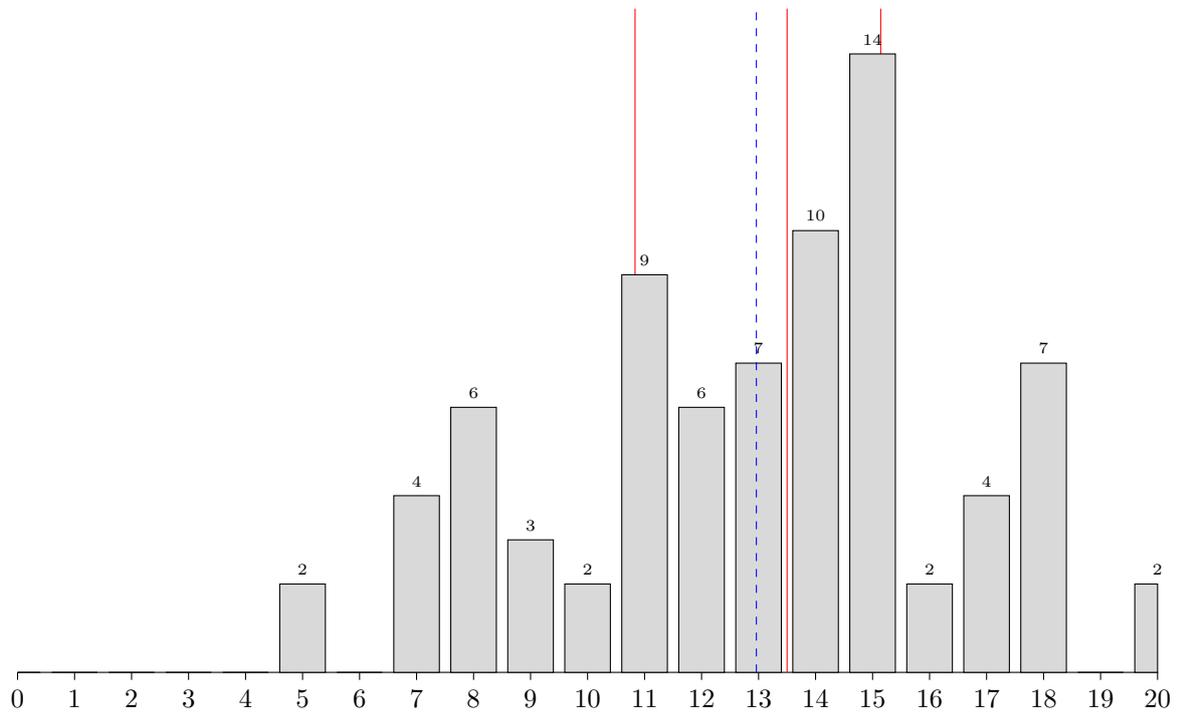
Langue facultative



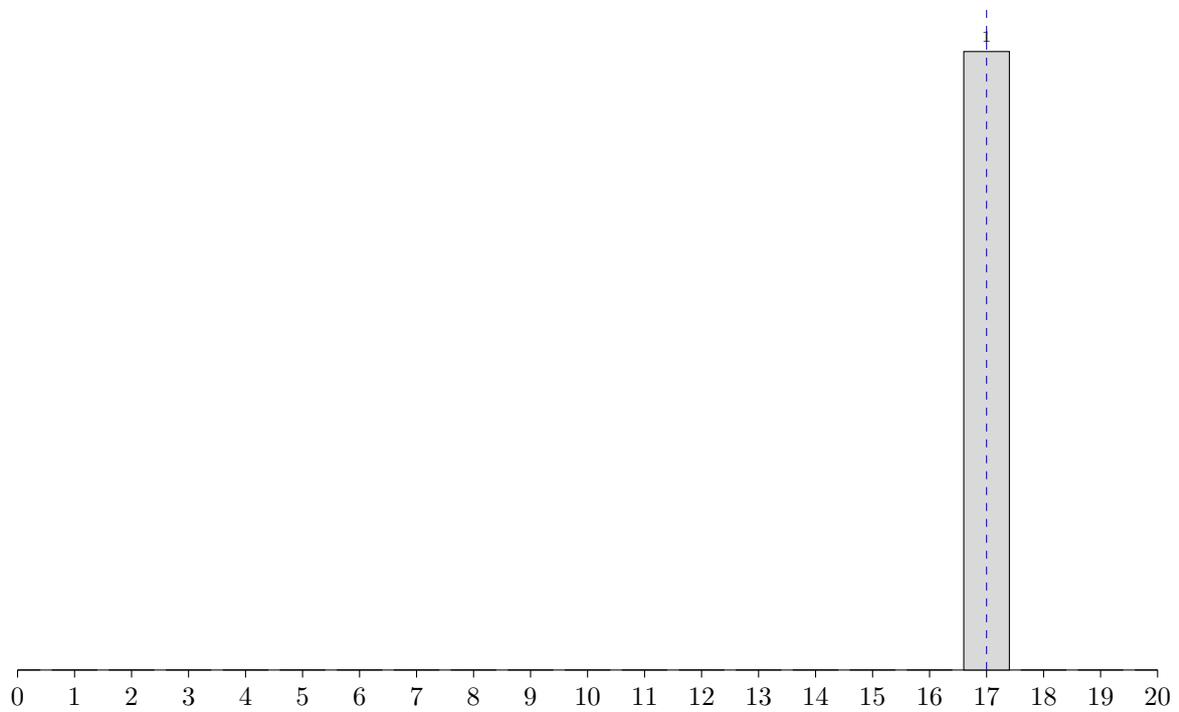
Allemand



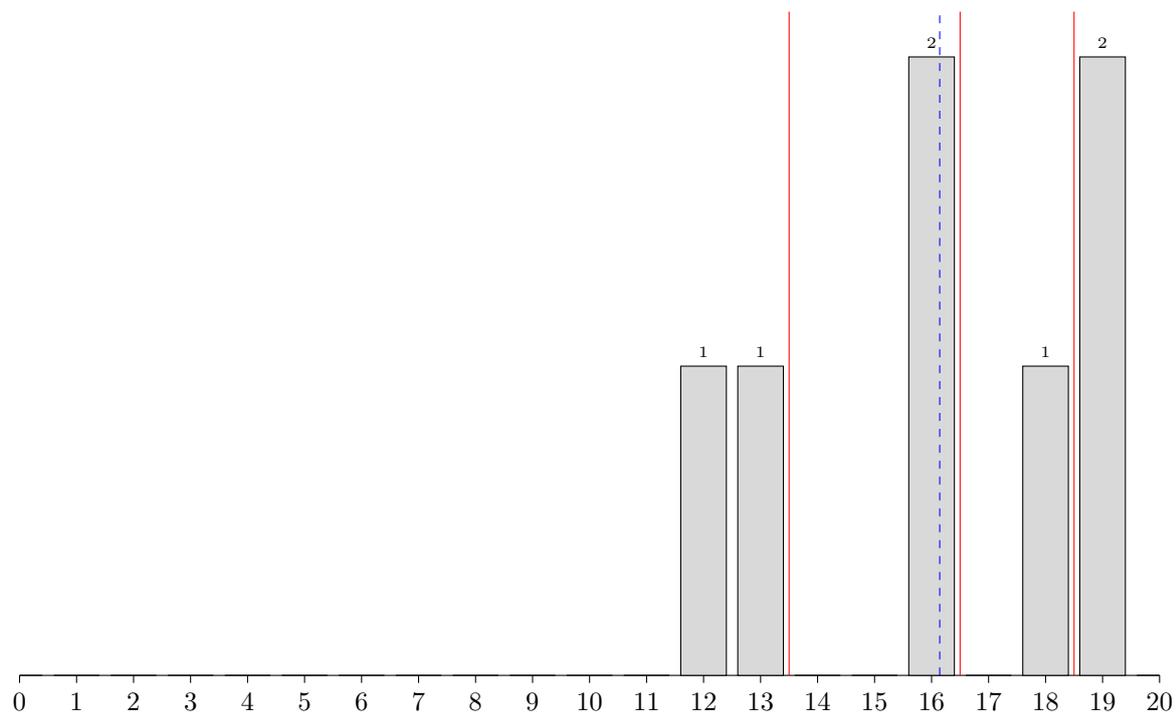
Anglais



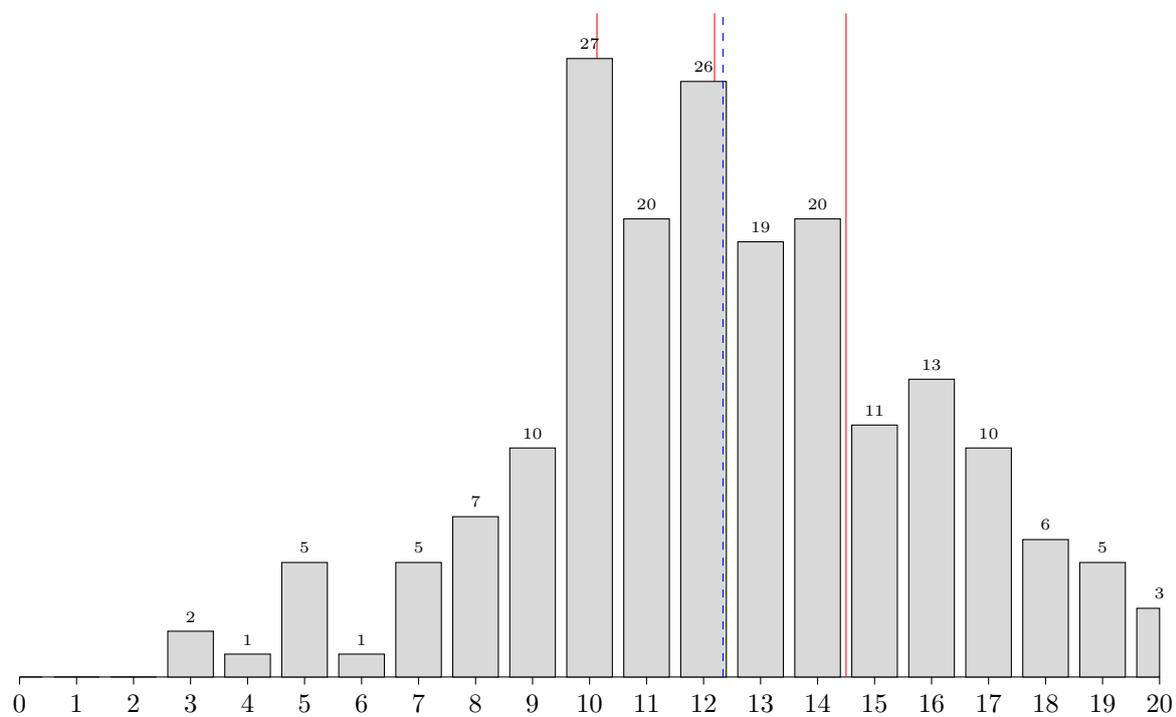
Arabe



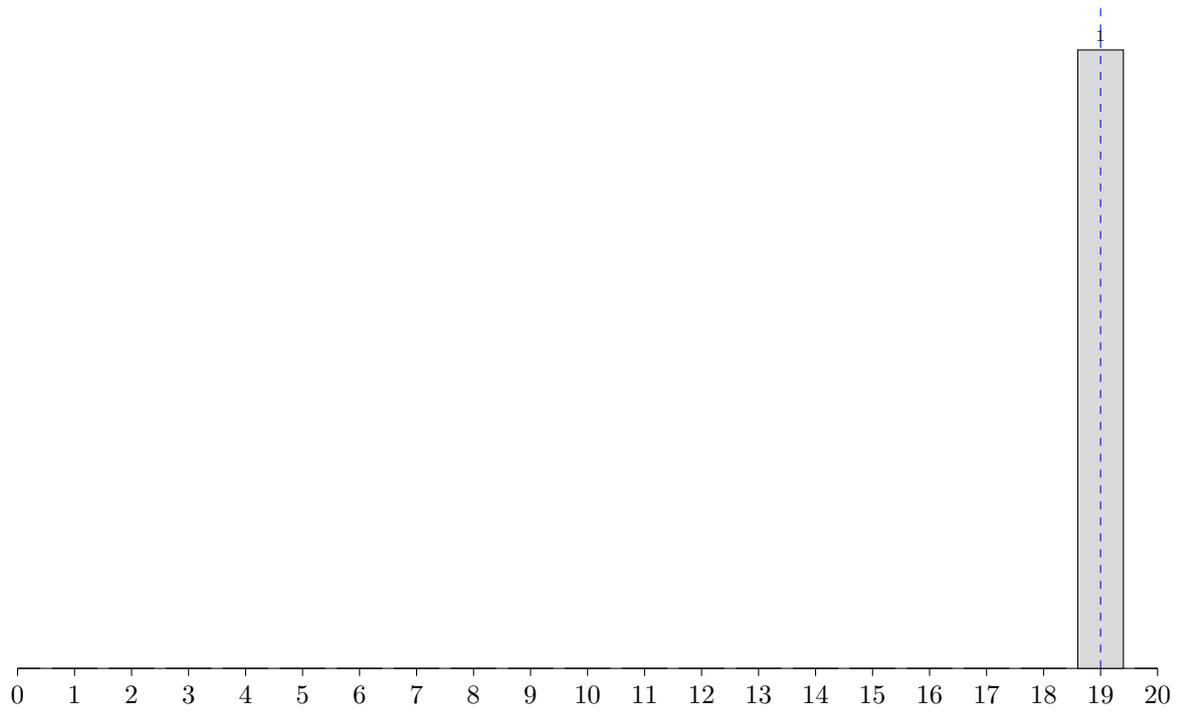
Chinois



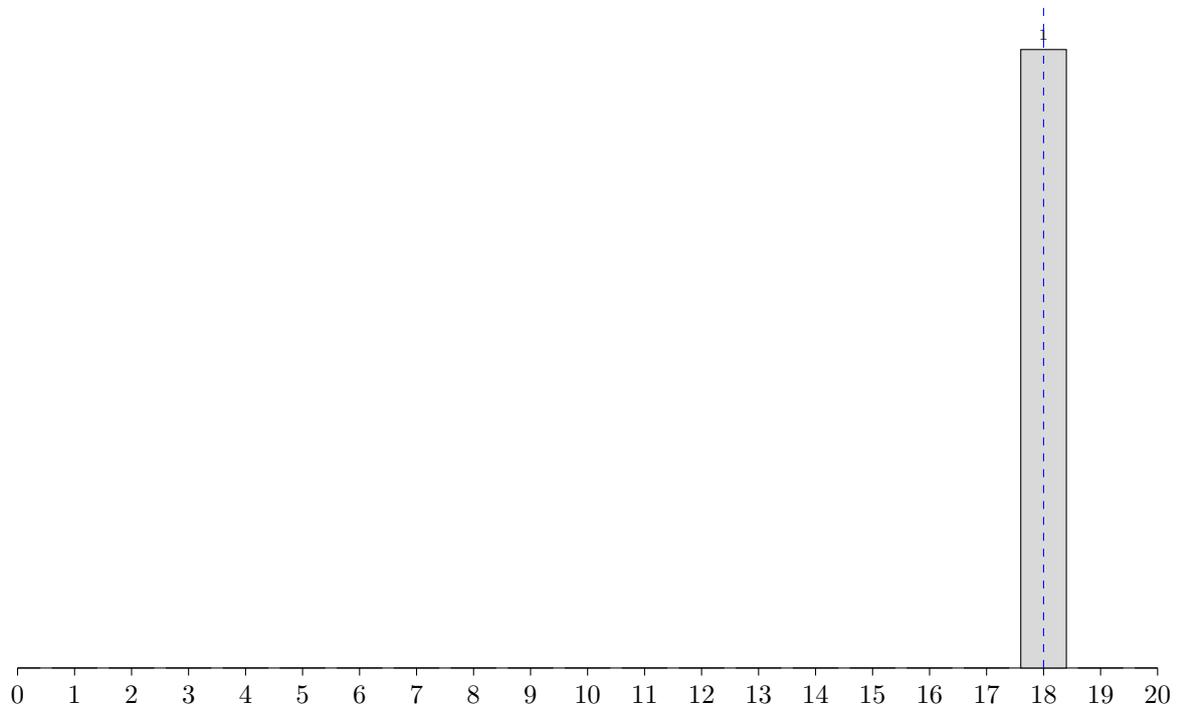
Espagnol



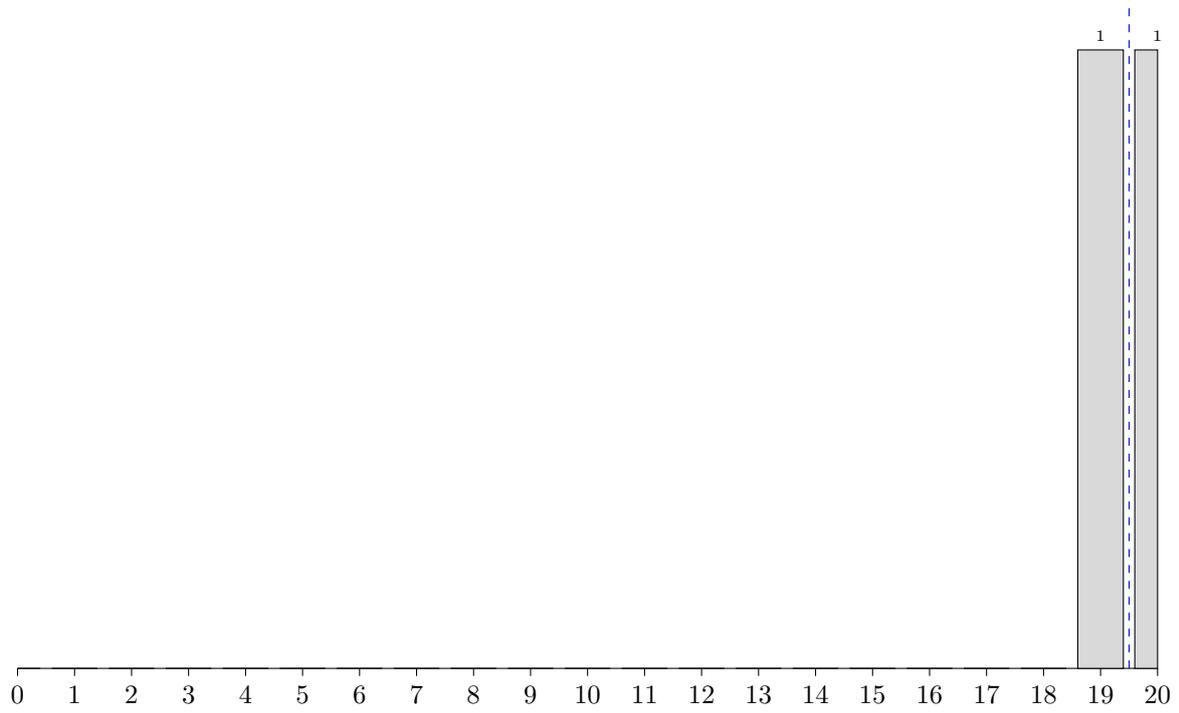
Finnois



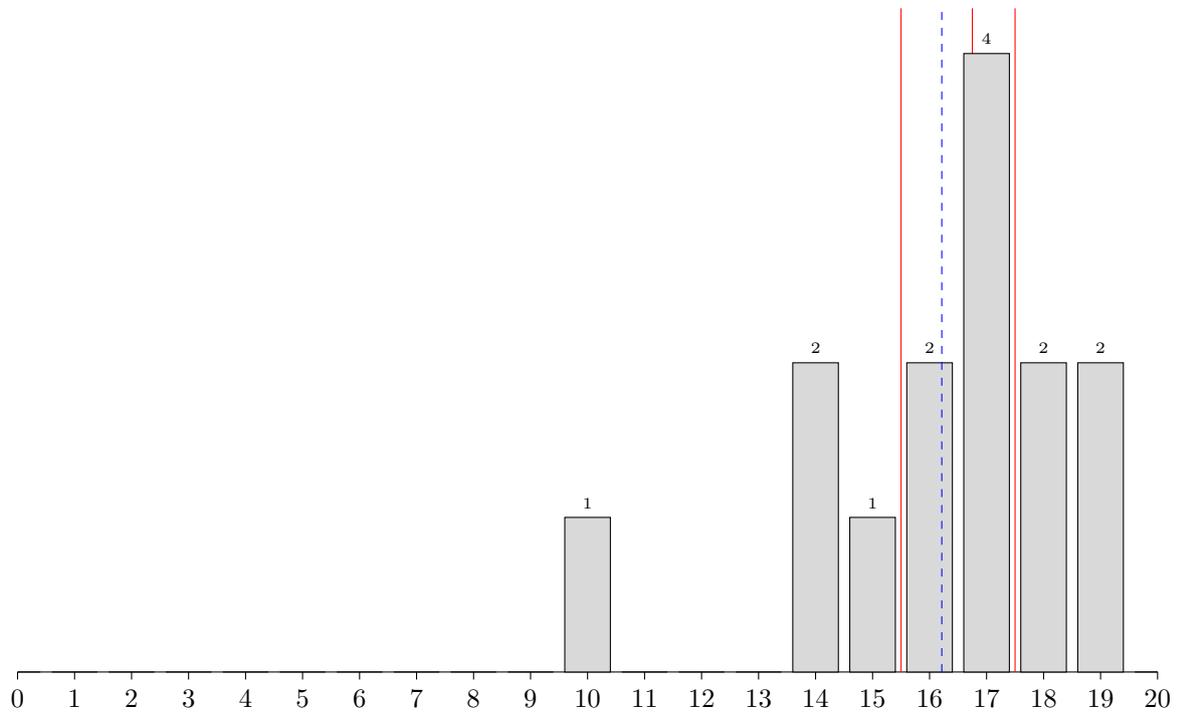
Hongrois



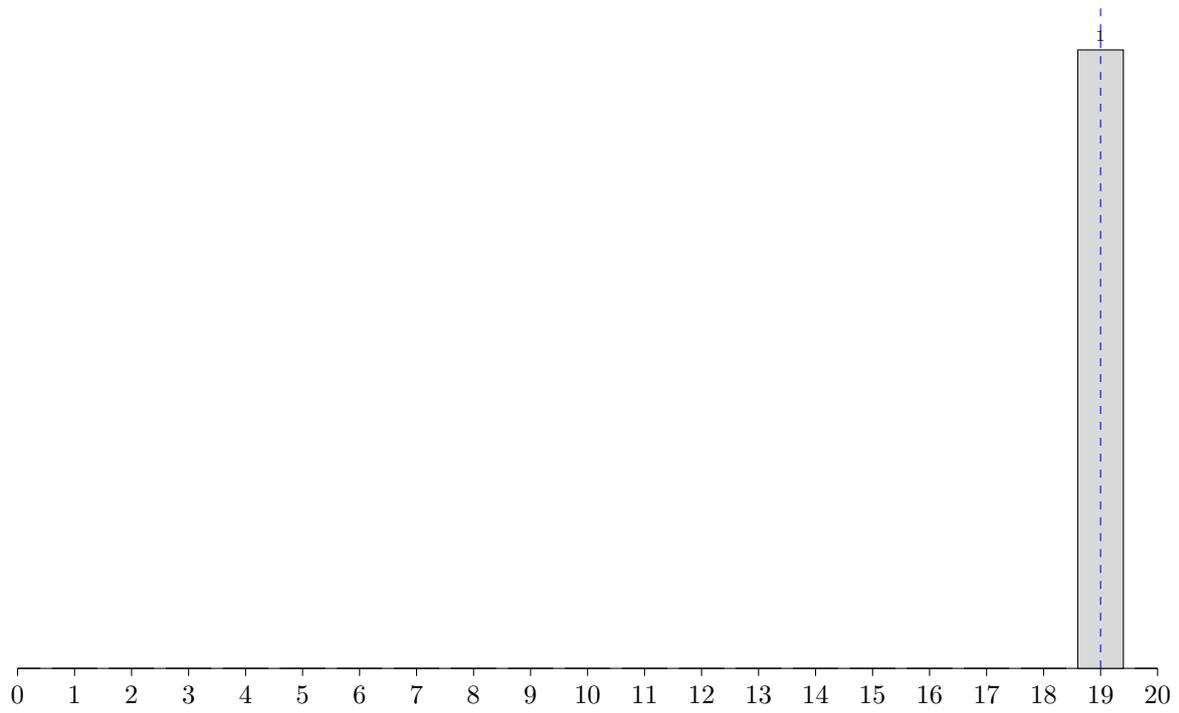
Hébreu



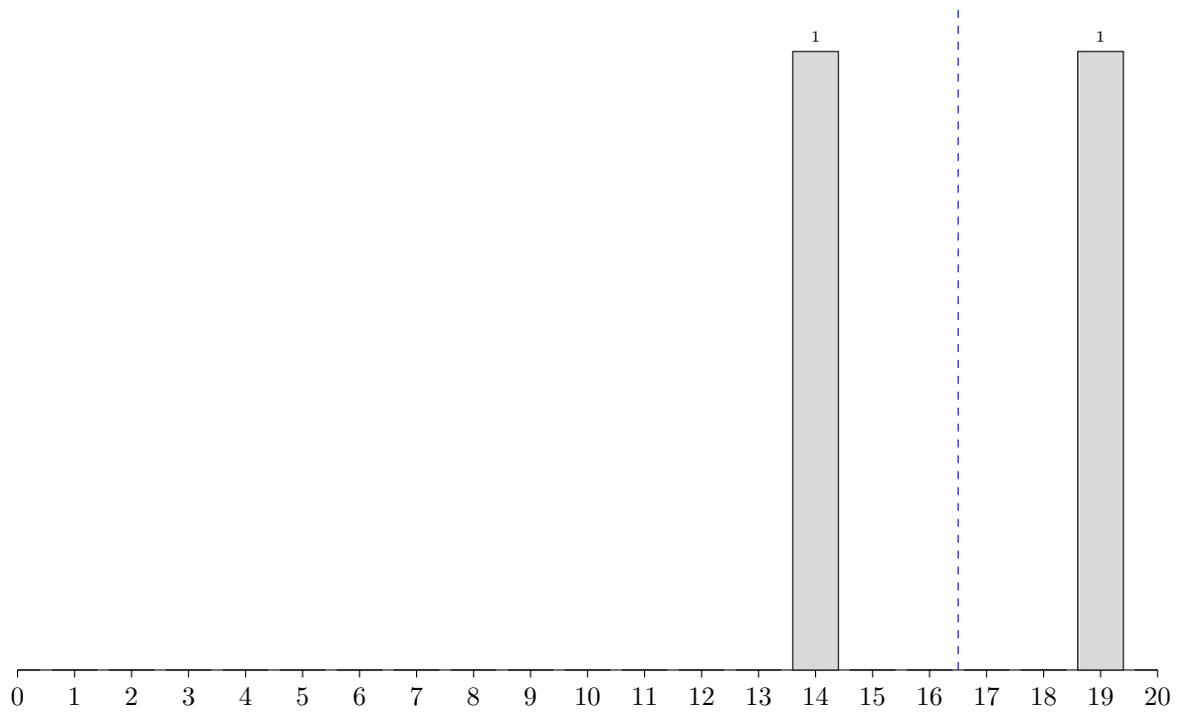
Italien



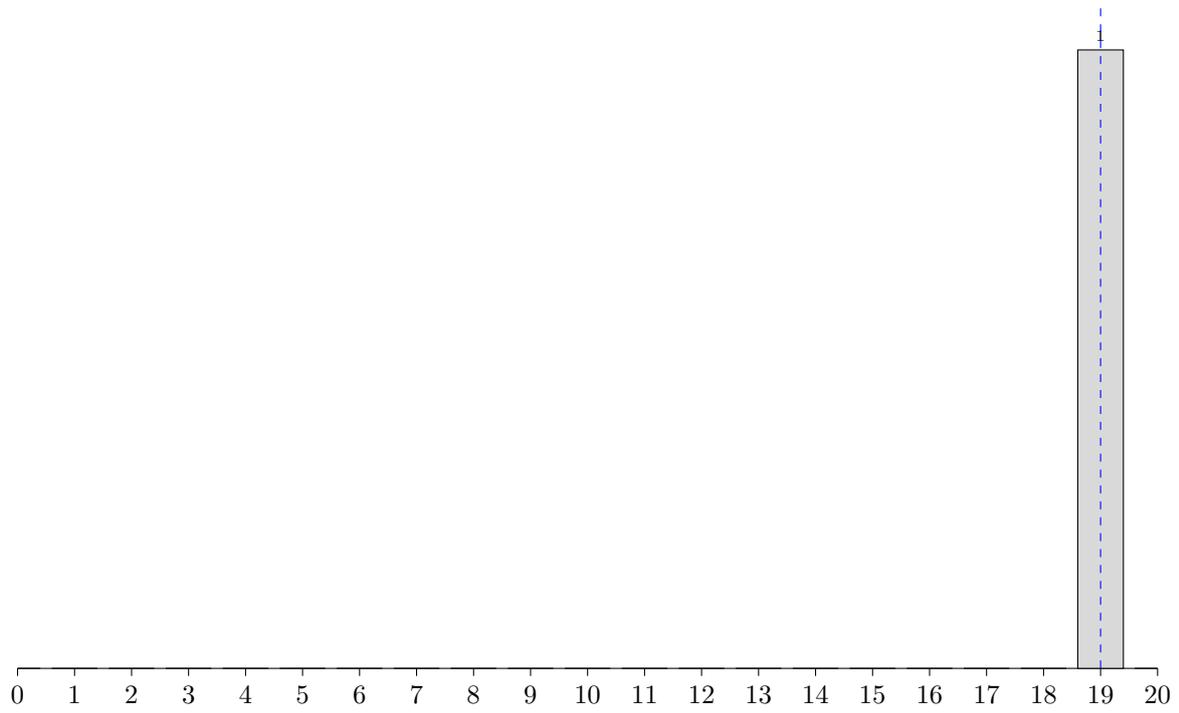
Japonais



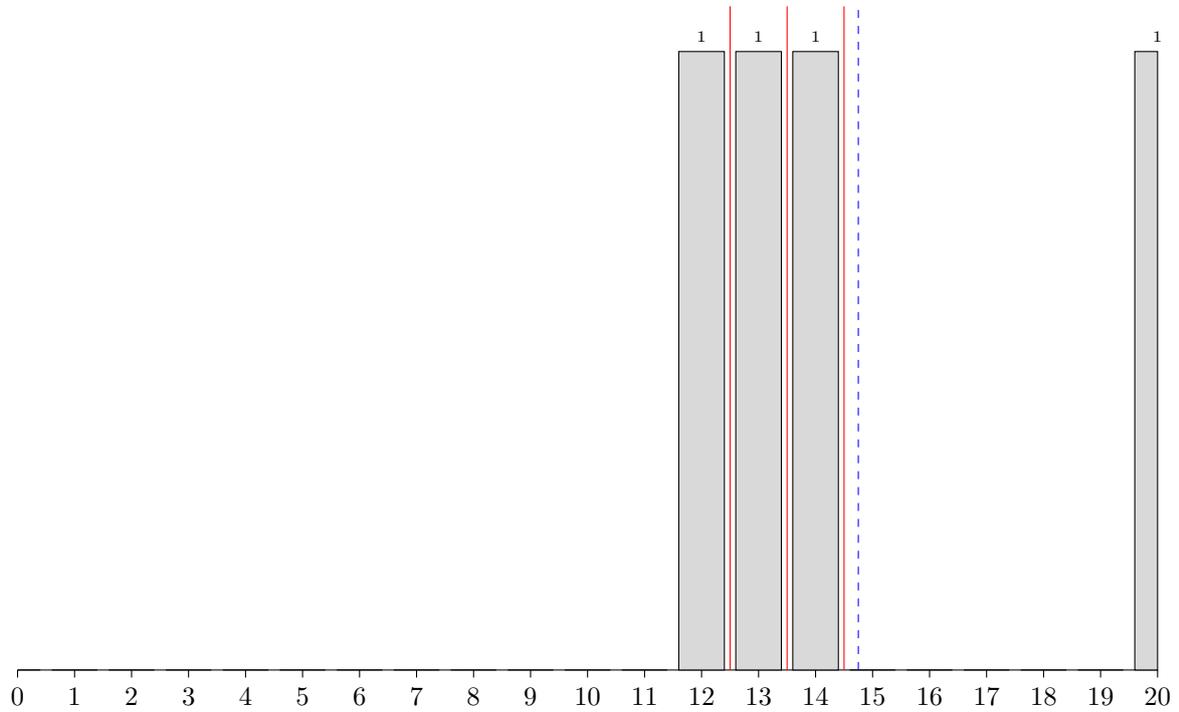
Néerlandais



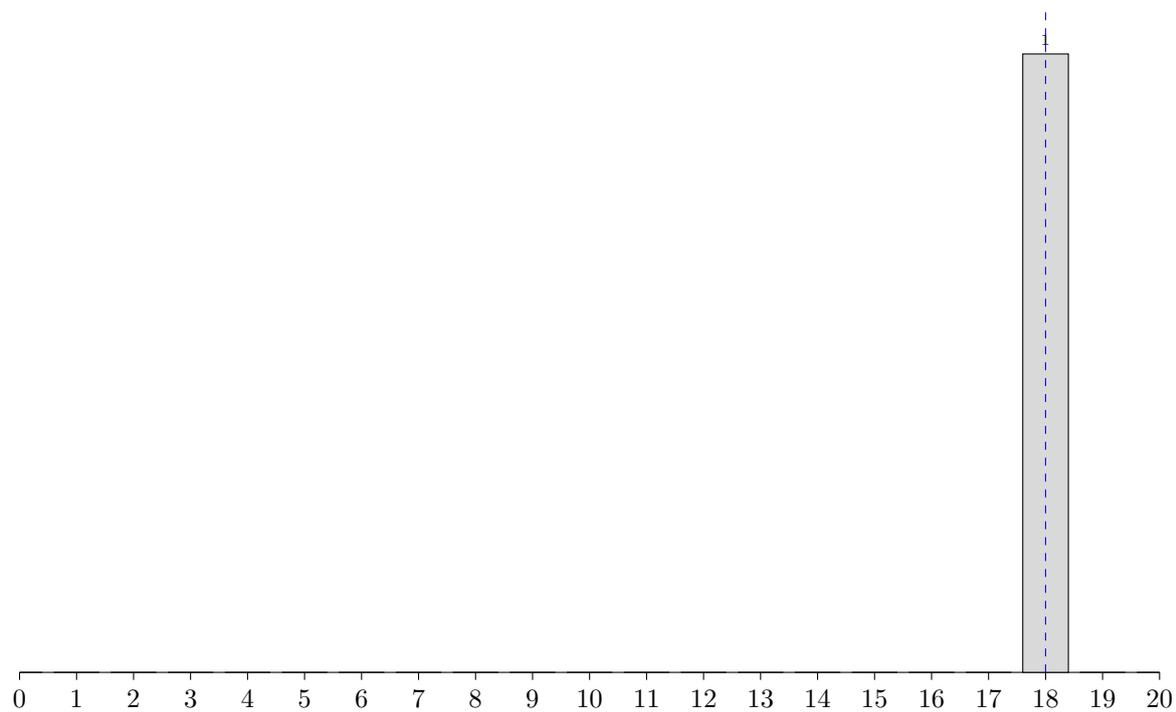
Polonais



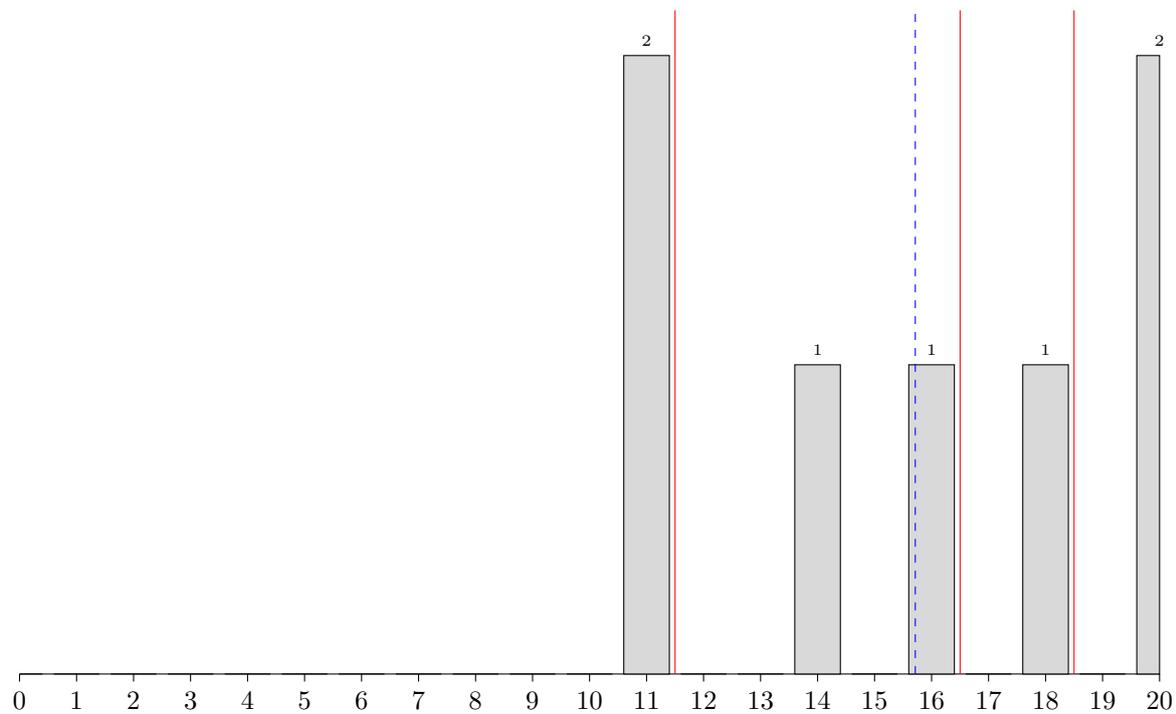
Portugais



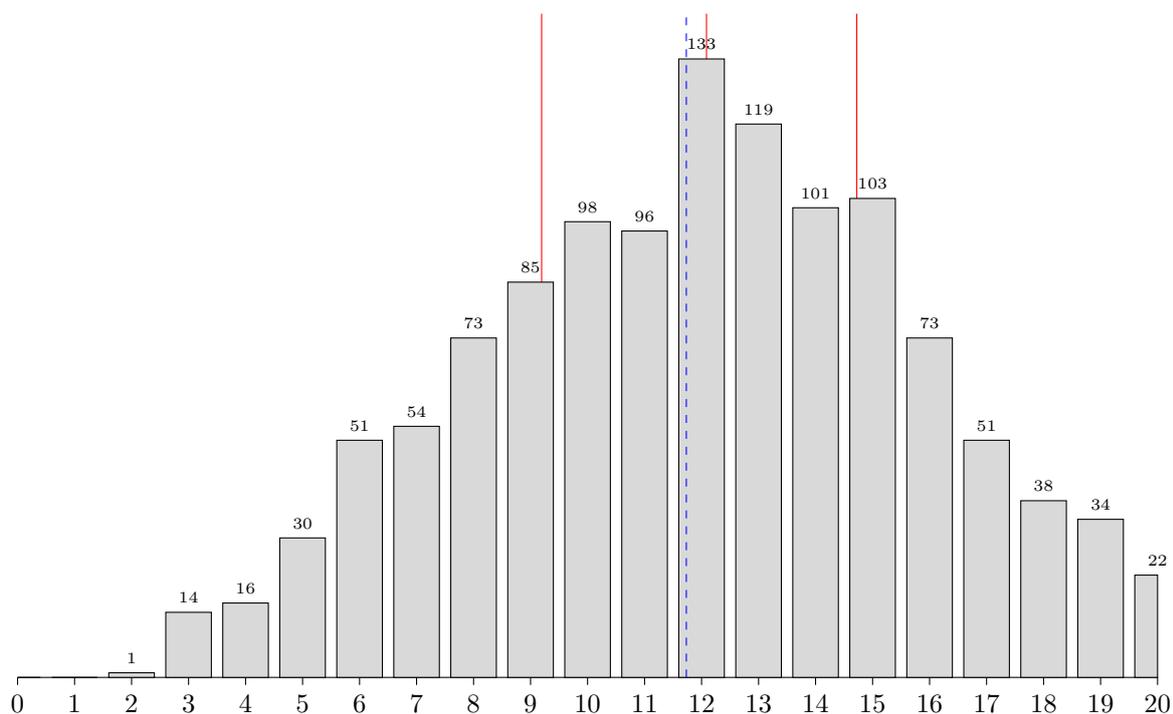
Roumain



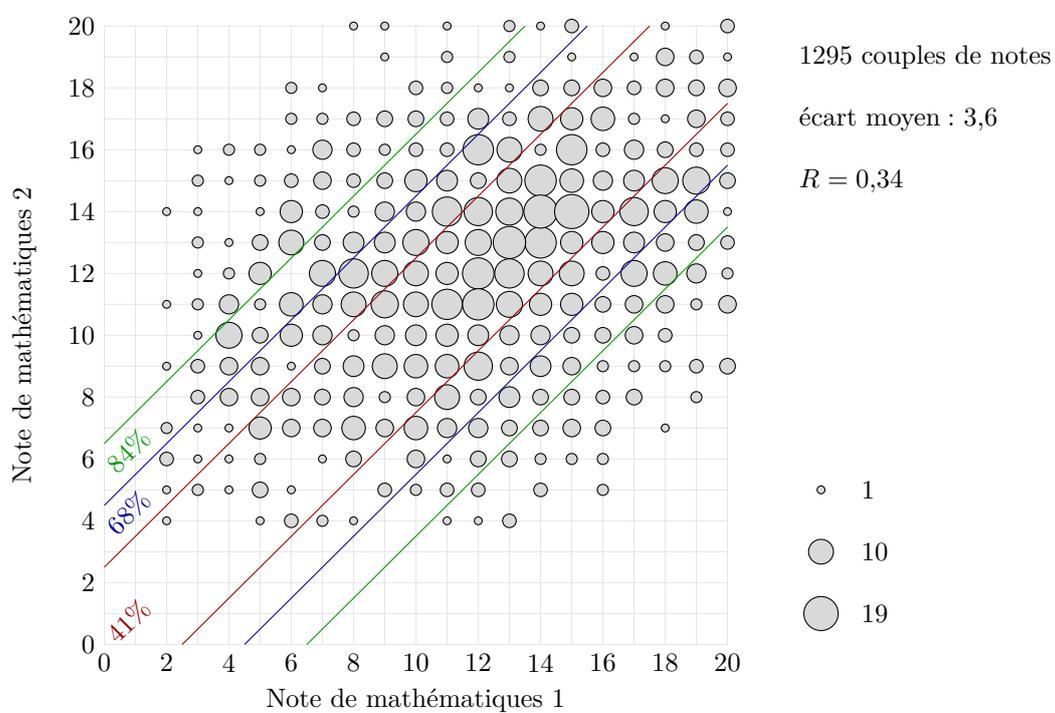
Russe



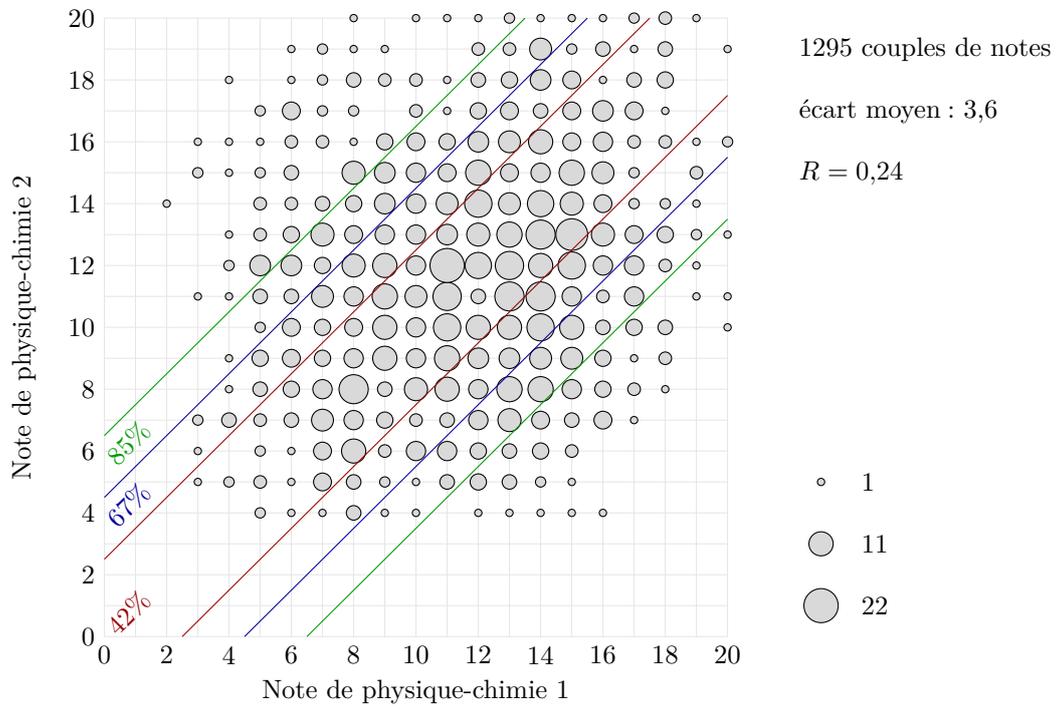
Entretien scientifique



Corrélation entre mathématiques 1 et mathématiques 2



Corrélation entre physique-chimie 1 et physique-chimie 2



Mathématiques

Présentation des épreuves

Épreuve de mathématiques 1

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

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

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

Épreuve de mathématiques 2

L'épreuve de mathématiques 2 fait appel à l'outil informatique. Un ordinateur équipé des logiciels Python (distribution Pyzo et Anaconda en 2019) et Scilab est mis à disposition du candidat. Des fiches d'aide présentant différentes fonctions Python pouvant être utiles sont fournies lors de l'épreuve sous forme papier ainsi que sous forme d'un fichier PDF présent sur l'ordinateur. Ces fiches sont consultables en ligne sur le site du concours. Le candidat dispose d'une préparation d'une demi-heure puis est interrogé pendant 25 minutes environ. L'outil informatique peut être employé pour effectuer des calculs, des tracés de courbes ou de surfaces, étudier des exemples numériques correspondant à un problème théorique donné, effectuer des calculs matriciels (par exemple résoudre un système linéaire ou rechercher les éléments propres d'une matrice), simuler une expérience aléatoire, émettre des conjectures... Dans cette épreuve, on évalue la capacité du candidat à aborder de manière constructive les notions du programme de mathématiques de la filière PSI, à choisir la meilleure représentation d'un objet pour résoudre un problème donné, à organiser de manière claire un calcul complexe. La capacité à s'exprimer et la rigueur de la démarche sont aussi prises en compte dans la notation.

Analyse globale des résultats

Épreuve de mathématiques 1

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

On distingue assez nettement trois groupes de candidats.

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

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

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

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

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

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

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

Épreuve de mathématiques 2

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

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

Il est très rare qu'un candidat soit mutique. En revanche, le jury regrette que quelques candidats parlent sans écouter les conseils qui leur sont proposés. Un peu plus d'attention de leur part leur permettrait sans doute de mieux répondre aux exigences de l'épreuve.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

Pour bien préparer ces épreuves, il faut tout d'abord travailler son cours puis les techniques usuelles. Un candidat qui connaît son cours et sait comment aborder les problèmes classiques est assuré d'avoir une note fort convenable. Toutes les notions du cours de deuxième année de PSI, mais aussi du cours de première année (intersection entre les programmes de MPSI et de PCSI), doivent être connues. Certains

candidats utilisent des notions qui ne sont pas au programme de PSI mais qui le sont dans d'autres filières (typiquement la compacité, le lemme des noyaux) ; alors même qu'ils en ignorent d'autres au programme. Les exercices ont été spécifiquement préparés pour la filière PSI et ne demandent pas de connaissances hors programme.

Le jury remarque que certains candidats sont parfois bloqués par la méconnaissance de résultats élémentaires de première année voire de terminale. En voici quelques exemples : un polynôme réel de degré impair admet une racine réelle, l'expression des racines n -ièmes de l'unité, reconnaître une primitive simple, écrire correctement une hypothèse de récurrence, utiliser une formule trigonométrique.

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

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

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

Utilisation du logiciel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Trop de candidats n'ont pas compris ce que renvoie la fonction `eig` du module `numpy.linalg` et en particulier ne savent pas extraire un vecteur propre associée à une valeur propre donnée. Rappelons que ces vecteurs se lisent dans les colonnes de la seconde matrice renvoyée par la commande mentionnée ci-dessus et qu'un exemple montrant comment extraire un tel vecteur figure dans l'aide.

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

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

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

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

Analyse

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

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

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

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

Pour les équations différentielles on déplore l'utilisation inappropriée de l'équation caractéristique dans la résolution de l'équation différentielle $y'' = \pm y$, ce qui reste toutefois moins grave que son utilisation dans le cas d'une équation à coefficients non constants. La méthode dite de « variation de la constante », utile (entre autre) à la résolution des équations différentielles linéaires du premier ordre avec second membre, s'apparente pour les candidats fort souvent à une recette, présentée sans rigueur, et sans que l'on sache si l'on procède par condition nécessaire ou suffisante. Rappelons que l'oxymore cache un simple changement de fonction inconnue qui permet de donner par *équivalence* la solution *générale* l'équation avec second membre. Les étudiants ne sont pas familiers avec les techniques de recollement des solutions d'une équation différentielle. La structure de l'ensemble des solutions d'une équation différentielle linéaire est parfois ignorée.

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

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

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

En analyse, il est essentiel de comprendre la différence entre deux exercices : démontrer qu'une limite existe, et démontrer qu'une limite existe et vaut ℓ . Rappelons que l'on ne peut écrire les symboles $\lim_{x \rightarrow +\infty}$, $\int_a^{+\infty}$, $\sum_{k=0}^{+\infty}$ qu'après avoir justifié leur existence (sauf exception précisée dans le programme : intégration par parties, changement de variables).

Enfin, quand il faut vérifier une hypothèse de domination, la fonction dominante doit avoir deux propriétés : l'une de convergence, l'autre d'indépendance par rapport à une variable, il faut que le candidat vérifie et énonce au moins oralement ces deux propriétés.

Algèbre

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

Il est parfois difficile d'étudier le caractère diagonalisable d'une matrice 2×2 . Le fait que les valeurs propres d'une matrice triangulaire se trouvent sur la diagonale nécessite souvent un lourd calcul. La recherche de vecteurs propres évidents (comme $(1, \dots, 1)^T$) est moins spontanée que l'année dernière. La détermination des espaces propres d'une matrice est le plus souvent abordée par résolution du système $AX = \lambda X$. La recherche du noyau de $A - \lambda I_n$ par opérations sur les colonnes est pourtant bien plus rapide et élégante mais suppose de savoir interpréter vectoriellement les opérations sur les colonnes. Par ailleurs, la détermination de la dimension d'un sous-espace propre doit faire intervenir un argument sur le rang du système même en petite dimension : on ne peut pas se contenter de dire « on voit bien que le sous-espace est de dimension 1 ».

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

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

Probabilités

Le chapitre des probabilités semble avoir un statut particulier pour les candidats qui oublient trop souvent les hypothèses des théorèmes employés : ainsi est-il difficile d'avoir celles de l'inégalité de Markov ou la définition d'un système complet d'événements. Bien évidemment, la traduction, par exemple d'une probabilité conditionnelle, passe souvent par des explications en français, ce qui d'ailleurs permet d'évaluer la compétence à expliquer une modélisation. Mais cela ne doit pas se faire au détriment de la rigueur.

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

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

Conclusion

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

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

Physique-chimie

Présentation des épreuves

Physique-chimie 1

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

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

Au cours de l'épreuve, deux formulaires sont mis à la disposition des candidats : un formulaire d'analyse vectorielle, ainsi qu'un formulaire de physique regroupant les différentes lois et formules — rencontrées dans le programme — mais non exigibles (relations de passage pour le champ électromagnétique, formules de conjugaison des lentilles minces...). La plupart des sujets intègrent des considérations numériques, le plus souvent sous la forme d'une ou plusieurs estimations d'ordre de grandeur, pouvant être réalisées au tableau. La finalité de ces estimations peut être de simplifier le modèle mis en place ou de vérifier la pertinence des résultats auxquels il conduit.

Physique-chimie 2

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

L'épreuve comporte une demi-heure de préparation. Un ordinateur sur lequel est notamment installé Python est à la disposition du candidat. Les candidats disposent de leur calculatrice personnelle pour toute la durée de l'épreuve (y compris le passage au tableau) ; l'autre option, pratique en préparation, est d'utiliser la calculatrice sous Python.

L'énoncé donné aux candidats tient sur une page au maximum.

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

Ces documents sont souvent des scripts Python à exécuter et éventuellement à modifier — il s'agit alors de modifications mineures ; il peut aussi y avoir un diaporama, des vidéos, documents techniques, extraits d'articles. Ils sont fournis dès le début de la préparation et peuvent également être consultés librement pendant l'exposé au tableau.

Les domaines abordés peuvent être choisis parmi n'importe quelle rubrique du programme des deux années de la filière PSI retenu pour le concours.

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

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

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

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

Analyse globale des résultats

Physique-chimie 1

Cette année encore, le jury a eu le plaisir d'assister à des prestations de très haut niveau : environ 25 % des candidats décrochent en effet une note supérieure ou égale à 15. Seuls 5 % des candidats obtiennent une note inférieure ou égale à 5. Pour la plupart de ces derniers, la note sanctionne un manque de maîtrise, voire une méconnaissance, des concepts et lois fondamentales du programme.

Parmi les tendances fortes observées au cours de cette session, le jury tient à mettre en avant les progrès significatifs réalisés par les candidats dans le domaine du calcul algébrique et espère que cette tendance va se confirmer lors des sessions ultérieures. En effet, même si les sujets posés sont conçus pour mettre en avant l'analyse physique et limiter les calculs, ceux-ci restent inévitables dans le cadre d'une démarche de modélisation. En revanche, le jury déplore qu'une proportion significative des candidats n'accorde pas aux questions « qualitatives » l'importance et la rigueur qu'elles méritent : la justification qualitative d'une hypothèse par exemple, ou encore l'analyse précise des tendances observables sur un graphe, constituent en effet des savoir-faire importants pour un futur ingénieur.

L'autonomie et l'initiative des candidats sont des critères importants de l'évaluation. Pour cette raison, les énoncés sont élaborés de façon à laisser des libertés aux candidats, notamment sur le paramétrage du problème et sur la stratégie de résolution à adopter. Les schémas et les graphes sont malheureusement toujours délaissés, même lorsqu'ils sont fournis par l'énoncé. Par ailleurs, le jury a regretté de constater qu'une part importante de candidats rencontre des difficultés à s'approprier un problème à cause d'un manque de compréhension de la signification physique des grandeurs à introduire. Cela est particulièrement vrai en thermodynamique ou encore dans l'étude des phénomènes de transfert, pour lesquels la définition d'un vecteur densité de courant approprié s'avère souvent très discriminante.

Concernant la forme, les candidats font bien la part des choses entre ce qui doit être écrit au tableau et ce qui peut être expliqué oralement à l'examineur. La présentation et la communication orale sont souvent très satisfaisantes.

Physique-chimie 2

Environ 25 % candidats obtiennent une note entre 15 et 20. L'épreuve est désormais mieux appréhendée par les candidats qui s'efforcent d'entrer dans la problématique posée.

La discrimination entre ces candidats se fait entre autres par :

— la communication

la présentation du sujet et de ses documents, les réactions aux questions, les enseignements tirés des divers documents ou applications du sujet ; on voit trop souvent des candidats démarrer leur prestation par un calcul sans fournir aucune explication. Le jury applique un barème systématique sur la

présentation du sujet qui peut rapporter jusqu'à 3 points ; bien entendu, le candidat qui commence sa présentation par « à la question 1), j'ai répondu... » ne gagne aucun point. Il est d'ailleurs incompréhensible qu'un candidat ne s'intéresse pas à la contextualisation des sujets ;

– l'autonomie et l'initiative

certaines planches laissent une grande place à l'initiative, qu'il faut donc développer ; il n'est pas interdit par exemple d'évaluer une épaisseur de peau, de tenter toute application numérique permettant de préciser le champ des hypothèses. Par ailleurs, le candidat doit aussi faire preuve d'autonomie et être capable d'exposer une démarche complète (calcul, démonstration...)

– l'appropriation

les documents sont source d'informations que les candidats doivent pouvoir relever et exploiter. À ce sujet, les courbes tracées sur ordinateur doivent pouvoir être exploitées rigoureusement ; les candidats sont encore rares à utiliser les fonctionnalités (pas bien compliquées) de la fenêtre graphique Python, comme la loupe, ou l'agrandissement de la fenêtre qui permettent une lecture précise des coordonnées d'un point.

Au cours de l'oral, l'interrogateur pose naturellement des questions, qui peuvent correspondre à de simples analyses de résultats, des prolongements ou ouvertures. Souvent, le but d'une question est aussi de donner l'occasion au candidat de corriger une erreur ou de changer de stratégie.

L'objectif du jury, par les questions ou les remarques formulées, est uniquement d'évaluer les candidats ; le jury s'efforce de le faire avec bienveillance, mais aussi et surtout avec justesse et rigueur.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

Remarques générales

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

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

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

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

L'interprétation des graphes en échelle log-log n'est pas du tout maîtrisée : sur ces graphes, une droite n'est pas la traduction d'une loi affine !

Bilans macroscopiques

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

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

Chimie

Le jury constate avec satisfaction que peu de candidats font l'impasse sur la chimie. De nombreux sujets de chimie ont ainsi donné lieu à des échanges intéressants.

Conversion de puissance

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

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

Électromagnétisme

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

Toujours dans le domaine de l'induction, le jury a observé une nouvelle « tendance » : appliquer le théorème d'Ampère pour déterminer le courant induit dans un circuit à partir de la circulation du champ magnétique inducteur ! Il semble donc utile de rappeler que la traduction d'une conversion de puissance électro-mécanique parfaite constitue souvent une alternative intéressante à la loi de Faraday.

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

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

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

Électronique

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

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

Le jury constate des difficultés nouvelles : nombre de candidats n'arrivent plus à déterminer une fonction de transfert (même simple) ; il est bon à ce sujet de maîtriser la loi des nœuds en terme de potentiels.

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

Mécanique

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

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

Phénomènes de transport

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

La loi de Fick ne constitue pas la définition du vecteur densité de courant particulaire, pas plus que la loi de Fourier ne définit le vecteur densité de courant thermique.

Lors de la détermination de la résistance thermique (ou hydraulique) d'un système, il convient de ne pas oublier que le problème doit être mis en équations en faisant attention à l'orientation relative du flux thermique et de la différence de température appliquée (ou du débit volumique et de la différence de pression imposée).

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

Physique des ondes

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

L'équation de d'Alembert n'est pas adaptée à toutes les situations ! Il faut donc bien connaître les hypothèses permettant de l'écrire.

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

Thermodynamique

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

La thermodynamique de première année reste d'une façon générale assez mal maîtrisée, et on voit naître de nouvelles confusions, par exemple entre U et H . Pour pouvoir écrire le premier principe en terme enthalpique, il importe de vérifier au préalable les hypothèses nécessaires.

La confusion entre transformation isenthalpique et transformation isentropique est fréquente.

Les machines thermiques posent toujours problème, notamment pour identifier la fonction de chacun de ses éléments : par exemple, il serait bon que les candidats connaissent le rôle d'un évaporateur. Le jury tient également à rappeler que la transformation dans un détendeur est généralement considérée comme isenthalpique (et non pas isentropique !) car ce n'est pas un dispositif dédié à un transfert thermique ou mécanique.

Le premier principe industriel (premier principe appliqué à un système ouvert) n'est toujours pas un outil utilisé de façon naturelle : même si le sujet de demande pas explicitement de l'appliquer, le jury attend des candidats qu'ils prennent l'initiative de le faire dans bon nombre de situations. Notons qu'il existe deux

formulations du premier principe industriel. La mieux connue des candidats fait appel à des grandeurs massiques. L'autre, qui gagne à être utilisée dans certaines situations, fait intervenir des puissances.

L'intérêt du premier principe industriel est avant tout de l'appliquer à des dispositifs courants comme un détendeur, un compresseur, une turbine, un évaporateur... et non à des cycles complets de transformations. Certains candidats ont des difficultés à identifier correctement la nature des transferts (s'il y en a) relatifs à ces dispositifs.

Conclusion

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

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

En physique-chimie 2, l'accent doit être mis sur la présentation du sujet (ce qui est à peu-près réalisé) et *des documents fournis* en montrant leur intérêt. L'examinateur a besoin qu'on lui présente le sujet pour être plus rapidement au fait des idées du candidat et de la situation étudiée. Puis les candidats doivent prendre des initiatives sur la base de leur préparation ou des échanges avec l'interrogateur. Ils ne doivent pas hésiter à faire le parallèle avec une situation connue et pertinente par rapport à la problématique proposée.

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

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

Que ce soit en chimie (titrage, étude cinétique et thermodynamique, oxydoréduction, électrolyse...) ou en physique (électricité, électronique, optique), il s'agit d'étudier un phénomène particulier à l'aide des notions figurant au programme des deux années de préparation. D'une manière générale, les candidats sont évalués à partir des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

L'évaluation s'articule le plus souvent autour de trois composantes : les échanges oraux qui conduisent la plupart du temps à l'élaboration ou à l'explication de protocoles, les gestes techniques, c'est-à-dire la mise en œuvre des protocoles et enfin le compte rendu. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou sont à proposer par les candidats. Parallèlement aux échanges avec l'examinateur, les candidats rédigent un compte rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses aux questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé aux candidats d'analyser et de valider les résultats, de répondre de façon argumentée à la problématique posée, d'effectuer une synthèse montrant qu'ils ont 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.

Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les téléphones portables et clés USB sont interdits. En travaux pratiques de physique, il est recommandé d'apporter une montre non connectée tandis qu'en travaux pratiques de chimie, aucune montre n'est autorisée. Dans le cas des manipulations de chimie, pour des raisons de sécurité, les candidats doivent porter un pantalon et des chaussures fermées, les cheveux longs doivent être attachés. Ils doivent se munir d'une blouse en coton à manches longues. Les lunettes de protection sont fournies et les *lentilles de contact ne sont pas autorisées*.

Durant l'épreuve, les candidats peuvent disposer de la notice de certains appareils, un technicien peut également leur expliquer le fonctionnement de certains dispositifs. Des modes d'emploi succincts des différents logiciels sont mis à disposition.

Analyse globale des résultats

Globalement, les candidats sont bien préparés à l'épreuve. Certains sont de brillants expérimentateurs et font des analyses très fines. D'autres, au contraire, ont plus de difficultés dans les manipulations et manquent de dextérité. Par ailleurs, comme lors de la session précédente, on peut regretter qu'un certain nombre de candidats se focalisent sur la réalisation des gestes expérimentaux sans réellement chercher à comprendre les phénomènes ni à exploiter les résultats en vue de répondre à la problématique proposée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attitude

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

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. Les candidats sont responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'épreuve dans la durée impartie. Le jury recommande l'usage de brouillons lors des échanges avec les interrogateurs et encourage les échanges précoces qui font gagner du temps aux candidats. En chimie en particulier, certains candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examineur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les annexes et les tableaux de données. 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. L'analyse des données fournies est importante. En chimie, elle permet de reconnaître la réactivité des espèces chimiques étudiées (acides, bases, oxydants, réducteurs...) et les grandeurs physico-chimiques qui les caractérisent (E° , pK_a , pK_s ...) donc de prévoir ou des comprendre les protocoles permettant, par exemple, de les doser.

Dans chaque sujet, figurent deux ou trois appels à l'examineur, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs réflexions et de leurs travaux et répondre aux éventuelles questions posées dans le sujet. Les candidats doivent prendre l'initiative de solliciter l'examineur lors des différents appels. Certains d'entre eux les présentent sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude contraire à l'esprit de l'épreuve.

Le jury attend que les candidats préparent ces appels :

- l'argumentation doit être organisée de façon claire et logique et s'appuyer sur un vocabulaire adapté (les appareils clairement identifiés, la verrerie correctement nommée...);
- si la réponse s'appuie sur une équation, un calcul, un schéma, il faut que le support écrit soit clair et lisible.

En cas de difficultés, les candidats ne doivent pas hésiter à solliciter l'examineur. Un échange s'engage alors entre l'examineur et le candidat, celui-ci reçoit les indications nécessaires et peut continuer l'épreuve. Suivant le cas, un protocole est fourni à l'issue de l'appel, que la proposition faite par le candidat soit correcte ou non.

Par ailleurs, les candidats doivent faire la différence entre un test qualitatif et une mesure précise de manière à ne pas perdre de temps. Ainsi, de nombreux candidats n'ont pas le temps d'effectuer le dernier appel, ou sinon dans de mauvaises conditions.

La synthèse écrite demandée en fin d'épreuve est souvent absente ou se limite à un simple résumé, parfois de quelques lignes, parfois au contraire trop long, énonçant les résultats obtenus ou les difficultés rencontrées. Il s'agit également de répondre aux questions demandées qui sont clairement indiquées dans le texte. Le but de la synthèse est de prendre du recul, de montrer l'intérêt de la manipulation et de répondre à la problématique.

Mobilisation des connaissances

L'épreuve demande parfois quelques calculs assez simples qui permettent la confrontation entre expérience et théorie et nécessitent un minimum de connaissances élémentaires. Mais certains candidats ne montrent pas la compétence nécessaire pour les maîtriser. Un nombre important d'entre eux privilégient les calculs théoriques complexes aux explications physiques simples, attitude contraire à l'esprit de l'épreuve.

Aspects pratiques

L'oscilloscope numérique est souvent employé comme instrument capable de 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 ou verticales inadaptées, de valeurs relevées en position AC ou DC). Par ailleurs, la synchronisation reste parfois mal connue ou mal maîtrisée. Un mauvais choix de fonctions par certains (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 les déphasages et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque cette fonction n'est pas disponible. Enfin certains font confiance à la fonction « measure » alors même que le signal est à peine visible à l'écran.

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

Malgré les notices simplifiées fournies aux candidats pour les oscilloscopes, beaucoup d'entre eux font des erreurs de mesure en raison d'une 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 certaines erreurs récurrentes :

- erreurs de masse (non-raccordement ou raccordement en deux endroits différents, entrée non connectée à la masse alors qu'on demande d'appliquer un potentiel de 0 V) ;
- non-vérification du fonctionnement linéaire d'un montage (choix de signaux d'amplitude inadaptée) ;
- confusion entre fréquence et pulsation ;
- confusion entre tension crête et tension crête-à-crête.

L'étude de la fonction de transfert d'une boîte noire avec deux bornes marquées *entrée* et deux bornes marquées *sortie* pose souvent des problèmes de branchement. En cas de doute, les candidats ne doivent pas hésiter à demander confirmation à l'examineur.

Concernant le matériel utilisé en optique, trop de candidats ne savent pas reconnaître simplement 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...). 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 pas acquis les bases théoriques indispensables à la compréhension de certains sujets d'optique. Sur le goniomètre, par exemple, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles d'incidence et d'émergence dans le cas de la lumière diffractée par un réseau. 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. La conjugaison infini foyer, par exemple, n'est pas toujours maîtrisée. De même un tracé de rayons avec un point situé hors de l'axe optique pose souvent d'importantes difficultés.

Une utilisation adaptée de la verrerie est nécessaire en chimie. Le jury attend donc que les candidats sachent qu'un prélèvement précis nécessite une pipette jaugée et non une éprouvette. Le jury rappelle qu'un bécher ne peut servir lors du prélèvement d'une solution. Dans certains sujets, la précision du prélèvement est explicitement annoncée. Dans d'autres sujets, c'est aux candidats de choisir la verrerie

avec discernement. Ainsi, pour acidifier une solution, rincer un solide, ajouter un réactif en excès, une éprouvette graduée suffit alors que pour prélever la solution que l'on veut titrer, l'utilisation de verrerie jaugée adaptée s'impose. Aussi, le jury recommande-t-il aux candidats de prendre le temps de réfléchir au choix de la verrerie. Par défaut et dans le doute, les candidats préfèrent souvent recourir à la verrerie de précision (« qui peut le plus peut le moins » pensent-ils). Mais ils perdent en général un temps précieux : d'une part parce que mesurer un volume à l'aide d'une pipette jaugée prend plus de temps qu'avec une éprouvette graduée, d'autre part parce que la verrerie à disposition n'étant pas en nombre infini, il leur faut procéder à des étapes de lavage très chronophages. Les candidats doivent être conscients que le jury sanctionne l'utilisation d'une verrerie trop précise, signe d'une mauvaise compréhension du rôle de l'espèce chimique ainsi introduite.

L'utilisation de burette comme instrument de mesure de volumes précis (à 0,1 mL près environ) est rarement envisagée. Elle est pourtant recommandée lorsqu'on souhaite préparer plusieurs solutions étalons ou plusieurs mélanges de compositions différentes pour une étude d'ordre en cinétique par exemple.

Si, cette année, l'utilisation des balances de précision n'a pas posé problème, la signification de l'expression « peser une masse précise voisine de... » semble encore inconnue pour certains candidats. Par ailleurs, le terme transvasement quantitatif est source d'incompréhension. Le jury rappelle qu'un transvasement quantitatif consiste à verser la totalité du prélèvement en rinçant la coupelle ou le contenant avec un solvant. Il ne s'agit en aucun de prélever un volume ou une masse précise de l'échantillon. Par ailleurs une réaction dite quantitative est une réaction fortement déplacée dans le sens de formation des produits.

Sécurité

Lors d'une manipulation de chimie, garder des gants en permanence est source de danger puisque cela revient à répandre partout les substances dont il faut se protéger. Ainsi, le port des gants est nécessaire pour prélever des réactifs corrosifs mais le jury conseille aux candidats de les retirer après le prélèvement et de les jeter. Si besoin, une autre paire de gants peut être fournie.

Le port des lentilles de contact est strictement interdit et les lunettes ou sur-lunettes sont obligatoires pendant toute la durée des manipulations. Cette année, le jury a constaté que certains candidats avaient tendance à les retirer. Même en cas de fortes chaleurs, la sécurité des candidats reste la priorité du jury.

Incertitudes

Les calculs d'incertitude ne sont pas systématiquement demandés. Il s'agit souvent d'identifier les *principales sources d'erreur* et parfois d'évaluer les incertitudes-types afférentes de manière à déterminer l'intervalle de confiance d'une grandeur calculée à partir de grandeurs mesurées. Dans certains cas le logiciel Gum MC ainsi qu'une notice sont à disposition. En outre, en travaux pratiques de chimie, un tutoriel rappelle les formules en lien avec la détermination d'incertitude composée.

Même si leur nombre est croissant, trop 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.

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. Les candidats doivent au minimum se demander si l'ordre de grandeur de la mesure est correct.

Conseils sur les techniques utilisées en chimie

Environ 17 % des admissibles au concours ont réalisé une épreuve de travaux pratiques portant sur la chimie. Le jury souhaite donner quelques conseils spécifiques aux candidats pour que ceux-ci puissent réaliser au mieux dans le temps imparti les différentes manipulations proposées.

Réalisation de solutions

Le jury attend des candidats qu'ils soient capables :

- de préparer avec précision une solution par dissolution en utilisant une balance de précision, une fiole jaugée et en récupérant de façon quantitative le solide. Le jury regrette l'absence d'homogénéisation (aussi bien quand la fiole jaugée n'est remplie qu'aux deux-tiers qu'en fin de réalisation) si bien que dans certaines solutions préparées, il reste encore du solide au fond de la fiole jaugée.
- de réaliser une dilution précise en utilisant pipette jaugée et fiole jaugée. Là encore, l'homogénéisation est souvent défailante induisant un gradient de concentration qui peut poser problème lors de l'utilisation des solutions.

Titration

Il convient dans un premier temps de réfléchir à la réaction support du titrage puis de s'assurer qu'elle remplit les critères (réaction quantitative et rapide). Dans un second temps, les candidats doivent chercher une méthode de détermination de l'équivalence. Les candidats ont tendance à confondre la nature de la réaction support de titrage avec la technique utilisée pour la détermination de l'équivalence et annoncent la seconde sans avoir réfléchi à la première. « Je vais faire un titrage pH-métrique ». Certes... mais de quelle espèce ? avec quel titrant et quelle réaction ?

Lors de l'élaboration d'un protocole, il convient d'écrire la relation à l'équivalence, de supposer un volume équivalent cohérent ; les candidats pourront ainsi en déduire la nécessité ou non de diluer la solution titrée et de choisir le volume du prélèvement adapté.

Par ailleurs, les différentes techniques de suivi d'un titrage ne sont pas toutes connues ou maîtrisées. Le suivi par potentiométrie est ainsi rarement proposé. Il est confondu avec le suivi par conductimétrie. Le jury rappelle que lors d'un dosage conductimétrique, la grandeur mesurée est la conductivité alors que celle mesurée lors d'un dosage potentiométrique est une différence de potentiel.

Lors d'un titrage suivi par colorimétrie, au moins deux essais sont nécessaires. Un premier titrage rapide permet de déterminer un encadrement du volume équivalent, un second titrage déterminera à la goutte près (ou à quelques gouttes près) le volume équivalent. Il ne s'agit pas d'un problème de temps car de nombreux candidats finissent les manipulations bien avant l'horaire. Le jury rappelle par ailleurs que la détermination de l'équivalence ne peut être faite qu'en regardant le changement de couleur de la solution dans l'erlenmeyer et non le volume lu sur la burette.

De plus, les candidats ne connaissent pas les spécificités liées à chaque méthode. Ainsi, le jury a trop souvent vu des candidats resserrer les points lors d'un titrage suivi par conductimétrie puis arrêter les mesures juste après la rupture de pente. À l'inverse, un grand nombre de candidats ne cherchent pas à resserrer les mesures à l'approche de l'équivalence d'un titrage pH-métrique ou potentiométrique. Le jury recommande de tracer la courbe de façon simultanée à la prise de valeur ce qui permet aux candidats de resserrer les points si nécessaire. À ce sujet, la plupart des candidats utilisent un tableur mais n'en profitent pas pour tracer la courbe au fur et à mesure de leurs ajouts. Ils n'ont donc pas moyen de repérer

la modification de la pente qui annonce le saut (de potentiel ou de pH) et ne peuvent donc pas resserrer les points au bon moment.

L'élaboration d'un protocole de titrage pour un polyacide ou pour deux acides demeure très difficile. Les notions de titrages successifs ou simultanés ne sont pas toujours acquises. Le jury recommande aux candidats d'observer la courbe obtenue pour valider ou infirmer la prévision exposée pendant l'appel quant à l'aspect successif ou simultané de deux titrages.

Enfin, on peut noter une mauvaise utilisation de la burette qui n'est pas toujours rincée avec la solution et qui contient quasi-systématiquement une bulle d'air dans sa pointe, faussant ainsi la mesure de volume.

Oxydoréduction

Cette année encore, l'oxydoréduction semble mal maîtrisée. Ainsi, nombreux sont ceux qui prévoient un montage d'électrolyse en oubliant d'y introduire un générateur. Les branchements d'un voltmètre et d'un ampèremètre pour les mesures respectives de la tension entre les deux électrodes et du courant traversant l'électrode de travail posent d'énormes difficultés. Par ailleurs, rares sont les candidats qui en voulant réaliser une électrolyse connectent la cathode à la borne négative du générateur et l'anode à la borne positive.

Les diagrammes E-pH sont bien compris. Des erreurs subsistent notamment sur le diagramme potentiel-pH de l'eau où les domaines de prédominance de H_2O , H_2 et O_2 sont mal déterminés. Pour les couples de l'eau, les candidats veulent souvent calculer les « nombres d'oxydation de l'eau » et rares sont ceux qui s'appuient simplement sur une demi-équation électronique pour identifier l'oxydant et le réducteur d'un couple. De plus, ils sont souvent embarrassés, en écrivant la demi-équation $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$ de ne pas y voir figurer la molécule d'eau. L'influence des ions H_3O^+ ou HO^- est très mal interprétée.

L'utilisation des diagrammes E-pH pose également problème : les candidats signalent que deux espèces « ont des domaines de prédominance disjoints » mais n'ont en général pas compris que cela signifie qu'elles réagissent ensemble.

Par ailleurs, l'interprétation des courbes intensité-potentiel se révèle délicate et ne permet pas à certains candidats d'évaluer ou de comparer la cinétique de certaines réactions.

Spectrophotométrie

La technique de spectrophotométrie UV-visible est plutôt bien maîtrisée. La plupart des candidats connaissent la loi de Beer-Lambert et pensent à faire un spectre d'absorption pour déterminer la longueur d'onde de travail. La justification du choix du maximum d'absorption n'est pas toujours exposée... Du point de vue pratique, rares sont les candidats qui pensent à rincer la cuve utilisée avec la solution étudiée et la nécessité de « faire le blanc » avant une mesure n'est pas toujours connue ou comprise. À ce sujet, le jury rappelle que le blanc et la mesure doivent être réalisés avec la même cuve pour bien s'affranchir de l'absorption de la cuve utilisée.

Calorimétrie

Cette technique est globalement bien connue des candidats, la détermination préalable de la capacité thermique du calorimètre pose cependant problème à certains.

Cinétique

De nombreux candidats ne maîtrisent pas la méthode intégrale utilisée pour déterminer un ordre partiel. Nombre d'entre eux ne réussissent à exploiter les données pour évaluer les constantes de vitesse apparente lorsque la méthode de dégénérescence de l'ordre est utilisée. Ils ne pensent pas que répéter la mesure de la constante de vitesse apparente en changeant la concentration de l'espèce introduite en large excès permet de déterminer l'ordre partiel par rapport à cette espèce.

Mesure de pH

Si la mesure de pH à l'aide d'un pH-mètre est acquise par une majorité de candidats, la vérification d'un pH à l'aide de papier pH est beaucoup plus délicate. Le jury rappelle qu'il faut utiliser une baguette de verre, la plonger dans la solution et déposer une goutte sur le papier pH ; tremper le papier pH directement dans la solution est à proscrire.

Exploitation des résultats

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

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

Certains candidats n'utilisent pas le papier millimétré à leur disposition et dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte rendu. Par exemple, il est vraiment inacceptable de lire un volume équivalent sur une feuille de copie avec une abscisse non précisée et mal graduée. Un graphe doit présenter un titre et les axes doivent être annotés.

Dans l'ensemble, la plupart des candidats maîtrisent correctement le tracé expérimental de diagrammes de Bode ainsi que l'analyse de ces diagrammes mais trop de candidats annoncent comme « asymptote à -20 dB/décade » une droite de pente différente, qu'ils ont tracée en se contentant de « coller » au mieux aux points de mesure.

Dans d'autres cas, les candidats ne pensent pas toujours à essayer de se ramener au tracé d'une droite pour tester 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 ou une courbe.

Plusieurs tableurs peuvent être mis à disposition des candidats (Latis Pro, Regressi, LibreOffice). Des notices succinctes sont fournies. 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'examinateur. Afin d'utiliser efficacement cet outil, il est recommandé :

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

Compétence « communiquer »

À l'oral

L'épreuve comporte une part de communication orale et la capacité des candidats à exposer clairement leur démarche est largement évaluée. Les candidats sont invités à appuyer leur raisonnement sur un schéma

clair ou un calcul effectué proprement au brouillon, dans un langage précis et avec une expression claire. Les échanges avec l'examinateur sont aussi l'occasion d'orienter les candidats qui se seraient trompés. Le jury évalue favorablement ceux d'entre eux qui écoutent et mettent en pratique les conseils prodigués. Comme indiqué précédemment nous recommandons aux candidats d'interagir avec l'examinateur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Un compte rendu succinct est attendu.

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

Enfin, les candidats doivent s'efforcer de rédiger leur compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une écriture lisible.

Le jury recommande aux futurs candidats de ne pas négliger la rédaction du compte rendu. En travaux pratiques de physique, dans certains sujets, une part non négligeable du travail, qui peut compter jusqu'à un tiers de la note finale, est à faire après le dernier appel et n'est donc évalué qu'à partir du compte rendu écrit.

Conclusion

Cette épreuve 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.

Ce rapport identifie souvent les erreurs et absences de maîtrise de capacités techniques et compétences expérimentales observées chez les candidats mais le jury n'en oublie pas moins les qualités à la maîtrise des gestes dont beaucoup font preuve.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

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

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

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

Supports matériels utilisés

Les supports utilisés lors de la session 2019 étaient les suivants :

- boule gyrostabilisée double étage ;
- bras collaboratif ;
- bras haptique ;
- compacteur solaire communicant ;
- drone didactique contrôlé ;
- imprimante 3D ;
- robot porte-endoscope pour chirurgie laparoscopique ;
- nacelle gyrostabilisée ;
- robot delta ;
- robot à câbles ;
- système d'égrenage de la vendange ;
- robot caméraman PIXIO ;
- slider de caméra ;
- système d'impression ;
- trieuse de pièces.

Organisation de l'épreuve

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dans tous les cas, toute mise en équation, lorsqu'elle est nécessaire, reste limitée et a souvent comme objectif de définir la forme d'un modèle.

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

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

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

- de valider ou recaler des modèles à partir d'essais expérimentaux et de résultats de simulations numériques des modèles élaborés ;
- d'enrichir un ou plusieurs modèles ;
- d'imaginer et choisir des solutions d'évolution du système en vue de répondre à un besoin du point de vue de l'utilisateur et exprimé par un cahier des charges.

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

Capacité de synthèse et de communication

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

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

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

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

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

Logiciels utilisés

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Analyse globale des résultats

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

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

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

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

Appropriation du sujet et présentations orales

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

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

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

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

Partie en autonomie

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

Analyse

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

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

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

Modélisation

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

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

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

Utilisation de l'outil informatique

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

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

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

Synthèse globale

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

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

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

Conclusion

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

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

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

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

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

Entretien scientifique

Présentation de l'épreuve

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

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

Chaque candidat est interrogé par deux examinateurs — l'un enseignant dans le domaine scientifique, l'autre dans celui des sciences humaines. L'entretien se situe à l'interface des sciences physiques et des sciences humaines ; il évalue tout aussi bien les compétences d'analyse textuelle, d'argumentation et de communication du candidat que ses connaissances scientifiques et sa capacité de raisonnement. Cette approche corrélée permet de tester l'aptitude d'un futur ingénieur à penser l'alliance entre ces deux dimensions du métier. Le partage des points est équitable entre les sciences humaines et les sciences physiques. Tous les examinateurs disposent des mêmes jeux de questions-réponses élaborés pour chacune des disciplines concernées. Les questions scientifiques (orientées le plus possible vers des applications technologiques) couvrent l'ensemble du programme de physique-chimie des deux années de classes préparatoires. Pour la première année, c'est le programme de PCSI qui est la référence.

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

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

L'ensemble est centré sur le ou les thèmes principaux abordés par le document.

Lors de la phase de préparation en salle, un quart d'heure avant la fin, une « résolution de problème » est communiquée au candidat qui prend ainsi connaissance de la problématique et du document qui lui sera projeté lors de sa présentation. La calculatrice n'est pas autorisée au cours de cette préparation, mais elle peut être utilisée en présence des examinateurs pour préciser une valeur numérique.

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

Analyse globale des résultats

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

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

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

Le niveau global constaté en sciences physiques est satisfaisant et le niveau de langue dans le discours scientifique en nette progression. Les candidats ont montré un vif intérêt pour les sciences et ont su mener cet entretien de façon argumentée avec une bonne connaissance du vocabulaire scientifique et des concepts maîtrisés, l'entretien avec le jury s'en est trouvé enrichi. L'écart entre les candidats s'est néanmoins affirmé selon leur capacité à appréhender le problème et à établir une stratégie simple et méthodique de résolution. Certains ont su construire une modélisation fondée sur des hypothèses réalistes et énoncer les lois physiques nécessaires dans une démarche raisonnée, alors que d'autres ont avancé dans le problème de façon incohérente et désordonnée, faisant preuve parfois d'une malhonnêteté intellectuelle sanctionnée par le jury.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Commentaire sur la partie sciences humaines

Exposé oral

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

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

Les articles soumis aux candidats sont généralement bien compris, du moins dans leurs grandes lignes. L'exposé est le plus souvent construit : présentation générale, structure et ton du texte, compte rendu analytique, élucidation des enjeux du texte. Dans cette étape, le principal écueil est la gestion du temps. En début d'interrogation, les examinateurs rappellent à chacun que le temps imparti pour l'exposé est limité et qu'ils signaleront par une petite pancarte qu'il reste une minute avant la fin de la prise de parole. Les candidats sont quoi qu'il en soit chaudement encouragés à se munir d'une montre, voire d'un chronomètre. Mais certains exposés sont inachevés faute d'avoir su respecter les cinq minutes accordées. Or il est essentiel de prévoir une conclusion qui offre une synthèse finale sur laquelle l'interrogation en sciences humaines pourra rebondir. Par ailleurs, trop de candidats confondent leur propre conclusion — celle qu'ils doivent apporter à leur exposé — avec celle de l'article.

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

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

Questions de langue

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

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

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

Questions de compréhension du texte

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

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

Questions sur les axes de développement

La partie « développements » est la partie de l'entretien où les candidats sont pendant quelques minutes « en roue libre » et ont la possibilité de témoigner à la fois de leur capacité de réflexion, de leur culture générale et de leur aptitude à former assez rapidement un discours construit et des phrases riches. Cette partie de l'entretien permet de juger des capacités argumentatives des candidats, de leur curiosité intellectuelle, mais aussi de leur niveau de langue. La rigueur logique, testée aussi dans la phase de l'interrogation scientifique, est largement sollicitée. Les candidats sont invités à approfondir leur exposé initial et à le compléter en faisant le lien entre les idées présentées par l'article et d'autres champs du savoir. Cette aptitude à connecter les réflexions correspond à la réactivité attendue par les examinateurs. Il n'est pas question ici d'asséner une opinion, mais d'argumenter un avis de manière articulée, en situant la problématique, en posant les jalons d'une discussion contradictoire, en concluant de façon nuancée, mais ferme. Cet exercice exige, plus que les précédents, un véritable entraînement. Les questions peuvent porter aussi bien sur l'histoire des sciences ou des arts, l'histoire en général, la littérature et le cinéma, les grands débats de société. Un candidat qui suit l'actualité pendant ses années de préparation, à qui il arrive de lire autre chose que les œuvres au programme et qui sort de temps à autre au cinéma se prépare

déjà. Il ne s'agit pas d'avoir réponse à tout ; ce n'est pas l'érudition qui est recherchée, mais la curiosité, la volonté et la faculté de se poser des questions en variant les points de vue (social, psychologique, environnemental, politique, esthétique...). Répétons qu'on peut chercher à réagir aux questions par une démarche d'hypothèses lorsqu'il paraît difficile de donner une réponse immédiate.

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

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

Commentaire sur la partie sciences physiques

Commentaires généraux

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

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

Cette épreuve constitue une approche documentaire des sciences et technologies pour une démarche d'investigation en cohérence avec le socle du programme. Les candidats ont l'occasion de mobiliser leurs connaissances et le savoir-faire acquis pour expliquer, illustrer, prolonger, voire approcher de nouveaux concepts en accord avec le texte, sans dérive calculatoire. Le choix des problématiques abordées dans l'épreuve permet d'évaluer la curiosité, le sens de l'observation, la créativité, le réalisme et l'analyse

critique des candidats, ainsi que leur capacité de synthèse et leur adaptabilité face à une technologie de pointe.

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

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

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

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

Ont fait défaut aux candidats : la capacité d'analyse préalable de la problématique (qui ne doit pas être une paraphrase inutile de l'énoncé) et sa modélisation en vue d'une résolution rapide et simplifiée, l'aptitude au dialogue et à l'écoute nécessaire pour une réorientation du raisonnement. La compétence de modélisation, le plus souvent non guidée par l'énoncé, est un réel obstacle pour beaucoup. Les candidats méconnaissent les grandeurs numériques (ne pas omettre les unités) alors qu'elles sont exigées par le programme ; d'autres sont issues de calculs simples, accessibles sans calculatrice, mais trop souvent laborieusement développées (les valeurs de $1000/2,5$, $4/5$ ont posé problème). Les connaissances sur les incertitudes restent faibles (type A/B, 95 %, digits ou UR...), alors que les erreurs de conversion sont en constante augmentation.

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

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

Thermodynamique et bilans macroscopiques

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

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

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

Les bilans macroscopiques de seconde année, qui prolongent l'étude des machines thermiques réalisées en première année, ont connu plus de succès, mais le bilan de quantité de mouvement d'un système à masse variable (fusée) reste mal maîtrisé et les étudiants adoptent préférentiellement une étude dynamique alors qu'une analyse énergétique permet d'accéder de façon simple à la puissance (éolienne). L'approche microscopique de la thermodynamique est le plus souvent ignorée (modèle cinétique du gaz parfait, ses hypothèses, vitesse quadratique, pression et température cinétiques...).

Phénomènes de transport

La loi de Fourier est bien connue des candidats, mais l'analogie électrique et la résistance thermique sont peu utilisées. Les candidats partent systématiquement de la loi de Fourier ou proposent d'emblée l'équation de la chaleur sans terme source, quelle que soit la question posée.

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

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

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

Mécanique du point et du solide

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

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

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

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

Électronique

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

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

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

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

Électromagnétisme

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

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

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

Conversion de puissance

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

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

Physique des ondes

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

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

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

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

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

Optique géométrique

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

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

Chimie

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

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

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

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

Lorsqu'il s'agit de prévoir l'évolution d'une réaction ou les conditions opératoires qui permettraient de l'améliorer ou de la stopper, l'utilisation correcte de l'enthalpie libre de réaction pose de sérieux problèmes. Les réponses se réduisent trop souvent aux principes de modération. Les questions relatives à la cinétique électrochimie, aux phénomènes de corrosion humide, aux conversions et stockages d'énergie ont donné lieu à des prestations satisfaisantes.

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

Rappel des conseils aux futurs candidats

Nous recommandons à tous de se munir de bouchons d'oreilles, de façon à rester très concentrés pendant le temps de préparation. La bonne gestion du temps est un facteur important de réussite. Il faut apprendre à travailler avec une montre ou un chronomètre : une mauvaise gestion du temps est pénalisante, notamment si dans l'exposé on dépasse le temps imparti ou si on termine sans pouvoir conclure. Attention également à bien gérer la prise de notes : il faut écrire très clairement sur les brouillons (en évitant le recto verso et en numérotant ses feuilles) pour ensuite pouvoir regarder les deux examinateurs en continu. Ne pas oublier qu'une introduction ne s'improvise pas plus qu'une conclusion.

C'est le moment de se souvenir qu'on est content d'arriver enfin à la dernière étape d'une épreuve pour laquelle on s'est préparé pendant deux ans ! Il faut aborder sereinement cette épreuve : les candidats doivent être souriants et dynamiques, et partir du principe que le jury auquel on s'adresse est rigoureux, mais bienveillant. Les candidats veilleront également à porter une tenue vestimentaire simple, mais soignée : ni espadrilles, ni shorts, ni tee-shirts imprimés... La tenue orale sera soignée : ni familière, ni guindée. Cet effort est à fournir également dans l'interrogation scientifique : traiter un problème au tableau, commenter un schéma, raisonner à voix haute, c'est encore une manière de dialoguer avec les deux examinateurs. L'épreuve n'est donc pas d'abord littéraire puis scientifique ; elle est une et indivisible et doit être abordée comme telle.

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

son bagage scolaire (français, philosophie, histoire, géographie...). Il peut être également utile de garder en tête, pendant la préparation en salle, la grille thématique propre à dresser les enjeux d'un article : technique, scientifique, économique, social, éthique, artistique, etc. Ne pas oublier que certaines lectures, certains films sont agréables, mais aussi exploitables dans l'optique de cette épreuve, à commencer par la science-fiction, mais pas seulement !

Conclusion

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

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

Allemand

Présentation de l'épreuve

L'épreuve orale d'allemand prend appui sur des extraits récents de quotidiens et hebdomadaires de la presse germanophone et de médias en ligne. Les textes de l'épreuve obligatoire se distinguent des textes proposés pour l'épreuve facultative par leur longueur et par leur densité lexicale. Les candidats sont invités à faire un choix réfléchi entre deux textes, puis au terme d'une préparation en 20 minutes doivent proposer un compte rendu et un commentaire (10 minutes) suivis d'un entretien avec le jury (10 minutes). Le jury privilégie les prestations qui rendent compte de la richesse des documents et de la manière particulière dont ils abordent un problème, qui les restituent de manière structurée sans céder à la paraphrase, qui proposent ensuite un commentaire clairement problématisé et personnel tout en faisant état de connaissances concrètes sur le sujet. Concernant le commentaire, il importe d'éviter de plaquer un commentaire tout fait, et à fortiori hors sujet. Lors de l'échange, le jury évalue enfin l'aptitude du candidat à s'exprimer spontanément en allemand et à communiquer en s'adaptant à son interlocuteur et aux questions qu'il pose.

Analyse globale des résultats

Cette année encore, la qualité et l'homogénéité des prestations en langue obligatoire sont au rendez-vous et reflètent l'ambition et la solidité du travail mené tant dans les classes ante-bac qu'en classes préparatoires. Si les résultats sont plus hétérogènes en langue facultative, on peut se réjouir de ce qu'un nombre important de candidats voient cette deuxième langue vivante non comme une compétence annexe mais comme une spécialisation supplémentaire, une deuxième langue d'approfondissement. À l'inverse, un certain nombre de candidats de langue facultative ont pu se distinguer négativement par un niveau de correction morphosyntaxique trop juste ou un bagage lexical bien léger. Dans l'ensemble, on voit toutefois se confirmer la progression, constatée l'an passé, de la culture de l'oral, qui se manifeste entre autres dans la volonté d'aboutir à une langue authentique sur le plan phonétique.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le compte rendu et le commentaire

Les candidats sont invités à proposer une introduction soignée qui rende compte de la problématique générale de l'article, de la singularité de son approche et de sa pertinence par rapport à l'actualité. Répéter le titre, le paraphraser, ou insister lourdement sur la date de publication lorsqu'elle ne fait pas particulièrement sens, ne sont pas des stratégies de nature à valoriser particulièrement la prestation des candidats. Le compte rendu lui-même se doit de refuser la paraphrase et de privilégier la structuration et la reformulation. Il convient en outre de bien doser la répartition entre compte rendu et commentaire, et de ne pas dépasser le temps imparti de 10 minutes en tout pour ces deux exercices, afin qu'ils puissent être suivis d'un échange fructueux de 10 minutes également. Le commentaire doit être problématisé et il n'est pas question de faire un exposé plaqué résultant d'un bachotage. Un commentaire structuré emportera naturellement bien davantage l'adhésion du jury qu'un commentaire fourre-tout. Il est bienvenu d'insister sur la charnière logique et chronologique entre compte rendu et commentaire, et d'adopter tant pour le compte rendu que pour le commentaire un rythme raisonnable, ni trop lent, ni hésitant, ni précipité.

L'entretien avec l'examinateur

Les examinateurs sont bienveillants dans la phase d'entretien de 10 minutes car ils cherchent surtout à favoriser l'échange et à permettre aux candidats de déployer leurs compétences linguistiques. Les candidats sont invités à accepter avec enthousiasme cet échange en regardant le jury et en s'adaptant aux questions qui leur sont posées — cette année, on a vu se dessiner chez certains candidats en langue facultative une tendance regrettable à répondre à tout prix sans tenir compte de la question, qu'il a fallu leur répéter. La maîtrise du vouvoiement, le souci de proposer des réponses étoffées et explicites avec des exemples concrets sans se réfugier dans des généralités et des abstractions, la mobilisation de connaissances historiques et civilisationnelles, les références à l'actualité sont les meilleurs atouts des candidats dans cette phase. Il n'est donc pas possible d'affirmer par exemple que la protection de l'environnement est une préoccupation soulevée pour la première fois par Greta Thunberg, de refuser de proposer des solutions concrètes face aux revendications féministes en invoquant un hypothétique changement de mentalités, ou de considérer que l'économie allemande va très mal parce qu'un article pose un regard critique sur notre voisin. Certains candidats, en revanche, ont su se distinguer en s'appuyant sur des connaissances géographiques, géopolitiques, historiques, philosophiques, artistiques et scientifiques particulièrement bien exploitées. Les examinateurs ne recherchent pas l'érudition, mais l'expression en langue allemande d'une réflexion personnelle qui s'adapte à un texte puis à un interlocuteur. Cette réflexion gagnera à s'appuyer sur la connaissance du monde et, de façon plus précise encore, sur la connaissance des pays germanophones et de la géopolitique franco-allemande et européenne.

La correction de la langue

La fluidité de la langue est naturellement un objectif majeur, alors que les prestations hésitantes avec des « euh » répétitifs nuisent à l'intelligibilité globale. Outre cette absence parfois pesante de fluidité, on remarque cette année, surtout chez certains candidats de l'épreuve facultative, une trop faible maîtrise du comparatif et du superlatif, de la conjugaison des verbes forts, de la rection des verbes, de l'usage de l'auxiliaire *werden*, mais aussi de l'ordre de la phrase. Qu'il nous soit permis de rappeler que l'exigence du jury sur ces points demeure totale et que la morphologie et la syntaxe ne sont pas des codes archaïques, mais des outils pour permettre au sens de s'exprimer pleinement et donc des stratégies de communication aussi importantes que le lexique.

Sur le plan lexical justement, les candidats veilleront à bien maîtriser les noms de pays et d'habitants de ces pays, les données chiffrées, le lexique de base sur les trois grandes religions monothéistes (et les nuances du type *christlich/evangelisch/katholisch*). Cette année encore les adverbes d'ordre et de rang comme *zuerst, dann, schließlich, erstens, zweitens* et *drittens* ont été insuffisamment maîtrisés. De façon générale, il convient d'enrichir le lexique au niveau du groupe verbal et de se prémunir des intrusions lexicales inappropriées venant du français ou de l'anglais. Enfin, il est vivement recommandé de ne pas recourir à la simplification abusive qui consiste à user trop fréquemment du fameux *es gibt*.

Conclusion

Tant pour la langue obligatoire que pour la langue facultative, l'épreuve d'allemand se veut donc une épreuve ouverte, diversifiée, comportant plusieurs étapes, au cours desquelles il est possible à tout moment de valoriser de diverses manières à la fois le niveau de langue atteint et la qualité du fond. Les futurs candidats sont encouragés à aborder cette épreuve avec un enthousiasme dont on sait qu'il libère l'expression et valorise les acquis.

Anglais

Présentation de l'épreuve

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

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

Analyse globale des résultats

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

La gestion du temps de parole

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

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

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

Le compte rendu

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

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

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

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

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

Le commentaire

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

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

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

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

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

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

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

L'échange

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

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

La langue

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

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

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

Conclusion

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

Arabe

Présentation de l'épreuve

À l'instar des autres langues vivantes, l'épreuve orale d'arabe se déroule comme suit :

- les candidats se voient proposer deux textes publiés dans la presse (article, compte rendu d'un livre, compte rendu d'un colloque...) traitant de deux thématiques différentes ;
- à l'issue des vingt minutes de préparation, les candidats présentent un compte rendu du texte choisi, suivi d'un commentaire. Ils disposent de dix minutes d'expression orale en continu sans intervention de l'examineur. Les dix minutes restantes sont allouées à l'échange entre examinateur et candidat. Le jury commence généralement par les questions, remarques, réactions... qui découlent directement de la présentation que viennent d'achever les candidats. Ensuite, il pose des questions visant à tester la compréhension fine des candidats et leur capacité à arrimer la problématique du document avec la réalité, large et complexe, du monde contemporain.

Le jury a proposé un éventail large de thématiques. Chacune d'elles recelait plusieurs documents déclinant la thématique sous divers angles et approches :

- l'enseignement dans le monde arabe ;
- le secteur de la santé dans le monde arabe ;
- l'opinion publique arabe ;
- les cultures du monde arabe ;
- l'émigration ;
- la société civile arabe (documents autres que ceux de l'écrit) ;
- la philosophie du pouvoir et le rapport gouvernant-gouverné ;
- le mouvement féministe arabe ;
- les rapports inter-génération ;
- les réseaux sociaux dans le monde arabe ;
- le travail des enfants dans le monde arabe ;
- la mendicité comme fléau social dans le monde arabe.

Parmi les deux textes proposés, le jury a toujours veillé à ce qu'au moins l'un des deux repose sur une thématique « classique » (enseignement, santé, émigration...) ; l'autre pouvant explorer un domaine censé être ardu et plus loin des préoccupations immédiates des candidats comme, par exemple, la philosophie du pouvoir ou la question du panarabisme du point de vue de l'opinion publique arabe. Il n'était nullement question en introduisant des thématiques relevant des Humanités en général de mettre en difficultés les candidats ou de les pénaliser. Bien au contraire. Il était plutôt question de valoriser ceux qui voulaient sortir des sentiers battus et révéler des compétences que leur formation ne met pas forcément en avant. La majorité des candidats qui ont choisi ce type de thématiques ont produit des prestations particulièrement brillantes.

Analyse globale des résultats

Le jury ne peut que se féliciter du niveau global très satisfaisant des candidats qui n'ont pas, dans l'ensemble, de difficulté de compréhension et dont l'expression est souvent fluide et riche.

Plus de la moitié des candidats ont obtenu une note supérieure ou égale à 17/20, ce qui reflète une excellente prestation :

- l'expression en arabe est très fluide avec une maîtrise d'un vocabulaire riche et précis ;
- la méthode est rigoureuse et la présentation structurée et bien articulée, une distinction est faite entre le propos de l'auteur et l'opinion personnelle du candidat qui est toujours pertinente et bien-à-propos ;
- la culture générale est étendue, érudition en philosophie, littérature... et connaissances historiques précises.

Plus d'un tiers des candidats ont obtenu une note entre 13 et 16/20. Les prestations étaient de bonne, voire de très bonne facture. Cependant, elles étaient, à divers degrés, en deçà de l'excellence des candidats précédents en raison d'un niveau de langue moins riche et parfois approximatif, d'une méthode moins rigoureuse et d'un manque, voire d'une exploitation erronée ou à mauvais escient, de certaines données de la culture générale.

Un candidat sur dix a obtenu 11 ou 12/20 correspondant à une prestation globalement moyenne, dénotant une compréhension à peine satisfaisante et une approche assez superficielle des documents dans une langue correcte mais pauvre. Les candidats étaient en mesure de comprendre les questions et d'y répondre, lors de la phase d'interaction orale, mais les réponses étaient parfois excessivement concises et n'étaient ni argumentées ni étayées.

Quelques candidats ont obtenu une note inférieure à 10/20. Leurs prestations étaient médiocres à cause d'un niveau de langue défaillant et lacunaire. L'exposé était souvent incompréhensible et ne pouvait attester de la bonne compréhension des documents. Le deuxième volet de l'interrogation orale n'était pas aisé. Les candidats ne comprenaient souvent pas les questions et l'examineur devait les reformuler à plusieurs reprises, parfois en vain.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Au vu des résultats, on peut en déduire que la majorité des candidats sont parfaitement au fait des attentes du concours et se préparent en conséquence. Le jury a relevé avec satisfaction la présence de candidats francophones qui ont appris l'arabe dans le système scolaire français et qui ont pu se hisser à un niveau d'excellence.

Certains candidats oublient le document proposé à l'étude et produisent une prestation déséquilibrée où l'accent est mis sur l'opinion personnelle. Il faut que le texte proposé soit le point de départ et d'arrivée de toute réflexion et de toute analyse.

Une infime minorité de candidats étaient largement en deçà des attentes du jury qui rappelle que la fonction première d'une langue vivante est la communication et la production du sens. En l'absence de ce critère, un candidat doit se poser la question de la pertinence de son choix de présenter la langue arabe ou de la classer en obligatoire ou facultative. Certains candidats auraient mieux fait de choisir de présenter la langue arabe en option plutôt qu'en première langue et inversement.

On ne peut clore ce chapitre sans prodiguer le même conseil qu'à l'écrit. L'oral d'un concours ne peut être une tribune où les candidats assèment leurs vérités idéologiques et affirment leurs prises de position tranchées à propos de tel ou tel sujet. Les candidats sont appelés à analyser avec distanciation le document proposé et à produire un discours raisonné, impartial et loin de tout militantisme. Le jury propose des textes qui ne représentent pas forcément ses idées ou sa vision du monde. Il s'attend à une approche critique, fouillée qui déconstruit le texte et ne prend rien pour argent comptant. Plusieurs candidats étaient en mesure de procéder ainsi avec une exigence intellectuelle très appréciable. D'autres se contentaient de

paraphraser le texte proposé sans aucun éclairage qui permette de comprendre ses vrais enjeux. Ce cas de figure reste, heureusement, minoritaire.

Conclusion

Le jury ne peut qu'insister sur les éléments suivants pour que les futurs candidats améliorent encore les résultats de l'actuelle édition :

- être en mesure de manier la langue arabe avec aisance et clarté. Le dialogue doit être fluide entre le candidat et l'examineur ;
- acquérir des connaissances solides en histoire, littérature et pensée arabe en général. Cela permettra aux candidats de comprendre l'arrière fond de certains textes proposés et d'en percevoir la portée. Il n'est pas concevable de ne pas connaître des écrivains tels que Taha Hussein ou de mélanger les époques historiques ;
- assimiler les outils méthodologiques qui permettent d'aborder les textes avec recul et esprit scientifique.

Chinois

Présentation de l'épreuve

Les textes proposés aux candidats, tant pour l'épreuve de langue obligatoire que facultative, proviennent du journal chinois le Quotidien du Peuple (人民日报海外版), de publications chinoises disponibles en France ou sont adaptés à partir d'Internet. Ils ont tous été publiés dans les mois qui précèdent l'épreuve. Voici quelques exemples de thèmes abordés par les sujets proposés lors de cette session :

- la technologie de la 5G ;
- le smartphone ;
- le WeChat chinois ;
- le fondateur de YouTube n'arrête pas ses études ;
- un dynabook par un enfant ;
- le remboursement des achats en ligne est-il vraiment sans risque ?
- comment éviter les arnaques par téléphone ?
- le risque de disparition d'un million d'espèces vivantes dans le monde ;
- pourquoi êtes-vous occupé tous les jours ?
- le travailleur qui ose toucher plusieurs domaines ;
- il faut apprendre cette langue, même si c'est très difficile ;
- les personnes âgées délaissées en Chine ;
- « les dames chinoises » sur un bateau de croisière international.

La longueur des textes proposés est adapté aux vingt minutes de préparation et le lexique pour les textes de langue facultative reste principalement dans le niveau HSK 5.

Parmi les deux textes proposés par l'examinateur, les candidats choisissent librement celui sur lequel ils désirent être interrogés et organisent leur préparation à leur guise.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 50 candidats ont été interrogés en chinois : 14 en langue obligatoire et 36 en langue facultative. Le nombre de candidats est similaire à celui de l'année précédente. Le jury a eu le plaisir d'assister à d'excellentes prestations révélant une bonne maîtrise de la langue.

Plus généralement, trois catégories de candidats se dégagent :

- les candidats montrant un excellent niveau de chinois, une richesse de vocabulaire et une approche des structures grammaticales satisfaisantes : ils savent développer pleinement leurs idées ;
- les candidats bien préparés à l'épreuve, capables de démontrer une compréhension globale du texte et de construire correctement le commentaire, mais dont le niveau de lecture et d'expression en langue chinoise reste parfois limité ;
- quelques candidats qui possèdent un vocabulaire trop restreint pour comprendre suffisamment le texte, ils peinent à en faire une lecture correcte et un commentaire juste. La discussion, qui n'est pas abordée dans de bonnes conditions, devient dans ce cas impossible.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La phase de préparation est de 20 minutes (y compris le temps consacré à l'accueil du candidat) et la phase d'interrogation de 20 minutes environ. Avant la préparation, les candidats doivent signer la feuille de passage.

Les modalités de l'épreuve de langue vivante obligatoire et de langue vivante facultative sont identiques.

L'épreuve orale chinoise comporte quatre parties : lecture, résumé, commentaire et conversation.

La lecture porte sur un petit extrait désigné par l'examinateur. La conversation peut ou non porter sur le sujet. Pour tester la compréhension du texte, l'examinateur peut demander parfois aux candidats de traduire le titre du texte choisi. Les compétences requises sont toutes indispensables à ces futurs ingénieurs. L'évaluation se base sur trois critères précis, mais les barèmes sont différents entre langue obligatoire et langue facultative :

- recevabilité linguistique (prononciation, lexique, grammaire) ;
- expression en continu (compréhension du texte, prise en compte du contexte — point de vue, intention, ton — structure et pertinence du commentaire qui prend en tenant compte la spécificité du thème dans l'aire culturelle concernée) ;
- échange (compréhension orale, réactivité).

Le choix du texte est très important : pour faire valoir ses points forts, les candidats retiendront donc de préférence un texte dont le sujet et le contenu leur sont familiers. Les textes les plus souvent retenus par les candidats en langue obligatoire portaient sur les arnaques par téléphone et le risque de disparition d'espèces vivantes. Les textes les plus populaires pour les candidats en langue facultative avaient trait au smartphone et au WeChat chinois.

Malheureusement, quelques candidats sélectionnent des thèmes dont ils ne maîtrisent pas suffisamment le vocabulaire spécifique. D'autres ne disposent pas des informations nécessaires pour aborder aisément leur commentaire. Les candidats pourront changer de texte pendant leur préparation mais ne bénéficieront d'aucun temps supplémentaire.

Il est important que les candidats prennent le temps de préparer le commentaire. Comme l'année précédente, certains candidats passent trop de temps à faire leur résumé ou passent trop de temps à chercher les mots. Faute de temps, il serait préférable que le résumé du texte soit bref. En effet, l'analyse et l'avis personnel sont essentiels pour le jury.

Pour obtenir un bon résultat, les candidats doivent présenter une problématique extraite du texte, une critique sensée du texte en évitant les idées « passe-partout » et une conclusion. Le choix d'un vocabulaire adapté est très important. Il faut faire attention à l'usage de la grammaire, tel que l'adjectif verbal et la place de l'adverbe 也 ou 更. Il faut également prendre garde aux faux amis, comme par exemple 或者 / 还是, 大 / 高, 长 / 多, 拍照片 (pas 打照片) et à la différence du sens entre 实现 / 现实.

Conclusion

Au final, un réel manque de niveau en chinois peut avoir des conséquences désastreuses au cours de ces épreuves. Cependant, associés à une compréhension fine et une certaine capacité d'analyse, ces facteurs de réussite devraient être à la portée de tous ceux qui aspirent à intégrer les Grandes Écoles.

Espagnol

Présentation de l'épreuve

Les candidats sont invités à choisir entre deux articles journalistiques de différents types — articles de presse, tribunes d'opinion, chroniques, etc. — parus dans l'année académique en cours. Cette année le jury a proposé des textes extraits des journaux suivants :

- Argentine – *La Nación, Clarín, La Prensa, Página 12* ;
- Chili – *El Mercurio, El Desconcierto* ;
- Colombie – *El Espectador* ;
- Costa Rica – *La Nación* ;
- Espagne – *El País, El País Semanal, XL Semanal, Público, eldiario.es, La Vanguardia* ;
- Mexique – *La Jornada* ;
- Pérou – *El Comercio*.

L'épreuve se déroule comme suit :

- vingt minutes de préparation (pour élaborer un compte rendu et un commentaire du texte) ;
- dix minutes de prise de parole en continu ;
- dix minutes d'échange avec l'examinateur.

Analyse globale des résultats

La session 2019 ne s'est pas écartée de la norme de ces dernières années, à savoir l'existence d'une grande diversité de notes, tout particulièrement en langue facultative. Les prestations de qualité sont en légère augmentation, ce qui a permis de rajouter quelques dixièmes à la moyenne générale. Les prestations indigentes ont été rarissimes. Le jury a constaté cette année une nette augmentation des effectifs en langue obligatoire.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Quelques problèmes de méthode ont retenu l'attention du jury, notamment en ce qui concerne la première partie de l'épreuve, c'est-à-dire les vingt minutes consacrées à la préparation, dans laquelle les candidats doivent mettre en œuvre leur capacité de compréhension de l'écrit et leur pouvoir de synthèse, indispensables pour élaborer le compte rendu. En effet, certains candidats ont une forte tendance à bâcler cette étape en préparant un compte rendu incomplet. Or, un bon résumé structuré et précis permettra de construire une argumentation pertinente, en lien strict avec le sujet. Aussi, nous ne saurions trop conseiller d'éviter les hors-sujets dans le commentaire. Il va de soi que les candidats ne peuvent pas faire l'économie d'une problématique formulée en bonne et due forme et d'un plan cohérent dans l'élaboration argumentative.

En ce qui concerne le discours proprement dit, il faut éviter les paraphrases du texte dans le résumé, elles sont non seulement lourdement sanctionnées dans le barème de notation, mais encore elles produisent un discours haché, dilué et confus. Il est conseillé aussi de soigner les transitions et de veiller à la cohérence de l'exposé en choisissant les connecteurs discursifs appropriés.

Il convient de ne pas perdre de vue que l'échange avec l'examinateur est une partie essentielle, car elle permet de confirmer le niveau d'expression orale, d'évaluer la compréhension orale, d'éclairer certains points de la présentation ainsi que de tester les stratégies communicatives et la réactivité des candidats.

Le niveau de langue est un critère décisif dans l'évaluation de la prestation. Le jury est exigeant sur le plan de la qualité linguistique, soucieux de maintenir le niveau de ce concours. Nous avons observé cette année une légère baisse de la compétence linguistique d'un nombre non négligeable de candidats. Nous conseillons vivement la lecture des précédents rapports pour ne pas répéter systématiquement la longue et invariable litanie des erreurs.

Nous voudrions insister tout de même sur des erreurs dont la fréquence à tout particulièrement attiré l'attention des examinateurs dans la présente session.

– Pour citer l'article :

on ne dit pas *un artículo extracto de*, on peut dire *un artículo publicado en* (en espagnol, le nom *extracto* signifie « résumé »).

– Pour structurer le développement :

on ne dit pas *de buenas a primeras*, on doit dire tout simplement *primero*. On ne dit pas *al fin y al cabo*, on peut dire *para concluir* ou *a modo de conclusión*, etc.

En ce qui concerne le lexique :

- beaucoup d'interférences lexicales avec le français et avec l'anglais ;
- les mots terminés en *-ema* sont des noms masculins (ex. *problema, sistema*, etc.) ;
- le suffixe *-ista* est invariable pour le genre.

Quant à la morphosyntaxe :

- confusion entre les catégories grammaticales (noms et adjectifs) ;
- accord en genre et en nombre dans le syntagme nominal ;
- utilisation de la troisième personne du singulier au lieu de la première, aussi bien au présent de l'indicatif qu'au passé simple.

Conclusion

Le jury souhaite insister sur les qualités très méritoires des candidats qui ont fait des efforts pour bien préparer cette épreuve en se documentant sur les grands sujets du monde hispanique et en prenant soin de respecter les règles fondamentales de la grammaire espagnole. Il peut d'ores et déjà placer tous ses espoirs dans cette nouvelle promotion d'élèves-ingénieurs.

Italien

Présentation de l'épreuve

Les candidats ont le choix entre deux articles et ils disposent de vingt minutes environ pour préparer leur compte rendu et faire un commentaire.

L'interrogation proprement dite est d'une durée de vingt minutes et se divise en deux temps :

- un compte rendu suivi d'un commentaire de l'article ;
- un échange qui peut « aborder tout thème d'actualité ou culturel en rapport avec la zone d'influence de la langue choisie ».

L'épreuve évalue la compréhension écrite et l'expression orale en continu et en interaction du candidat.

Les textes proposés aux candidats étaient extraits de *Il Corriere della Sera*, *La Stampa*, *La Repubblica*, *L'Espresso*, *Il Sole 24 Ore* et *Ansa.it*.

Ils traitaient de divers sujets d'actualité portant sur des thèmes variés tels que : l'environnement, l'alternance école-travail, les relations entre les jeunes et la culture, l'augmentation des droits d'inscription à l'université, le projet d'ouverture d'une école digitale, l'essor de Milan en tant que destination touristique, les mesures de lutte contre la pollution dans les villes...

Analyse globale des résultats

Le jury se félicite du bon niveau général des candidats.

Il a eu le plaisir d'interroger de bons, de très bons, voire d'excellents candidats qui connaissaient tous les modalités de l'épreuve.

La plupart des candidats maîtrisaient les sujets choisis et ils ont très bien présenté et analysé les textes.

Certains candidats avaient une très bonne connaissance de la culture et de l'actualité italienne ce qui leur a permis d'enrichir leur commentaire et leur échange avec le jury.

Des candidats n'ont pas dépassé la note de 10/20 car ils ont commis des fautes d'expression et ils n'ont pas suffisamment approfondi leur analyse, ils n'ont pas présenté un compte-rendu complet ou encore ils n'ont pas suffisamment mis à profit l'aide proposée au cours de l'échange.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury attend des candidats qu'ils exposent une problématique en lien avec le texte choisi et qu'ils saisissent l'occasion de cette épreuve pour exprimer des idées personnelles et s'ouvrir au dialogue.

En ce qui concerne la langue, le jury note des maladresses récurrentes. En italien on ne met pas la préposition *di* devant le verbe à l'infinitif dans des expressions comme : *è possibile andare*, *è difficile fare*, *è facile dire*... *Qualche* est invariable et toujours suivi du singulier. On dit *provare a* et *cercare di*. « Comme », dans le sens de puisque, se traduit par *siccome* et non pas par *come*.

On déplore des erreurs dans la conjugaison des verbes réguliers et irréguliers.

Une sérieuse préparation à l'épreuve orale nécessite une révision approfondie de la grammaire italienne, un travail de documentation sur les principaux faits de société italiens et internationaux, la lecture régulière

de la presse écrite et de romans, l'écoute de la radio, la vision de films et d'émissions télévisées et des échanges avec des italiens quand cela est possible.

Conclusion

Le jury se félicite de la qualité générale des prestations orales au concours 2019.

Cette année encore, il est heureux de constater que les résultats d'ensemble ont été très satisfaisants et tient à saluer le très bon niveau culturel et la connaissance de la société italienne de certains candidats.

La plupart des candidats ont fait preuve d'une bonne connaissance de leur environnement social, économique, scientifique, politique et culturel et de leur capacité à s'exprimer en italien.

Le jury encourage les futurs candidats à persévérer dans leur préparation de l'épreuve.

Portugais

Présentation de l'épreuve

Les articles proposés, tirés de la presse portugaise et brésilienne, portaient sur des questions d'actualité et des sujets de société tels que : la vie politique au Brésil, confrontée à l'ère Bolsonaro et au questionnement sur la corruption comme partie intégrante du système ; les enjeux des usages parfois abusifs des algorithmes ; le mouvement des « gilets jaunes » vu par un journaliste portugais, ou encore le drame humain et social au Venezuela et l'immigration vers le Portugal de Vénézuéliens d'ascendance portugaise.

L'exercice, nous le rappelons, consiste à présenter et à commenter l'article choisi (parmi deux articles proposés), puis à répondre aux questions de l'examinatrice et à échanger avec elle. La correction et la fluidité linguistiques, la capacité de synthèse et l'argumentation, la dimension personnelle du commentaire et la qualité de l'échange figurent parmi les compétences évaluées.

Analyse globale des résultats

Nous saluons cette année l'excellent niveau des candidats. La majorité des 12 candidats, toutes filières confondues qui ont passé l'épreuve orale de portugais a fait preuve d'aisance et d'une très bonne maîtrise des règles de cet exercice, en présentant et en commentant l'article choisi d'une manière satisfaisante, souvent fine et habile, voire même (presque) parfaite pour trois candidats. La langue était généralement très fluide et la réactivité aux questions posées tout à fait correcte, à quelques exceptions près.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Deux candidats ont révélé quelques difficultés liées à l'absence de contextualisation des enjeux du document choisi. Ils se sont perdus dans les répétitions, ont mal hiérarchisé les idées du document et n'ont pas profité de tout leur temps de parole. Une synthèse du texte trop rapide ne permet généralement pas de traiter les centres d'intérêt du texte d'une manière satisfaisante, et surtout de saisir les nuances de point de vue. Ces deux candidats n'ont pas pris assez de distance par rapport au texte, afin de l'ouvrir sur d'autres thématiques et problématiques de la société actuelle. Ils se sont efforcés de suivre assez timidement les pistes suggérées lors de l'échange, mais le jury aurait aimé une plus grande réactivité. Ils se sont contentés de propos quelque peu convenus, sans exploiter la richesse du document, même si la synthèse rendait compte de l'intérêt de celui-ci.

Conclusion

Le jury ne saurait donc que trop recommander aux candidats de montrer leur capacité à argumenter et à prendre de la distance par rapport au document, tout en apportant une réflexion personnelle. Nous remarquons que certains candidats n'étaient pas vraiment au fait de l'actualité des pays lusophones et de certains repères historiques essentiels à la compréhension des rapports entre les pays lusophones et le monde. Il faut donc veiller à maîtriser un minimum ces connaissances, et à s'informer régulièrement des grands événements ponctuant l'actualité et les questions au centre des débats socio-politiques des pays concernés.

Russe

Présentation de l'épreuve

Les modalités de préparation de l'épreuve orale de russe n'ont pas changé depuis l'an dernier (durée de préparation de 20 minutes, passage devant l'examineur de 20 minutes, dont 10 minutes pour la présentation en continu et 10 minutes dédiées aux échanges). Il est toujours attendu des candidats un exposé construit : la présentation de l'article, un compte rendu, puis un commentaire. Les candidats sont notés sur :

- leurs connaissances linguistiques (vocabulaire, grammaire, prononciation) ;
- leur capacité à faire un compte rendu de l'article, synthétique et bien structuré, mais aussi sur leur capacité à donner un point de vue personnel et argumenté ;
- l'échange avec l'examineur (bonne compréhension orale, réactivité).

Comme tous les ans, cette année les thèmes proposés étaient variés, relevant des domaines suivants : vie politique et culturelle, éducation, science et technologies, écologie, santé, sport, problèmes sociétaux...

Les articles de cette année ont été tirés d'*Argumenty i fakt* (www.aif.ru), de *BBC-Russkaya shuzhba* (www.bbc.com/russian), *Kommersant* (www.kommersant.ru), *Komsomolskaya pravda* (www.kp.ru), *kulturologia.ru*, *Meduza* (meduza.io), *Nezavisimiaya gazeta* (ng.ru), *Novye izvestiya* (newizv.ru), *Novosti iskoustva* (theartnewspaper.ru), *RBK* (www.rbc.ru), *Vedomosti* (www.vedomosti.ru).

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, dix-sept candidats ont présenté le russe à l'oral du concours. La majorité des concurrents a bien réussi l'épreuve : les candidats ont maîtrisé la présentation de l'article et ses problématiques dans une langue généralement correcte. Trois candidats ont obtenu la note maximale.

Un candidat n'a pas obtenu la moyenne car ses connaissances linguistiques étaient trop lacunaires, ce qui l'a empêché de bien comprendre et présenter l'article.

Certains candidats ont eu la moyenne, mais n'ont pas pu obtenir beaucoup de points supplémentaires car ils avaient du mal à trouver les mots pour exprimer leur idées, commettaient beaucoup d'erreurs grammaticales, ne prenaient pas d'initiative lors de l'échange ou bien ont présenté un compte rendu incomplet, un commentaire très bref et peu personnel.

Le jury regrette aussi que certains candidats ne lisent pas la presse russe, donc n'ont aucune connaissance de certains problèmes de la société russe et de ce fait ne sont pas capables de faire de commentaire pertinent. Notez que la presse étrangère ne s'intéresse pas aux mêmes sujets que la presse russe : sur les dix-sept sujets de cette année il n'y en avait que deux qui ont été traités dans la presse française !

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

L'intervention des candidats doit commencer par une présentation de l'article (titre, nom du média, date, problématiques), puis continuer par un compte rendu (avec une lecture d'une ou deux phrases pour illustrer une idée), puis faire un commentaire du texte. Pendant cet exercice les candidats doivent montrer leurs capacités de synthèse, de reformulation et d'argumentation en plus de leurs connaissances linguistiques. L'intervention très brève témoignerait d'une mauvaise compréhension et connaissance du sujet et

de niveau linguistique insuffisant tandis qu'une intervention trop longue démontrerait une mauvaise maîtrise de cet exercice. S'agissant d'une épreuve orale, les candidats doivent parler et non pas lire un exposé pré-rédigé.

L'épreuve se termine par une session de questions, réponses entre l'examineur et les candidats sur un thème lié à l'article ou bien autour des thèmes avoisinants. Durant cet entretien les candidats pourront éventuellement affiner des points passés sous silence pendant leur compte rendu. Le jury attend que, pendant l'échange, les candidats ne se contentent pas juste de répondre par « oui » ou « non » mais soient réactifs, capables de rebondir sur les propos de l'examineur, d'exprimer leurs idées, de montrer leur connaissance du sujet et de la vie politique et culturelle en Russie.

Conclusion

Le jury tient à saluer le très bon niveau de certains candidats qui ont pu répondre aux exigences de cette épreuve et qui ont montré, en plus d'un bon niveau linguistique et capacité de synthèse, une familiarité avec la société russe.

Pour préparer cette épreuve, le jury conseille aux candidats de travailler régulièrement les compétences linguistiques (compréhension écrite et orale, grammaire, expression et prononciation) et de s'entraîner à faire un compte rendu et un commentaire d'un article d'environ de 400 mots limité dans le temps. Les candidats pourront trouver les articles appropriés sur les sites des médias russes cités plus haut. Cela permettrait non seulement d'apprendre à maîtriser ce type d'exercices mais de suivre les actualités russes, sans quoi on ne peut pas faire une analyse fine et personnelle des thèmes proposés lors du concours.

Concours Centrale-Supélec 2019

Épreuves d'admission à l'École navale

Filière PSI

Table des matières

| | |
|---------------------------------------|----|
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Mathématiques | 6 |
| Physique | 8 |
| Sciences industrielles de l'ingénieur | 10 |
| Anglais | 13 |

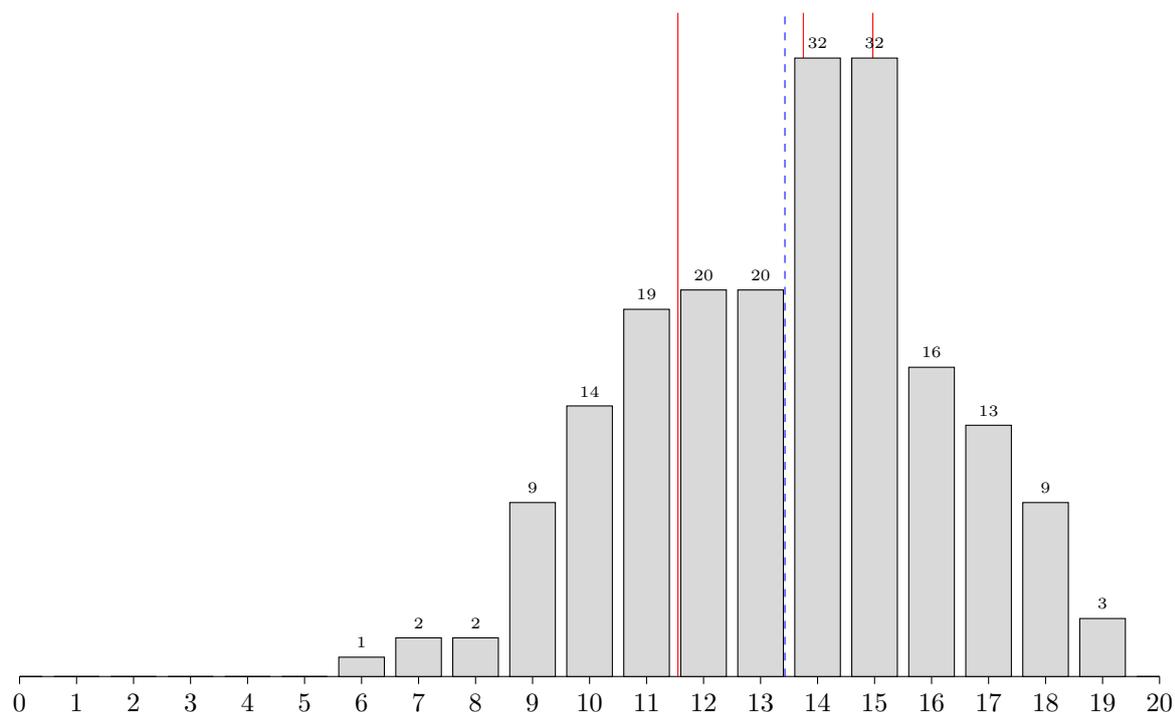
Résultats par épreuve

Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

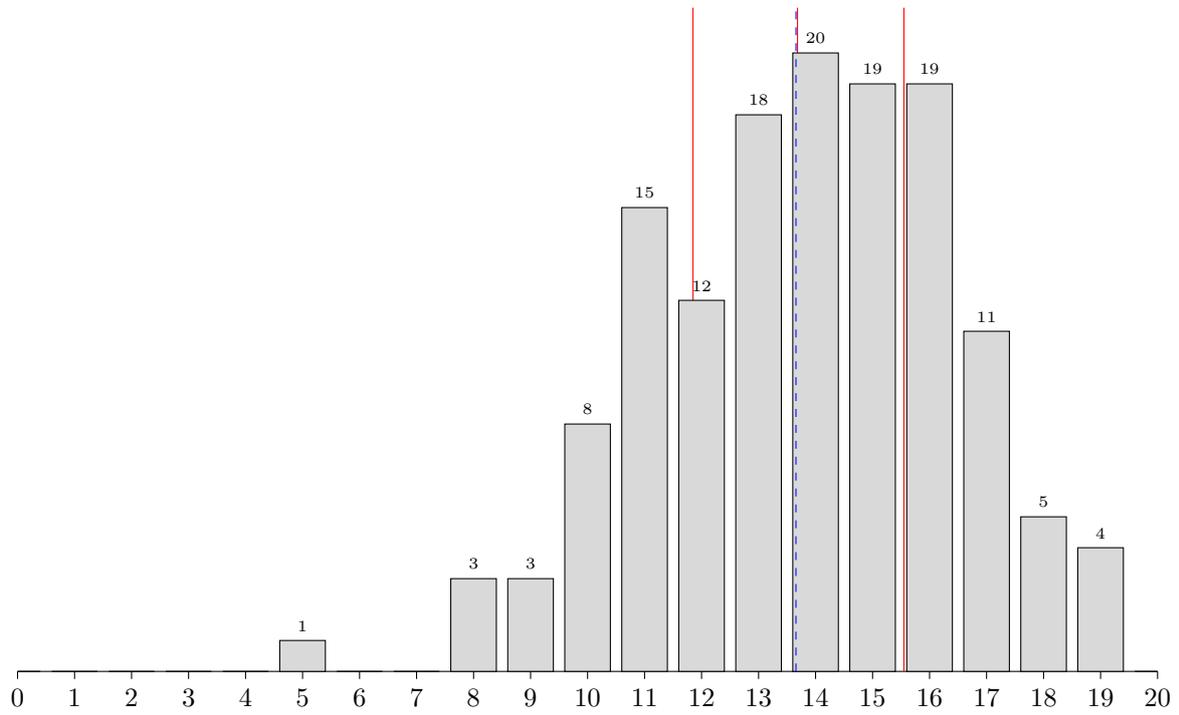
| | M | ET | Q1 | Q2 | Q3 | EI | | | |
|---------------|-------------|------------|------------------|-----------|--------------------|---------------------|-------|-------|------|
| | moyenne | écart-type | premier quartile | médiane | troisième quartile | écart interquartile | | | |
| Épreuve | Admissibles | Absents | Présents | M | ET | Q1 | Q2 | Q3 | EI |
| TIPE | 196 | 2,0% | 192 | 13,43 | 2,59 | 11,55 | 13,75 | 14,97 | 3,42 |
| Sport | 196 | 29,6% | 138 | 13,66 | 2,61 | 11,85 | 13,68 | 15,55 | 3,70 |
| Mathématiques | 196 | 29,6% | 138 | 11,23 | 3,46 | 8,02 | 11,03 | 14,00 | 5,97 |
| Physique | 196 | 29,6% | 138 | 11,34 | 3,64 | 8,03 | 11,04 | 13,99 | 5,96 |
| S2I | 196 | 29,6% | 138 | 11,48 | 3,73 | 8,97 | 11,96 | 14,04 | 5,07 |
| Anglais | 196 | 29,6% | 138 | 12,35 | 2,97 | 10,02 | 12,05 | 14,03 | 4,01 |

Les histogrammes suivants donnent la répartition des notes des candidats présents. Les traits continus (rouge) matérialisent les quartiles et le trait pointillé (bleu), la moyenne. Dans les graphes de corrélation, la surface du disque est proportionnelle au nombre de candidats ayant reçu le couple de notes correspondant.

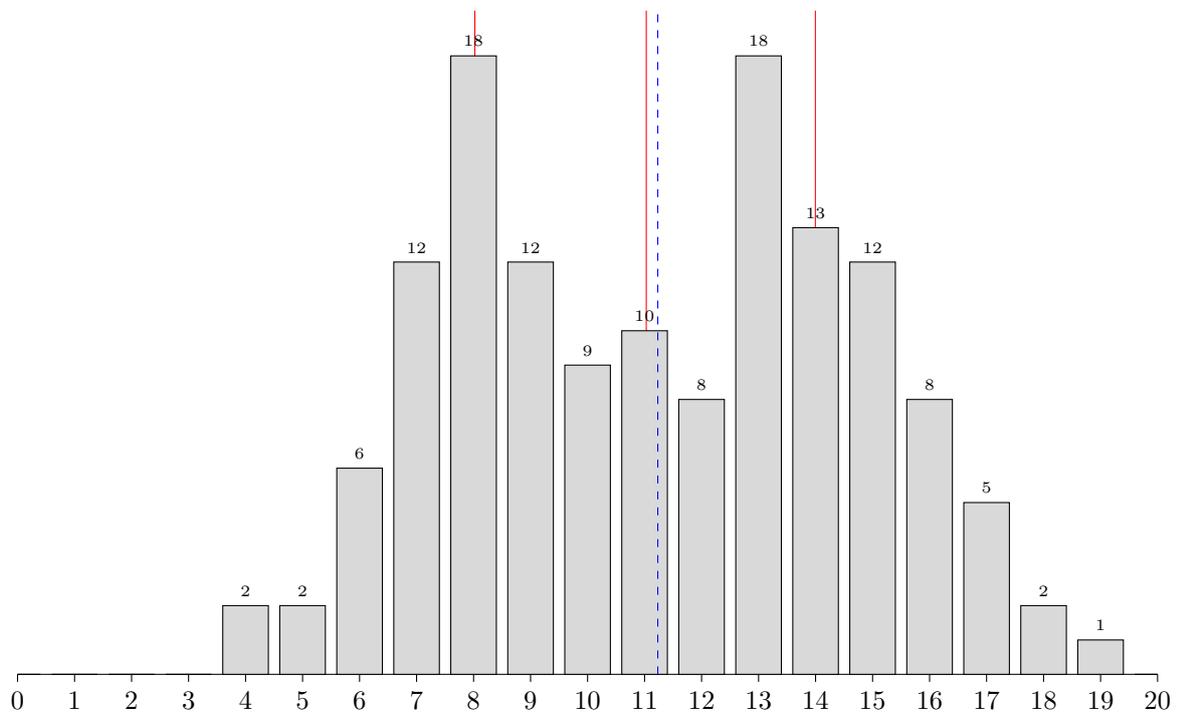
TIPE



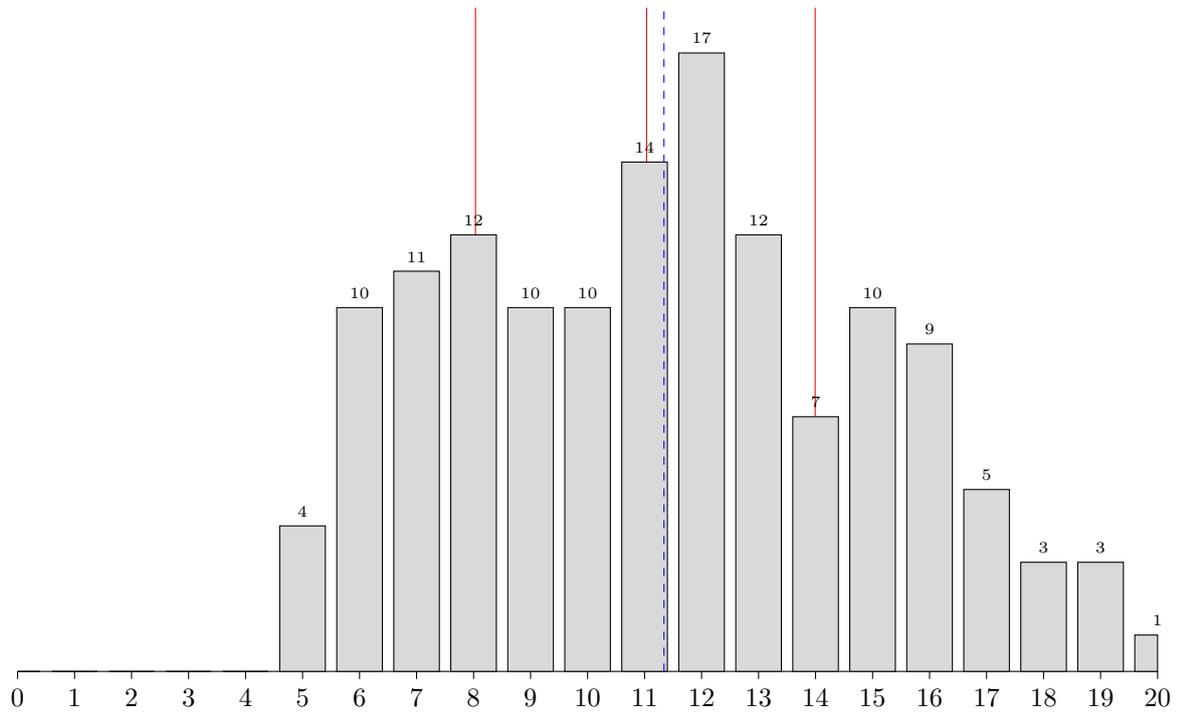
Sport



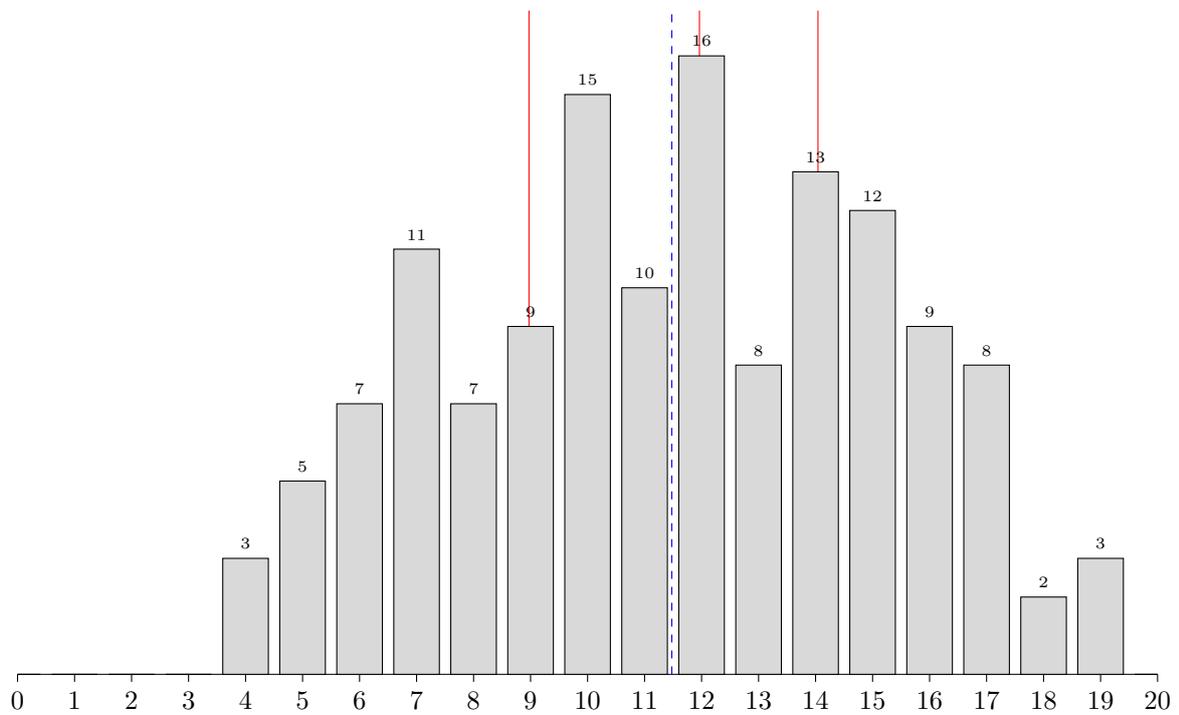
Mathématiques



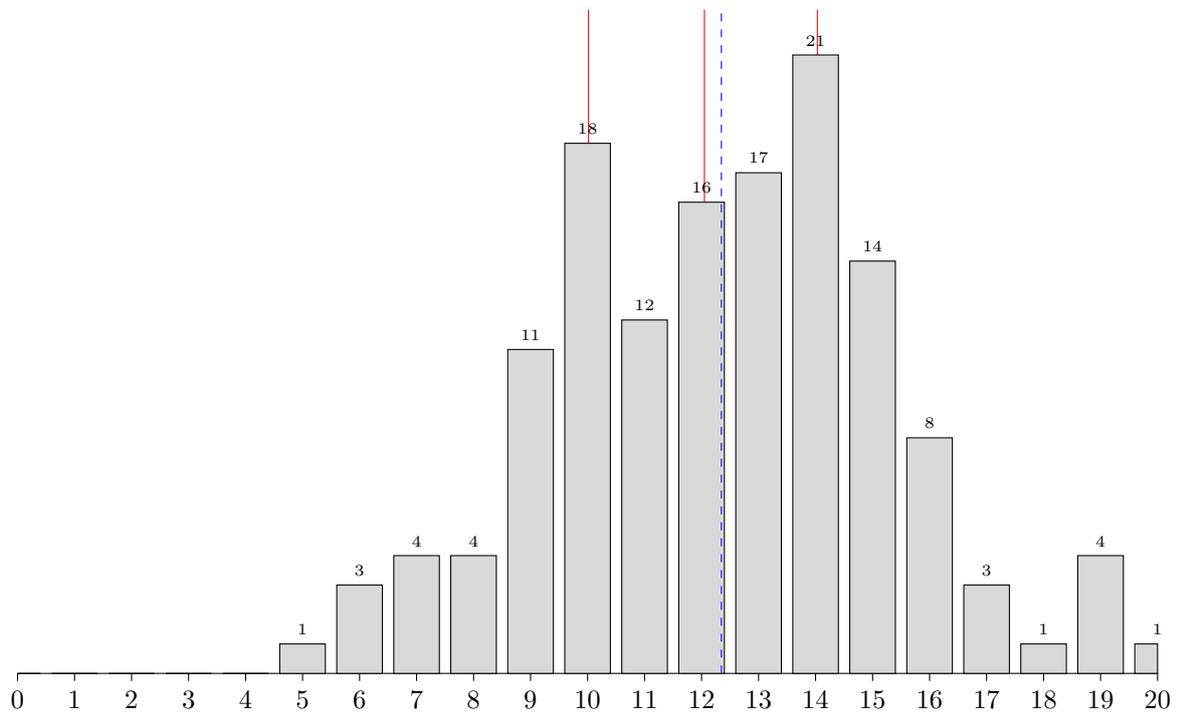
Physique



S2I



Anglais



Mathématiques

Les oraux du concours d'entrée à l'École navale se sont déroulés du 18 juin au 12 juillet 2019 au lycée Louis-le-Grand. Chaque oral dure une demi-heure, sans préparation.

L'organisation de l'oral est analogue aux années précédentes : deux exercices successifs à résoudre, portant sur des thèmes différents et faisant appel à plusieurs parties du programme. Une vingtaine de minutes environ est consacrée au premier exercice, une dizaine au second. L'examinateur gère le temps et impose le changement d'exercice après un certain temps passé sur le premier exercice.

Les attentes de cette épreuve sont simples, il s'agit d'évaluer la capacité de résolution de différents problèmes par le candidat, sa faculté à mettre en place des stratégies pour répondre à une problématique donnée et son aptitude à communiquer ses idées, ses démarches dans un cadre scientifique rigoureux. Compte tenu du temps limité, la résolution parfaite des deux exercices n'est pas nécessaire pour obtenir une excellente note. L'examinateur attend des candidats qu'ils soient capables de proposer une démarche de résolution conforme au programme de la filière PSI dans le cadre d'un échange constructif avec lui.

Si les remarques des précédents rapports restent d'actualité, le jury souhaite rappeler que l'épreuve est une épreuve orale et non un écrit au tableau. S'il n'est bien sûr pas interdit de recopier une partie de l'énoncé au tableau, cela n'apporte en général aucun bénéfice à la prestation. De manière plus générale, certaines affirmations, parties du raisonnement (utilisation de l'hypothèse de récurrence par exemple) gagneraient à n'être évoquées qu'oralement. À l'inverse certaines hypothèses (du théorème de convergence dominée par exemple) devraient être rigoureusement écrites pour éviter toute confusion. Le candidat doit garder à l'esprit que le jury n'hésitera pas à demander une précision écrite si nécessaire (sans évidemment que cela ne soit répétitif durant l'oral). Il faut également éviter l'écueil d'un énoncé oral du raisonnement sans trace écrite qui traduit malheureusement souvent une confusion dans l'esprit du candidat.

Le jury a systématiquement sanctionné toute méconnaissance grave du cours, il n'est pas acceptable que des notions basiques ne soient pas connues des candidats. Il est également important que le vocabulaire employé soit correct et le moins lourd possible, de même toute introduction de données autres que celles fournies par l'énoncé doit être précisée (l'introduction d'une notation sans quantificateur est très souvent suivie d'une approximation voire d'une erreur dans le raisonnement).

Dans un souci de gain de temps, il est préférable que les candidats entrent dans la salle avec à la main leur convocation et leur pièce d'identité afin d'éviter une recherche de deux ou trois minutes dans leur sac. Cela aurait évité un stress supplémentaire en début d'épreuve à quelques étudiants.

Pour terminer, signalons quelques erreurs commises ou des oublis récurrents.

- Les étudiants doivent savoir que si deux endomorphismes commutent, les sous-espaces propres de l'un sont stables par l'autre.
- Les conditions de diagonalisabilité d'une matrice ou d'un endomorphisme ont été trop souvent mal maîtrisées. Il est important que les candidats sachent faire la distinction entre une condition nécessaire et une condition suffisante.
- Le jury a souvent constaté une majoration de l'ordre de multiplicité d'une valeur propre par la dimension du sous-espace propre associé.
- Le rôle de la valeur propre particulière nulle n'est pas suffisamment bien connu des candidats.
- Les hypothèses d'étude de la convergence d'une série numérique ou d'une intégrale généralisée doivent être vérifiées, la condition de signe sur le terme général est trop souvent oubliée.

- La continuité d'une fonction que l'on souhaite intégrer est régulièrement oubliée, l'étude de l'intégrabilité ne se résume pas à une étude aux bornes ! Un candidat ne peut commencer un exercice par « l'intégrale est généralisée car la limite en... est infinie ».
- Si le jury souligne une légère amélioration dans les exercices portant sur les probabilités, la reconnaissance des lois usuelles fait partie des attentes.
- Le jury a été très étonné d'une nette dégradation des connaissances des fonctions usuelles, avec, par exemple, des confusions graves sur les relations trigonométriques basiques.

Il est important que les étudiants se réfèrent au programme de PSI, la mention de polynôme minimal par exemple ne doit pas intervenir et amène systématiquement à un recadrage de l'exercice dans le cadre du respect du programme.

Les exercices portant sur les espaces préhilbertiens, les isométries, les arcs paramétrés, les intégrales à paramètre et le calcul différentiel ont été les moins bien réussis.

Physique

Déroulement de l'épreuve

L'épreuve de Physique de la filière PSI dure 30 minutes, sans préparation. L'examineur pose à l'étudiant un exercice assez ouvert permettant d'évaluer la qualité de la démarche scientifique mise en œuvre par le candidat pour répondre à la problématique posée dans l'énoncé. Concrètement, l'énoncé consiste généralement en une brève description d'une situation physique, suivie le plus souvent d'une seule question. L'énoncé s'appuie souvent sur une photo vidéoprojetée.

Le but essentiel de cette épreuve est d'évaluer la qualité de la démarche scientifique du candidat. Celui-ci doit, en s'appuyant sur sa maîtrise des notions du programme de physique (de PCSI et de PSI), proposer une modélisation simple, dont il discutera précisément de la pertinence, afin de répondre à la question posée. Il est important de noter que le candidat n'est pas évalué sur le choix du modèle mais sur sa capacité à en cerner les limites et le cas échéant à l'améliorer.

Les compétences « programme » susceptibles d'être évaluées lors de cet oral sont : S'approprier, Analyser, Être autonome, Réaliser, Valider, Communiquer. Des compétences « spécifiques » à l'École Navale sont également évaluées : Pugnacité, Réactivité, Capacité d'adaptation et Résistance au stress. C'est dans l'interaction avec le candidat, tout au long de l'épreuve, que le jury évalue le degré de maîtrise de ces compétences.

De part son format où le candidat est mis face à un problème physique complexe, l'épreuve de physique permet d'évaluer plus spécifiquement la capacité d'analyse du candidat (Analyser), son esprit d'initiative (Être autonome), son esprit critique (Valider) ainsi que l'ensemble des compétences « spécifiques ». Dans l'exemple d'épreuve à la section suivante, on détaillera cette évaluation.

Compte-tenu de la difficulté de ce type d'épreuve, le jury ne s'attend pas à ce que le candidat résolve l'intégralité de l'exercice en totale autonomie. Cela ne doit pas inquiéter les futurs candidats qui doivent garder à l'esprit qu'une bonne maîtrise du cours, de la démarche scientifique et des compétences « spécifiques » leur permettra de construire un exposé convaincant.

Exemple d'épreuve

Énoncé

On considère une paille coudée placée dans un verre d'eau. Au repos elle présente une portion verticale et une portion oblique, voire horizontale. On admet que si l'on fait tourner la paille suffisamment vite, autour de l'axe vertical, le niveau d'eau dans la paille monte.

Ce phénomène est-il aisément observable dans les conditions usuelles où la mise en rotation est manuelle ?

Commentaires

On attend du candidat qu'il commence par faire un schéma clair au tableau de la situation en identifiant les grandeurs physiques pertinentes (s'approprier, communiquer). Précisons que la compétence Communiquer comprend également l'utilisation et la gestion du tableau par le candidat.

Ensuite il doit analyser qualitativement le phénomène et proposer une stratégie de résolution (analyser, être autonome). À ce niveau, plusieurs approches et modélisations sont possibles. La rotation de la paille provoque une dépression à l'intérieur de la paille qui se manifeste par une élévation du niveau d'eau.

On pourrait commencer par une analyse dimensionnelle. On pourrait ensuite, pour simplifier l'étude, modéliser l'eau et l'air par des fluides homogènes et incompressibles.

Le candidat doit alors mettre en œuvre sa stratégie (réaliser) puis faire preuve d'esprit critique sur le résultat obtenu (valider).

Afin de répondre à la question posée, il convient ici d'établir, en appliquant proprement des théorèmes de mécanique adéquats, une relation entre la variation de hauteur de l'eau et la vitesse de rotation. Le candidat doit alors vérifier la pertinence de l'expression établie en considérant, par exemple, des cas limites.

Cette dernière étape est particulièrement importante car elle permet d'évaluer la capacité du candidat à avoir un esprit critique sur le fruit de son travail et sur la pertinence du modèle choisi. Le cas échéant, et en interaction avec le jury, le candidat pourra remettre en cause une ou plusieurs hypothèses de son modèle afin de mieux rendre compte de la réalité.

Supposer l'air comme un fluide incompressible et homogène amène ici un résultat aberrant dans la limite des « grandes » vitesses de rotation. Il convient alors de remplacer cette hypothèse par une autre un peu plus réaliste, par exemple celle d'un gaz parfait. On pourrait par ailleurs remarquer que ces deux modèles donnent le même résultat dans le cas des « faibles » vitesses de rotation, qui correspondent aux vitesses que l'on peut atteindre dans les conditions usuelles où la mise en rotation de la paille est manuelle.

Remarques sur la session 2019

Le jury est pleinement satisfait du niveau médian des candidats. La majorité des candidats a su appréhender avec perspicacité le problème proposé et mener une discussion de qualité.

Le jury apprécie toujours les candidats dynamiques, ouverts au dialogue, capable de prendre des initiatives et de discuter précisément de la pertinence des résultats obtenus.

Le jury conseille aux candidats de modéliser très simplement le problème posé. La mise en œuvre d'une démarche scientifique aboutie en sera facilitée. Évidemment, plus le modèle proposé est grossier, plus il est important de discuter, en fin d'exposé, des limites et améliorations possibles du modèle.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Bilan de la session 2019

La répartition des notes est détaillée dans la section « [Résultats par épreuve](#) » (page Navale–2).

Déroulement de l'épreuve

En filière PSI, l'épreuve orale de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur porte sur l'étude de systèmes complexes industriels et pluri-technologiques. Certains de ces systèmes sont présents dans les laboratoires des lycées, d'autres ont été développés pour le concours.

La problématique des sujets s'applique à suivre la démarche de l'ingénieur. Un cahier des charges est donné et tout le sujet consiste à étudier et comparer les performances du système réel et de ses modèles avec celles préconisées par le cahier des charges.

La durée de l'épreuve est d'une heure, divisée en deux parties de 30 minutes : la préparation, qui se déroule en loge, puis la présentation devant l'examinateur.

La calculatrice est autorisée. Le candidat doit préparer l'épreuve sur du brouillon fourni.

Lors de la présentation devant l'examinateur, le sujet est projeté sur un écran. Le candidat peut alors commenter les courbes, schémas et documents pendant l'épreuve. Il dispose aussi d'un tableau pour présenter ses résultats et démonstrations.

Le début de l'épreuve (5 minutes maximum) doit permettre de présenter l'analyse fonctionnelle et structurale du système étudié. Cette analyse doit se faire impérativement avant de répondre aux questions du sujet.

L'*analyse fonctionnelle* doit permettre de contextualiser l'étude, présenter la fonction de service du système, ainsi que les performances qu'il doit vérifier.

L'*analyse structurale* met en évidence les composants du système, les flux d'énergie, de matière et d'information et permet l'explication du fonctionnement du système. Elle peut être présentée sous forme de diagrammes (les diagrammes SysML ne sont pas forcément les mieux adaptés à cette analyse).

Ce début d'épreuve est primordial pour acquérir une *vision globale* du système et de la problématique. Encore un candidat sur deux ne présente pas la fonction principale du système et près de 75 % des candidats n'en détaillent pas la structure et ne peuvent donc pas aborder sereinement les études proposées.

Trop de candidats passent directement aux questions du sujet sans présenter cette partie, ce qui est évidemment préjudiciable pour la suite.

Pour la suite de l'épreuve, le candidat doit aborder les différentes parties du sujet. Le temps de préparation est insuffisant pour aborder toutes les questions, il est donc demandé au candidat de poursuivre les études pendant le temps de présentation. Il est demandé au candidat d'expliquer les objectifs de chaque question et de faire des *retours systématiques aux exigences* du cahier des charges.

Trop souvent les candidats ne commentent pas leurs résultats ni les valeurs numériques obtenues. Il est demandé aux futurs officiers une prise de recul très importante. C'est cette prise de recul qui permet de faire des choix argumentés.

Compétences évaluées

Un oral de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur est une épreuve où les compétences de communication, d'analyse et de synthèse représentent une part importante de l'évaluation.

Lors de l'épreuve, toutes les compétences suivantes sont évaluées :

- analyser ;
- modéliser ;
- expérimenter ;
- résoudre ;
- communiquer.

La compétence « analyser » est principalement évaluée dans la première partie de l'épreuve. Il est demandé, entre autres, de commenter les écarts entre le système réel, le modèle et les performances annoncées par le cahier des charges.

La compétence « modéliser » est évaluée dans les différentes études, en cherchant à obtenir des modèles de connaissance ou de comportement des composants du système étudié. Le candidat doit être capable d'appliquer les théorèmes et principes généraux pour modéliser tout ou partie du système. Il doit aussi être capable de proposer et d'identifier numériquement des modèles simples à partir de résultats expérimentaux.

Trop de candidats ne font pas la différence entre un modèle de « comportement » et un modèle de « connaissance ». Beaucoup ont du mal à mettre en place un modèle ce comportement. Les méthodes d'identification ne sont pas maîtrisées. Il est donc demandé au candidat de savoir identifier des modèles d'ordre 1 et 2, y compris un ordre 2 en régime apériodique.

Dans le cas de la compétence « expérimenter », le système n'étant pas présent physiquement lors de l'épreuve, le candidat doit néanmoins être capable :

- de proposer un protocole expérimental afin de répondre à une problématique technique ;
- d'analyser des résultats expérimentaux fournis ;
- d'identifier des modèles de comportement.

Il est à noter qu'il est nécessaire de faire la différence entre le bruit de mesure et le comportement physique du système afin d'apprécier rapidement des relevés expérimentaux.

La compétence « résoudre » permet d'évaluer la capacité du candidat à relier les caractéristiques des modèles aux performances du système. Il est demandé au candidat de faire preuve d'un recul important sur les valeurs obtenues.

La compétence « résoudre » est évaluée en demandant au candidat de commenter les écarts entre le système réel, le modèle et les performances annoncées par le cahier des charges.

Enfin, tout au long de l'épreuve, la compétence « communiquer » est évaluée en demandant au candidat de faire preuve de rigueur, de dynamisme et d'esprit de synthèse.

Commentaires généraux

Trop de candidats utilisent le temps de préparation pour survoler l'ensemble des questions posées sans penser à préparer leur présentation. Il est ainsi important de préciser que l'épreuve passée est une épreuve orale et que les compétences de communication sont évidemment évaluées. **La présentation doit être organisée** et articulée autour des problématiques posées.

Certains candidats n'utilisent pas **le sujet projeté** et les outils fournis pour commenter ou utiliser des données et se contentent d'exprimer leurs résultats sans les justifier (tracé expérimentaux, relevés sur des abaques...). Il est important que les candidats soient préparés et à l'aise avec l'utilisation d'une vidéo-projection.

La présentation fonctionnelle et structurelle du système étudié n'est pas un gadget de présentation mais permet d'acquérir **une vision globale** indispensable pour mener à bien les études proposées.

De nombreux candidats adoptent des démarches de modélisation trop lourdes, inadaptées à une épreuve orale de 30 minutes. Il est recommandé de connaître les expressions de l'énergie cinétique, de moments dynamiques, de puissances dans des cas simples sans avoir à repasser par la notation torsorielle.

La stabilité en BF des SLCI à partir d'une FTBO suppose que cette dernière soit préalablement stable. Trop de candidats ne prennent pas cette précaution et passe directement à l'étude des marges de stabilité.

L'identification d'un modèle d'ordre 2 à partir d'un résultat expérimental pose encore de nombreux problèmes à beaucoup de candidats.

Les capteurs classiques (potentiomètre, codeur incrémental, génératrice tachymétrique, capteur d'effort...) sont encore peu connus. Les candidats doivent être capables de proposer un capteur pour mesurer une grandeur particulière, expliquer le fonctionnement et proposer une fonction de transfert pour chacun de ces composants.

Anglais

L'épreuve orale du concours externe de l'École navale se déroule entièrement en anglais afin d'évaluer les compétences en compréhension orale et écrite ainsi que de la production orale en continu et en interaction. Dès la rentrée en salle d'examen, les échanges se font en anglais mais l'évaluation ne commence que lorsque le candidat se trouve assis devant l'examineur.

Préparation – durée 40 minutes

Le candidat dispose de quarante minutes de préparation pour l'étude des deux supports proposés : 20 minutes maximum pour l'écoute de l'enregistrement d'une durée de trois minutes environ dont il devra effectuer le résumé, 20 minutes pour préparer le compte rendu et le commentaire de l'article de presse.

Épreuve orale face à l'examineur – durée 20 minutes

Document audio

L'exercice demandé est une *restitution*, ce n'est donc ni un résumé ni une synthèse. Les candidats doivent restituer le plus d'éléments entendus dans l'enregistrement, y compris la source et la date, avec des connecteurs logiques de type *link-words*. Le jury attend des candidats qu'ils fassent ressortir l'articulation du propos, sans commentaire ni jugement, et qu'ils ne négligent pas la conclusion.

Ainsi cette première partie de l'épreuve permet d'évaluer :

- la compréhension orale ;
- le sens de l'organisation des informations ;
- la fidélité de la restitution transmise sans que cela soit une répétition de l'enregistrement entendu.

Document écrit

L'exercice demandé est un *résumé* et un *commentaire* de l'article. Le jury posera quelques questions dans le but d'approfondir l'analyse et d'encourager l'interaction orale spontanée. La *lecture* à haute voix et la *traduction* d'un court passage de l'article sera demandée avant ou après l'échange.

Cette deuxième partie de l'épreuve orale permet donc d'évaluer :

- la compréhension écrite ;
- la rigueur dans l'analyse et la synthèse ;
- la capacité d'interagir, argumenter, convaincre avec aisance en anglais.

À la fin de l'épreuve, les candidats détruisent leurs brouillons et remettent l'article à l'examineur, sans annotation ni soulignage (voir paragraphe « [Matériel](#) »).

Matériel

Sur les conseils de leurs professeurs, certains candidats ont utilisé des plastiques transparents car s'il est interdit d'annoter les textes soumis par le jury (voir plus haut) il est en revanche permis de procéder à des repérages, soulignages, surlignages de couleurs différentes à l'aide de ces feuilles.

Pour les candidats sensibles au bruit, il peut être conseillé d'apporter des protections auditives car la préparation et la prestation se déroulent dans la même salle.

Conclusion des attentes du jury du concours 2019

Les candidats au concours externe 2019 ont montré, pour la plupart, une bonne connaissance du déroulement de l'épreuve orale et ont respecté les consignes.

L'examinatrice fut surprise d'apprendre que certains candidats n'ont pas été entraînés à l'épreuve du document audio.

La gestion du temps lors de l'épreuve orale est primordiale, surtout lors de la restitution afin d'avoir assez de temps pour le résumé et le commentaire.

L'initiative de certains candidats de choisir un passage à lire à haute voix afin d'expliquer ou commenter l'article est appréciée mais n'est pas obligatoire.

Quant à l'épreuve de traduction, il est conseillé aux candidats de ne pas traduire du mot à mot tout de suite, mais de réfléchir au sens général du passage en proposant une traduction authentique avant de se tenir prêt à répondre aux questions spécifiques de vocabulaire.

Tout au long de l'épreuve orale, l'examineur veille à l'étendue du vocabulaire, la correction grammaticale, la maîtrise du système phonologique, la souplesse, la capacité à interagir, la cohérence et la cohésion du discours, la précision, etc. Le candidat doit pouvoir se détacher de ses notes sans faire trop de fautes et en assurant une réelle communication. L'accumulation de fautes ou la répétition de fautes de bases seront sanctionnées.

L'examinatrice a parfois relevé une confusion dans la prononciation du passé participe “-ed” [/t/ /d/ /id/] ainsi qu'une prononciation approximative de voyelles (tendues et diphtongues) ou les mots avec “th” (*think* vs. *sink*!).

Une révision des pronoms relatifs s'imposent pour certains. Beaucoup de candidats pourraient également revoir les réponses et reprises elliptiques afin d'enrichir les échanges avec l'examineur et en garantir une fluidité.

Conseils de préparation aux futurs candidats

Le choix des articles extraits de la presse anglophone porte sur des sujets d'actualité : santé, politique générale, nouvelles technologies, environnement etc.

Il est indispensable de lire la presse en langue anglaise pour se tenir au courant de l'actualité et acquérir du lexique. Les journaux classiques tels que *The Economist*, *The Guardian*, *The Telegraph*, *The Independent* sont conseillés. Les journaux cités sont accessibles en ligne gratuitement.

Écouter des enregistrements anglais authentiques le plus souvent possible permet également d'améliorer la compréhension, la fluidité du discours et la qualité phonétique de la langue. *BBC*, *CNN*, *Radio 4*, *Today*, par exemple, ont des journaux télévisés qui offrent un excellent entraînement à la compréhension avec un support visuel.

Enfin, un entraînement régulier en production orale lors des « colles » et examens blancs n'est pas à négliger.