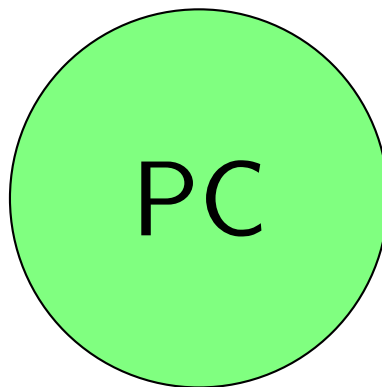


CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Rapport du jury



2022

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 | 11 |
| Mathématiques 1 | 15 |
| Mathématiques 2 | 20 |
| Physique 1 | 24 |
| Physique 2 | 28 |
| Chimie | 34 |
| Informatique | 39 |
| Allemand | 43 |
| Anglais | 46 |
| Chinois | 52 |
| Italien | 54 |
| Russe | 57 |
| Épreuves d'admission | |
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Mathématiques | 22 |
| Physique | 26 |
| Chimie | 32 |
| Travaux pratiques de chimie | 36 |
| Travaux pratiques de physique | 42 |
| Sciences (Arts et Métiers) | 47 |
| Allemand | 53 |

| | |
|----------------------------------------------|----|
| Anglais | 56 |
| Chinois | 59 |
| Espagnol | 62 |
| Épreuves d'admission à l'École navale | |
| Table des matières | 1 |
| Mathématiques | 2 |
| Physique 1 | 3 |
| Anglais | 8 |

Avant-propos

La session 2022 s'est déroulée de manière très satisfaisante malgré un contexte un peu difficile. Tout d'abord, la crise sanitaire est toujours présente. Il nous a fallu beaucoup de réactivité pour pallier les absences ponctuelles d'examineurs touchés par la covid au cours des épreuves orales. Cela d'autant plus que le nombre d'admissibles a considérablement augmenté et que nous sommes à la limite de la saturation. Les difficultés actuelles de recrutement universitaire et à l'étranger sont compensées par une augmentation du recrutement CPGE.

Heureusement, le secrétariat du concours a encore et toujours été omniprésent et disponible pour régler le plus rapidement possible les problèmes dès leur apparition. Je tiens à leur adresser mes remerciements les plus chaleureux et toute ma gratitude.

Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées sans anicroche particulière. Les sujets, de qualité comme toujours, n'ont pas fait apparaître de coquilles significatives. Que leurs promoteurs et les superviseurs soient remerciés pour leur travail et leur attention particulière.

Les épreuves d'admission ont laissé apparaître cette année un comportement légèrement différent des candidats. Si certains ne connaissent toujours pas exactement le format des épreuves (avec ou sans préparation par exemple) et les attentes du jury, le jury a pu constater, de manière plus prégnante que les années précédentes, un manque de combativité et de pugnacité et surtout un rapport avec les horaires assez fluctuant. Or, compte tenu du nombre d'admissibles, il n'est pas possible d'accepter de retard. Une baisse de l'aisance dans la pratique expérimentale a aussi été constatée. Le contexte dans lequel s'est déroulée la préparation au concours n'y est sans doute pas étranger.

Je profite de cet avant-propos, et avec le recul qui est le mien, pour affirmer que l'ingénierie pédagogique mise en œuvre au concours Centrale-Supélec est remarquable. Elle est le fruit d'échanges constants et permanents entre le secrétariat du concours, les superviseurs, les chefs de groupe, les correcteurs et les examineurs. L'élaboration des sujets d'écrit et d'oral et leur évaluation font l'objet de réunions et de réflexions intenses qui ont pour objectif :

- d'élaborer des sujets, certes conformes au programme, mais qui développent des compétences très recherchées chez les ingénieurs ;
- de faire en sorte que l'évaluation ne dépende pas de la sensibilité des correcteurs et soit univoque et sans ambiguïté.

La session 2023 va évoluer à minima pour s'adapter aux nouveaux programmes et horaires. Une réflexion sera cependant conduite, au cours de l'année qui vient, sur l'évolution du concours. Il est, en particulier, pertinent de s'interroger sur l'intérêt de proposer 16 épreuves pour recruter un élève-ingénieur. Un recrutement est organisé pour la nouvelle filière MPI. Les nombres de places des filières MPI et MP seront adaptées en proportion du nombre d'étudiants inscrits dans chaque filière.

Pour conclure, je souhaite que ce rapport soit une aide précieuse pour les futurs candidats et leurs professeurs pour préparer le concours Centrale-Supélec. Que ces derniers soient remerciés pour les compétences qu'ils font acquérir aux étudiants de CPGE. Les écoles, affiliées au concours Centrale-Supélec, sont particulièrement satisfaites, de leur recrutement.

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 | 450 | 1150 | 65 | — | — |
| Centrale Lille | 2778 | 1186 | 742 | 670 | 2289,40 |
| Centrale Lyon | 2897 | 1301 | 625 | 567 | 2479,60 |
| Centrale Marseille | 2827 | 1001 | 1248 | 1008 | 2061,40 |
| Centrale Nantes | 2732 | 1130 | 978 | 648 | 2434,90 |
| CentraleSupélec | 2623 | 1256 | 747 | 418 | 2728,00 |
| IOGS | 1559 | 978 | 790 | 738 | 1799,00 |
| Arts et Métiers | 1820 | 985 | 706 ¹ | 485 | 2184,40 |
| ENSEA | 1186 | 600 | 853 ¹ | 506 | 1088,70 |
| ESTP | 1073 | 517 | 940 | 658 | 683,40 |
| École navale | 396 ² | 821,8 | 192 | 46 | 2115,50 |

Concours cycle international

| École | Inscrits | Admissibles | | Dernier entré | |
|--------------------|----------|-------------|--------|---------------|---------|
| | | barre | nombre | rang | points |
| Centrale Lille | 31 | 1000 | 19 | 10 | 2147,80 |
| Centrale Lyon | | | | 6 | 2346,80 |
| Centrale Marseille | | | | 14 | 2027,40 |
| Centrale Nantes | | | | 7 | 2331,40 |
| CentraleSupélec | | | | 5 | 2444,80 |
| IOGS | | | | 18 | 1701,00 |

Concours réservés aux étrangers scolarisés en France

| École | Inscrits | Admissibles | | Dernier entré | |
|-----------------|----------|-------------|--------|---------------|---------|
| | | barre | nombre | rang | points |
| CentraleSupélec | 95 | 1145 | 25 | 19 | 2416,00 |
| IOGS | 46 | 1005 | 15 | — | — |

¹ Y compris les admissibles dispensés d'épreuves d'admission (grand-admissibles).

² Candidats autorisés à concourir.

Concours Centrale-Supélec 2022

Épreuves d'admissibilité

Filière PC

Table des matières

| | |
|-----------------------|----|
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Rédaction | 11 |
| Mathématiques 1 | 15 |
| Mathématiques 2 | 20 |
| Physique 1 | 24 |
| Physique 2 | 28 |
| Chimie | 34 |
| Informatique | 39 |
| Allemand | 43 |
| Anglais | 46 |
| Chinois | 52 |
| Italien | 54 |
| Russe | 57 |

Résultats par épreuve

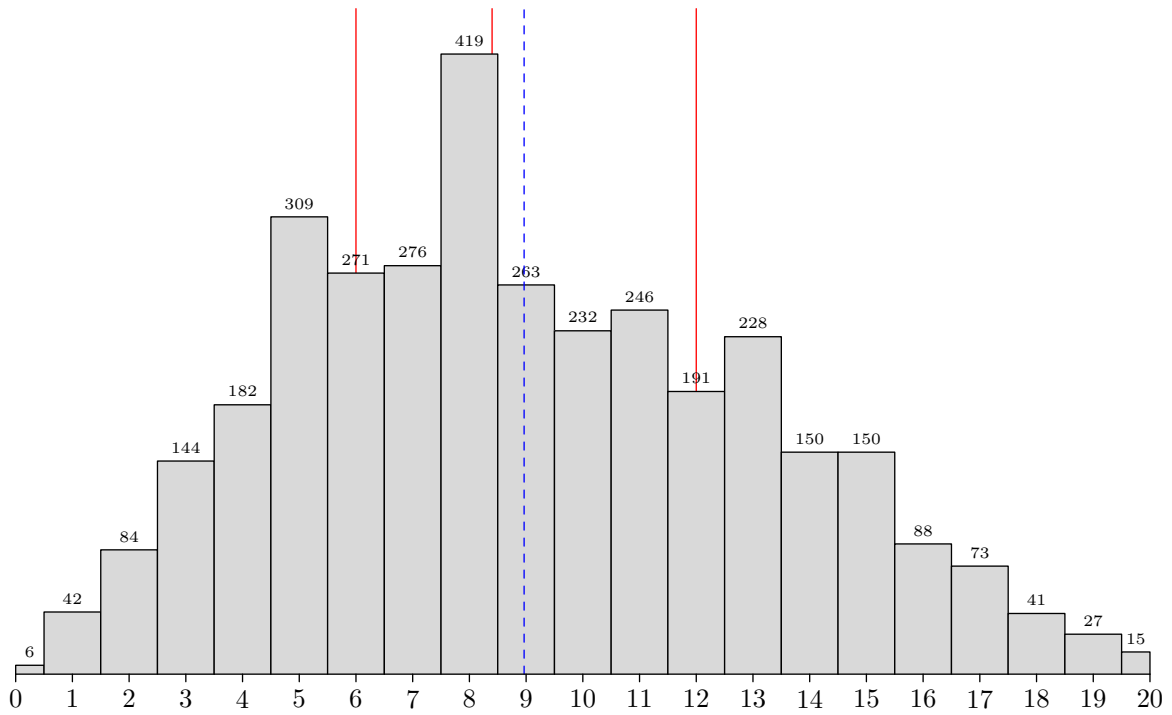
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

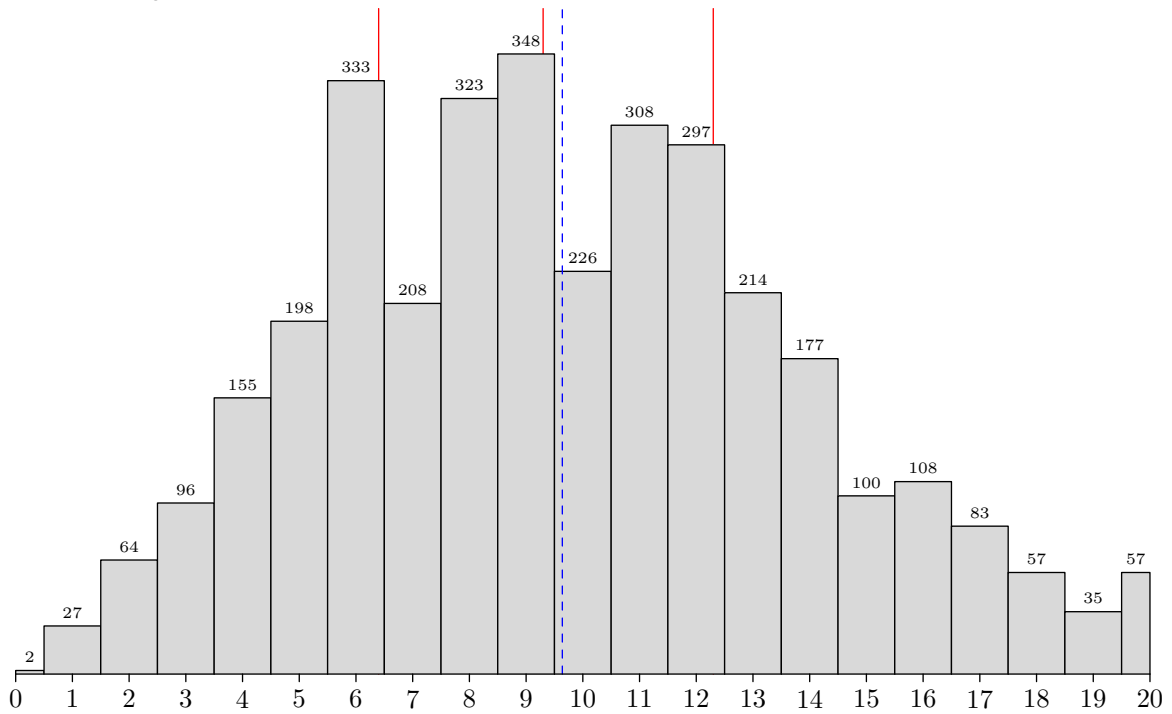
| Épreuve | Inscrits | Absents | Présents | M | ET | Q1 | Q2 | Q3 | EI |
|-----------------|----------|---------|----------|-------|------|------|------|------|-----|
| Chimie | 3695 | 7,0% | 3437 | 8,96 | 4,13 | 6,0 | 8,4 | 12,0 | 6,0 |
| Informatique | 3695 | 7,6% | 3416 | 9,64 | 4,16 | 6,4 | 9,3 | 12,3 | 5,9 |
| Mathématiques 1 | 3695 | 6,5% | 3454 | 8,90 | 4,12 | 6,0 | 8,6 | 12,0 | 6,0 |
| Mathématiques 2 | 3695 | 7,5% | 3417 | 8,99 | 4,13 | 6,0 | 8,4 | 12,0 | 6,0 |
| Physique 1 | 3695 | 6,9% | 3440 | 9,24 | 4,11 | 6,0 | 8,7 | 12,0 | 6,0 |
| Physique 2 | 3695 | 7,2% | 3428 | 9,19 | 4,12 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | 6,0 |
| Rédaction | 3695 | 6,6% | 3452 | 9,71 | 3,96 | 6,2 | 9,5 | 12,6 | 6,4 |
| Langue | 3695 | 7,3% | 3426 | 11,29 | 3,71 | 8,1 | 11,4 | 14,1 | 6,0 |
| Allemand | 97 | 5,2% | 92 | 11,56 | 3,77 | 9,2 | 11,4 | 13,5 | 4,3 |
| Anglais | 3505 | 7,2% | 3252 | 11,25 | 3,69 | 8,1 | 11,4 | 14,1 | 6,0 |
| Arabe | 30 | 26,7% | 22 | 14,02 | 3,27 | 10,9 | 13,6 | 16,8 | 5,9 |
| Chinois | 8 | 12,5% | 7 | 16,17 | 2,94 | 13,6 | 16,8 | 18,7 | 5,1 |
| Espagnol | 41 | 2,4% | 40 | 10,09 | 3,73 | 7,0 | 10,4 | 12,6 | 5,7 |
| Italien | 12 | 8,3% | 11 | 17,03 | 1,46 | 15,9 | 16,8 | 17,6 | 1,7 |
| Russe | 2 | 0,0% | 2 | 16,20 | 2,70 | 14,8 | 16,2 | 17,5 | 2,7 |

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.

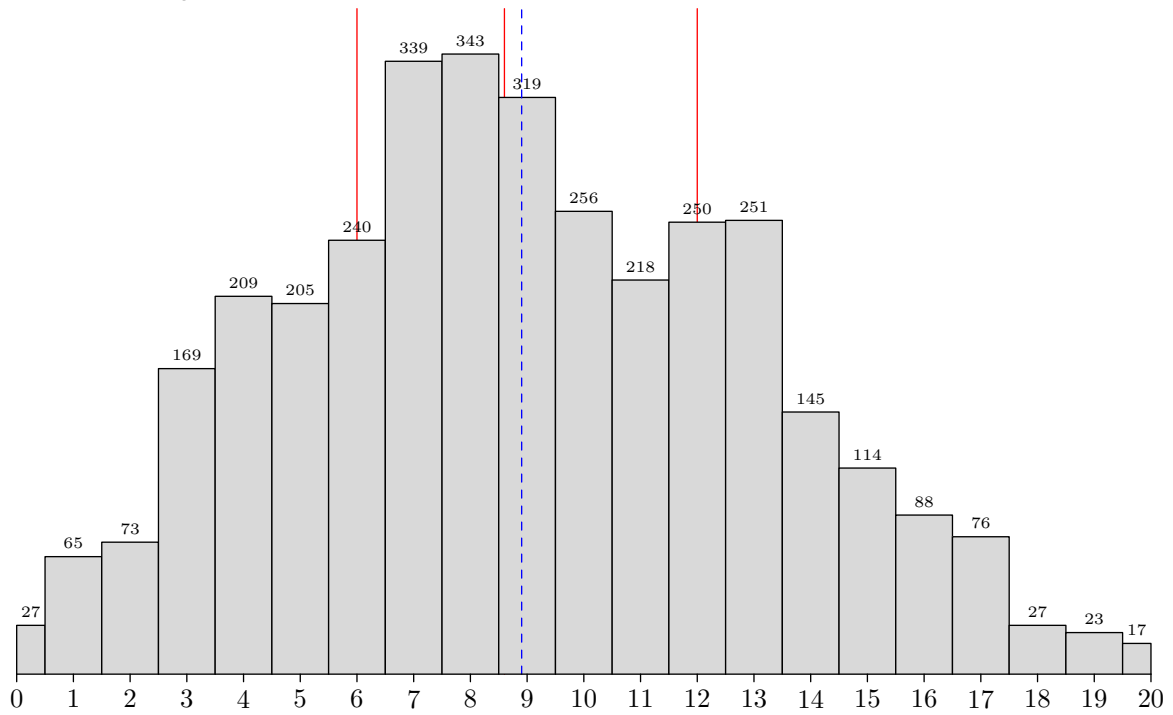
Chimie



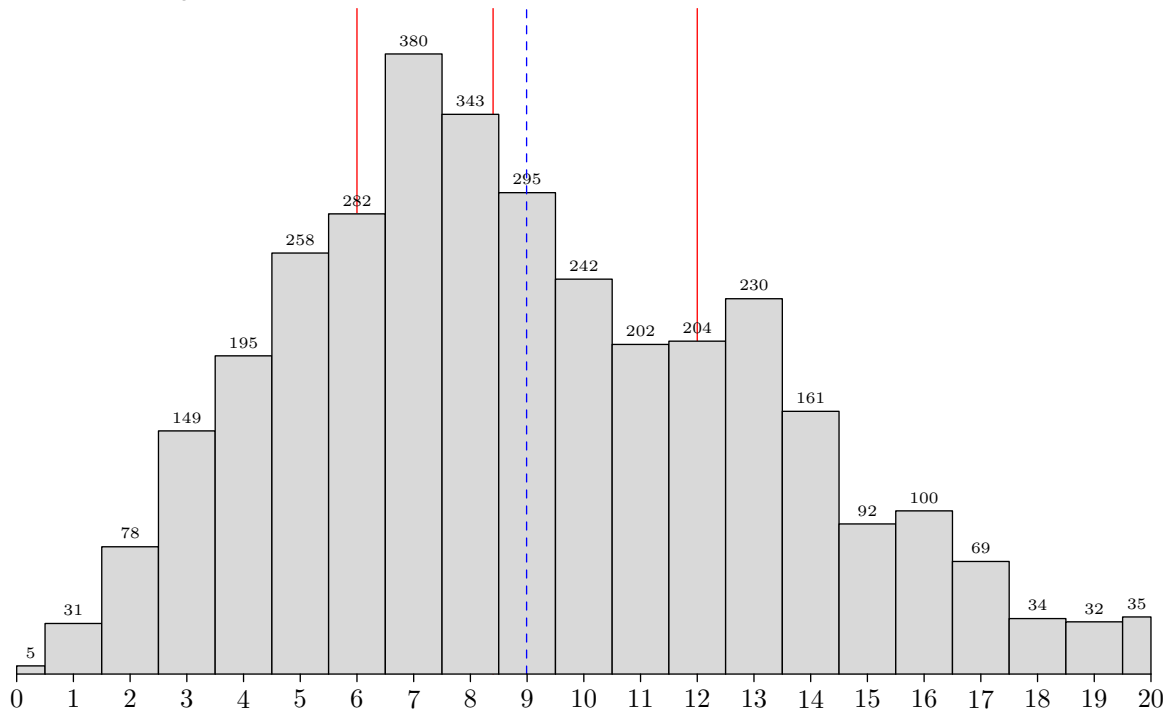
Informatique



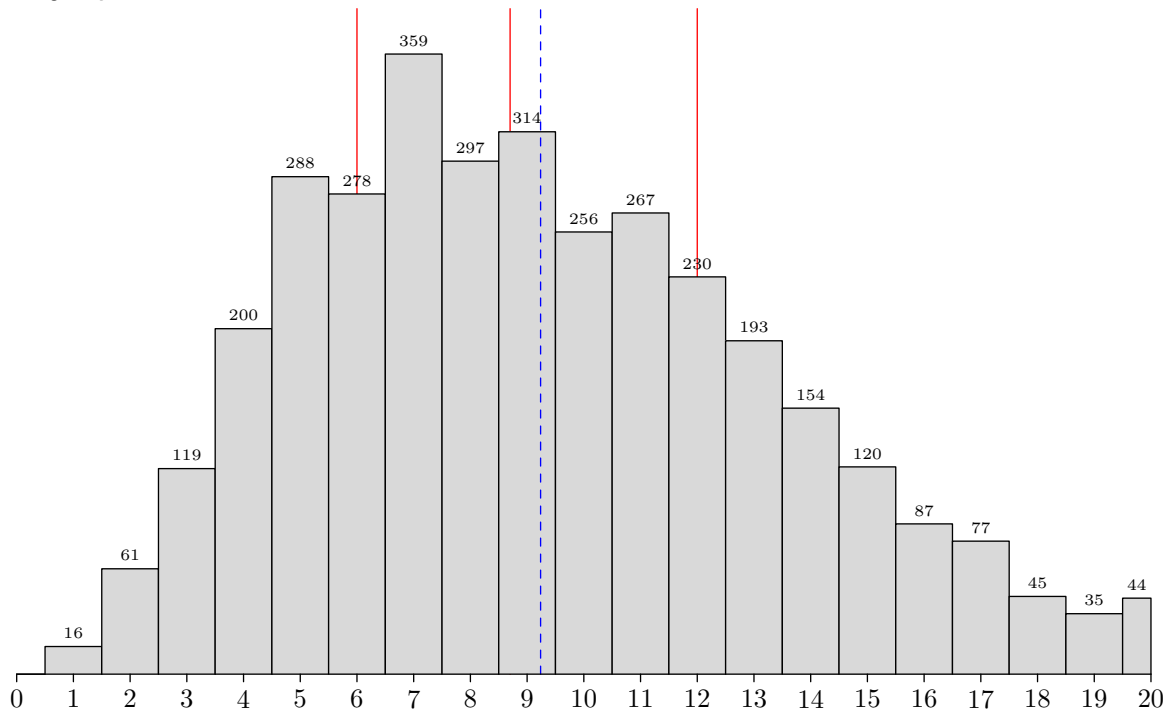
Mathématiques 1



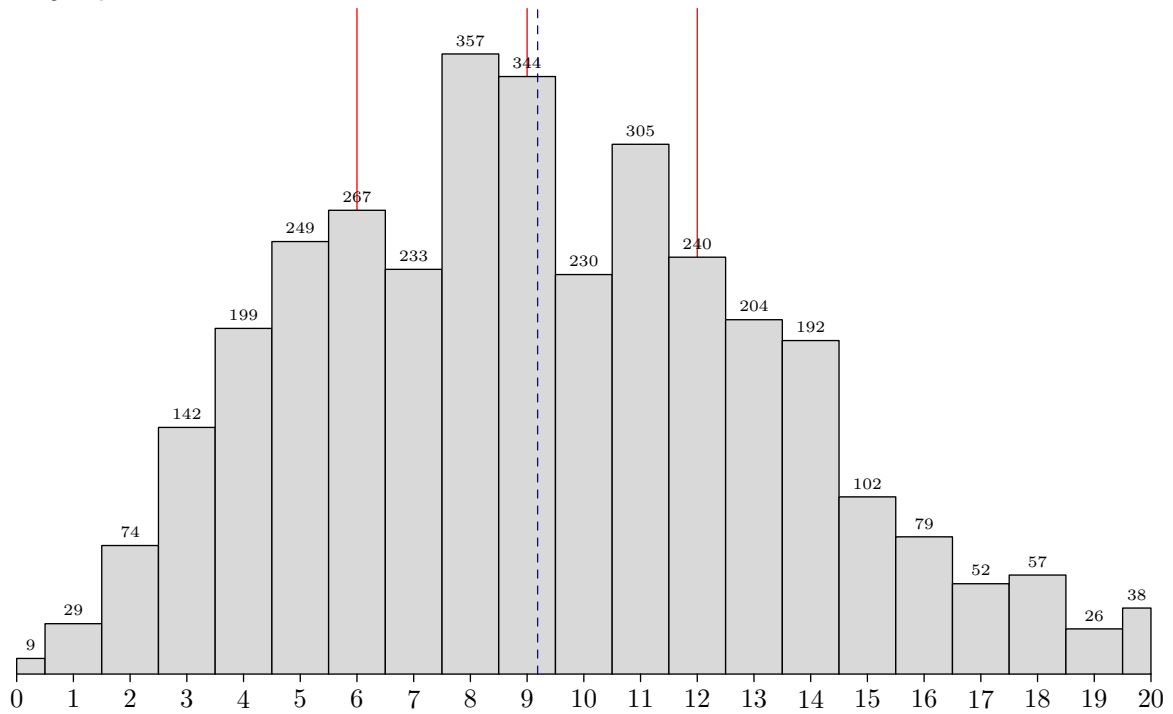
Mathématiques 2



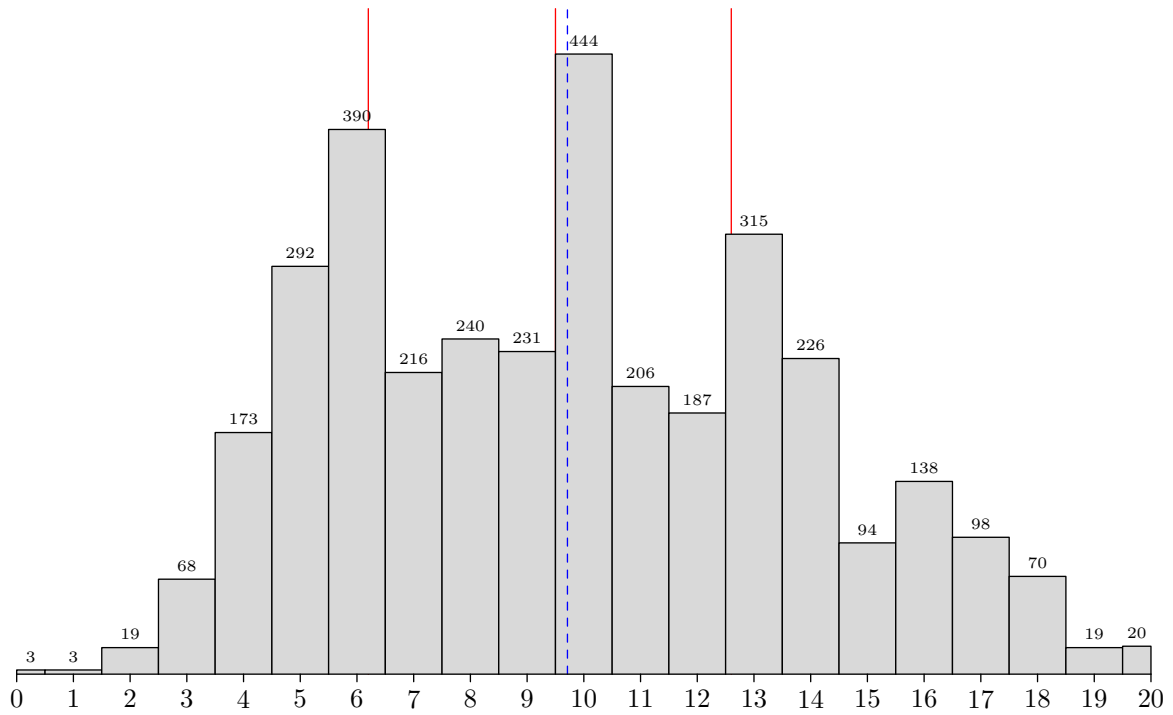
Physique 1



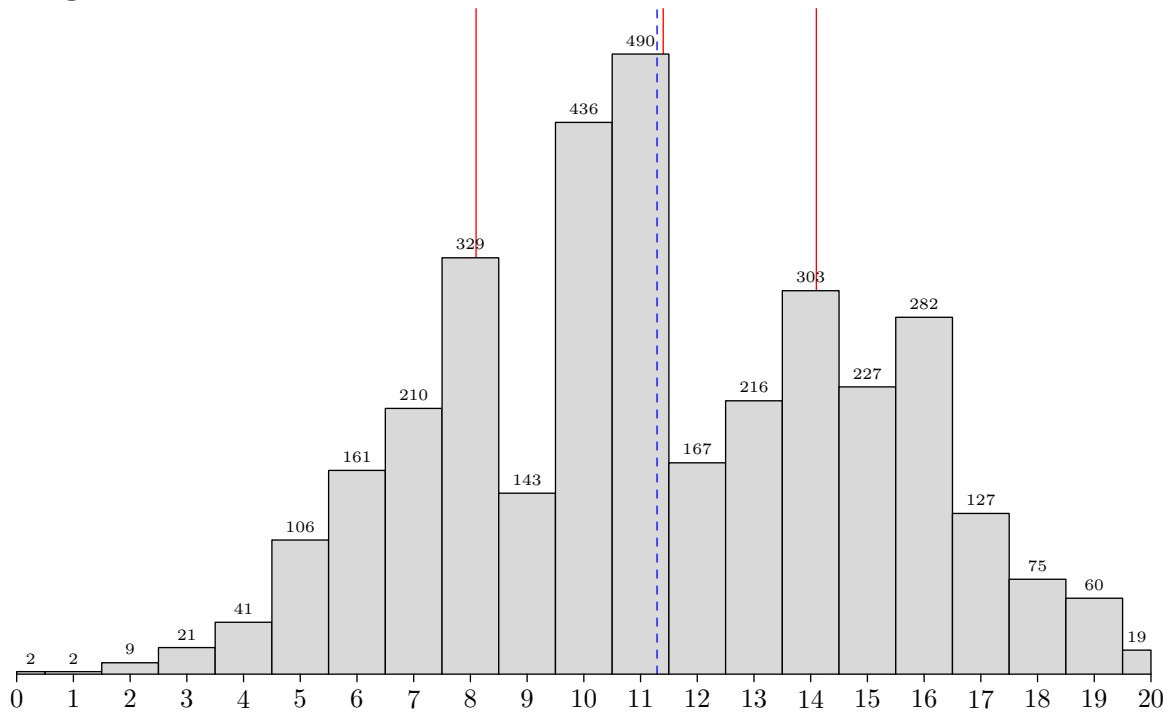
Physique 2



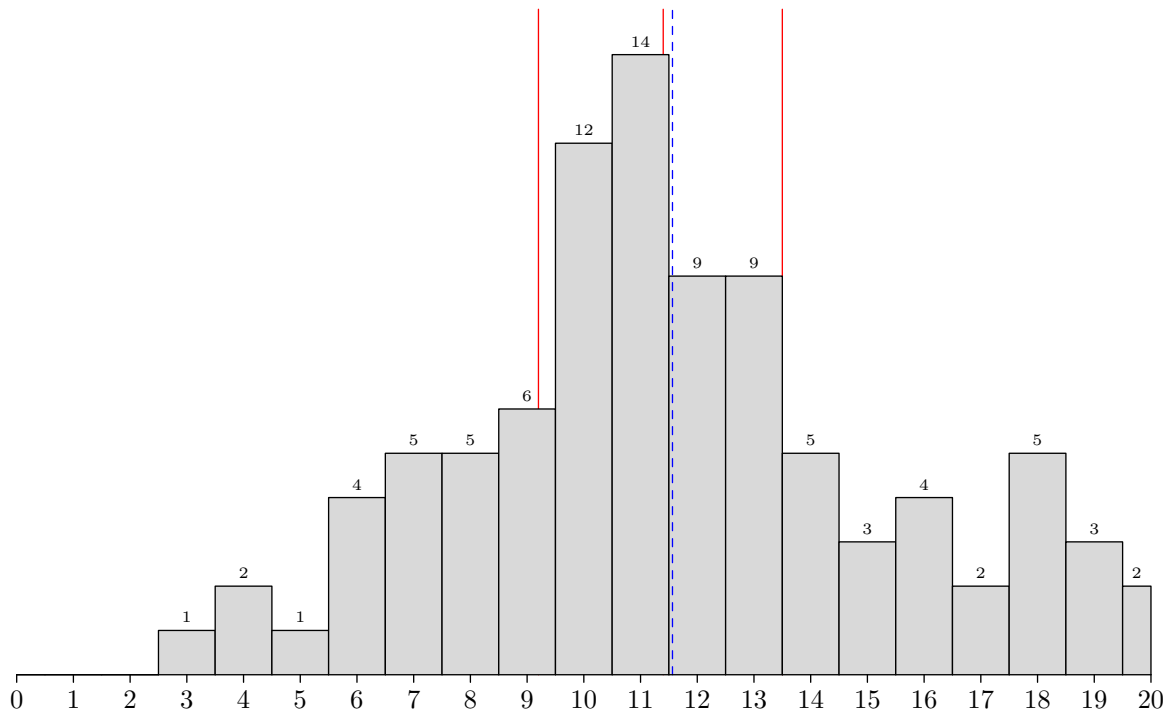
Rédaction



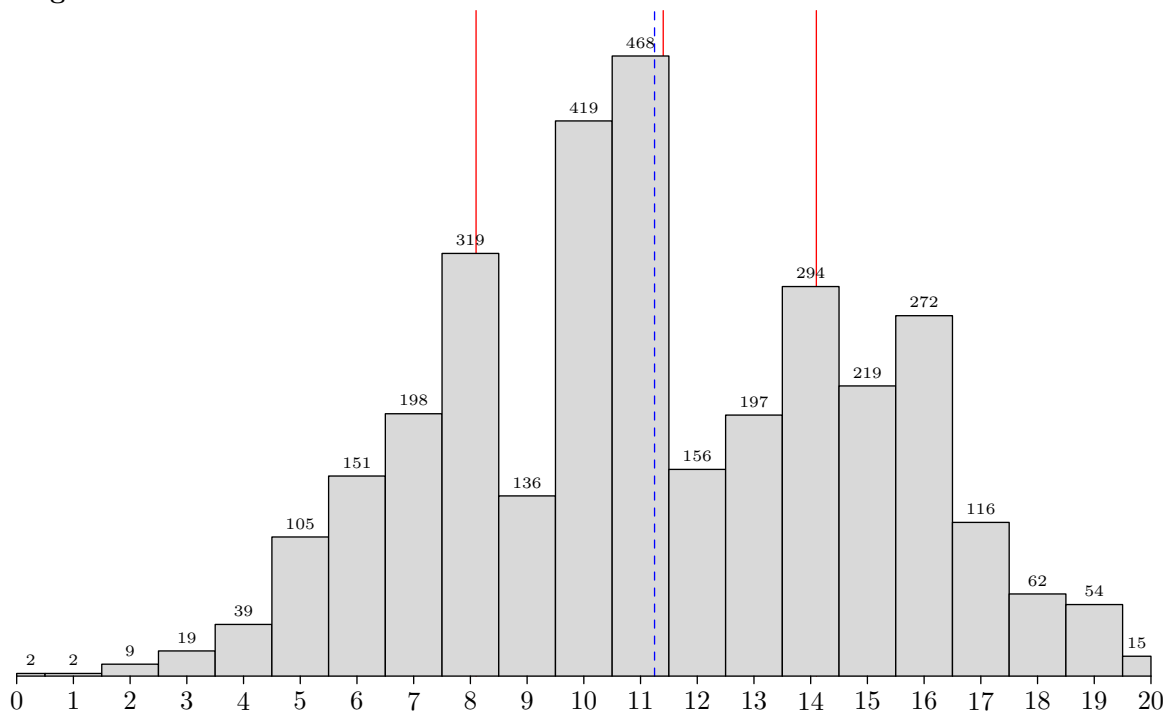
Langue



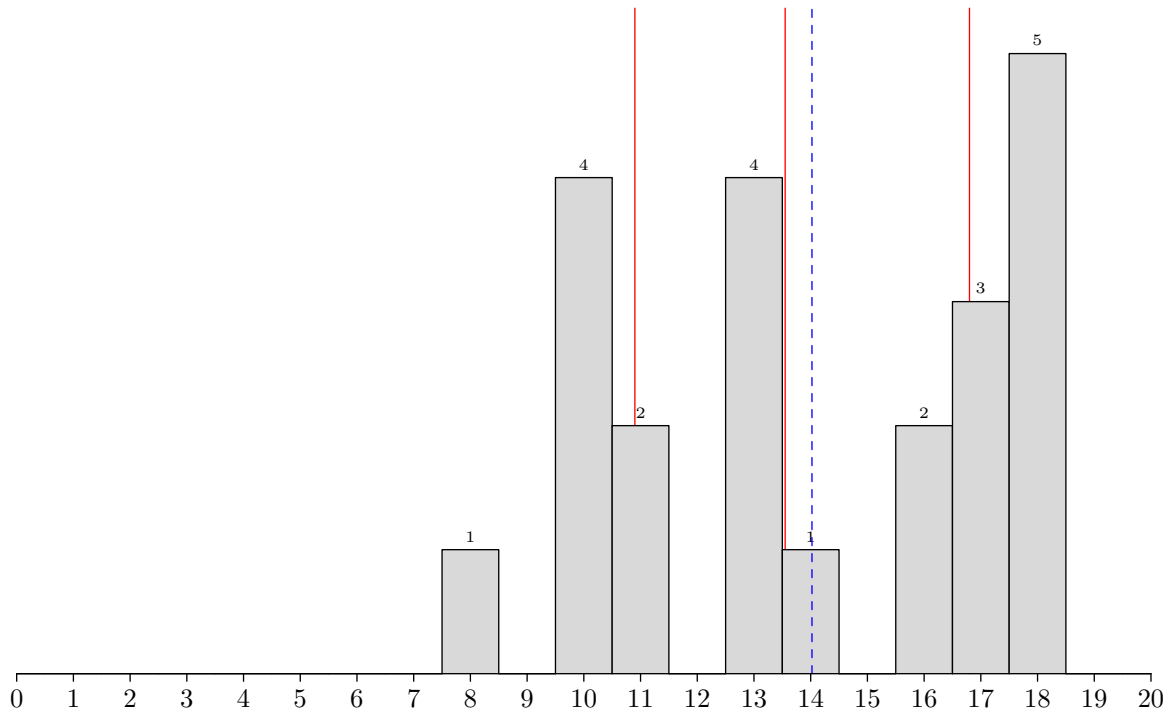
Allemand



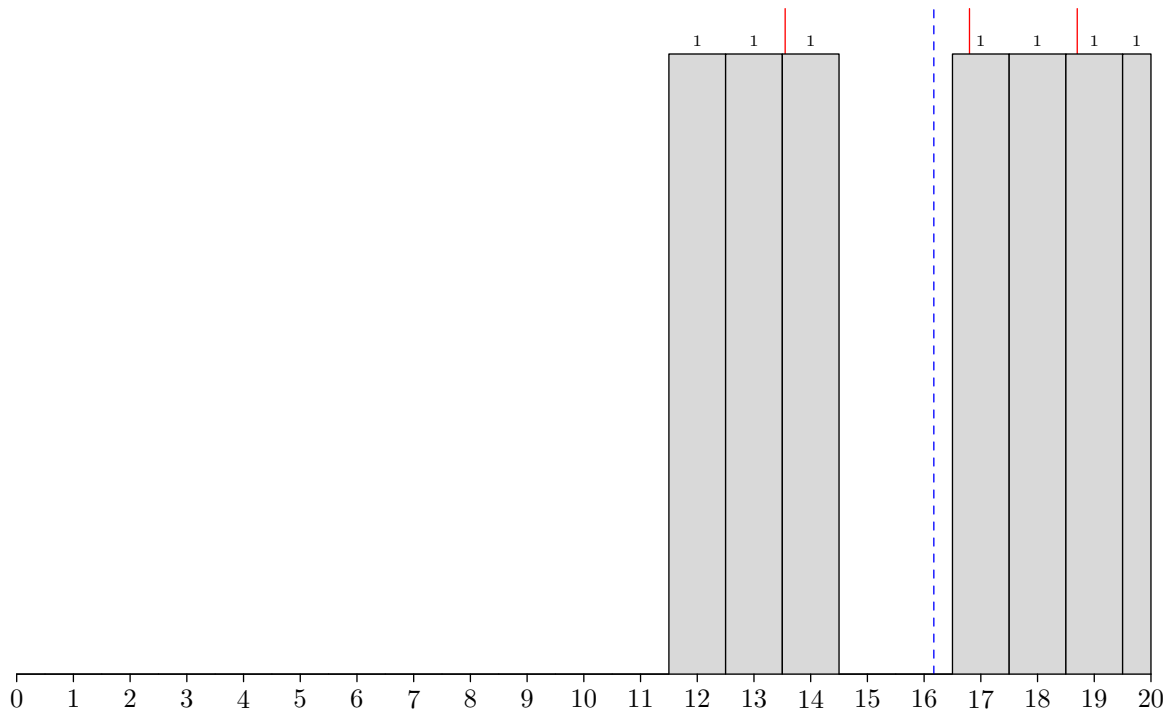
Anglais



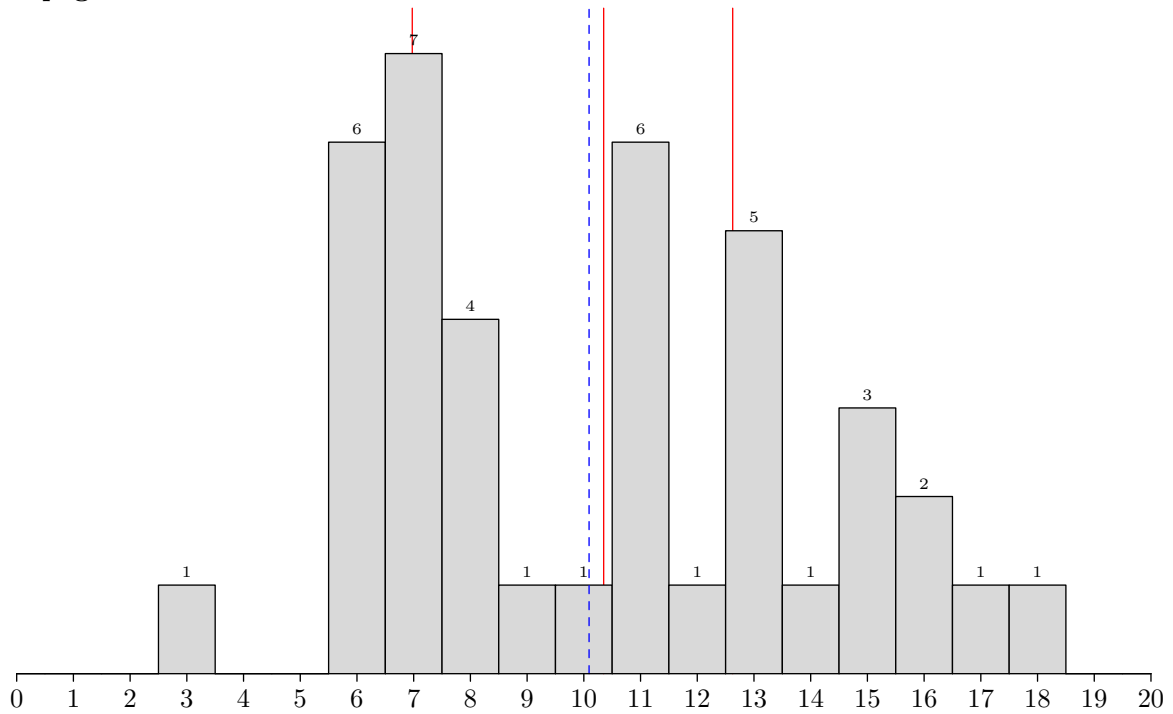
Arabe



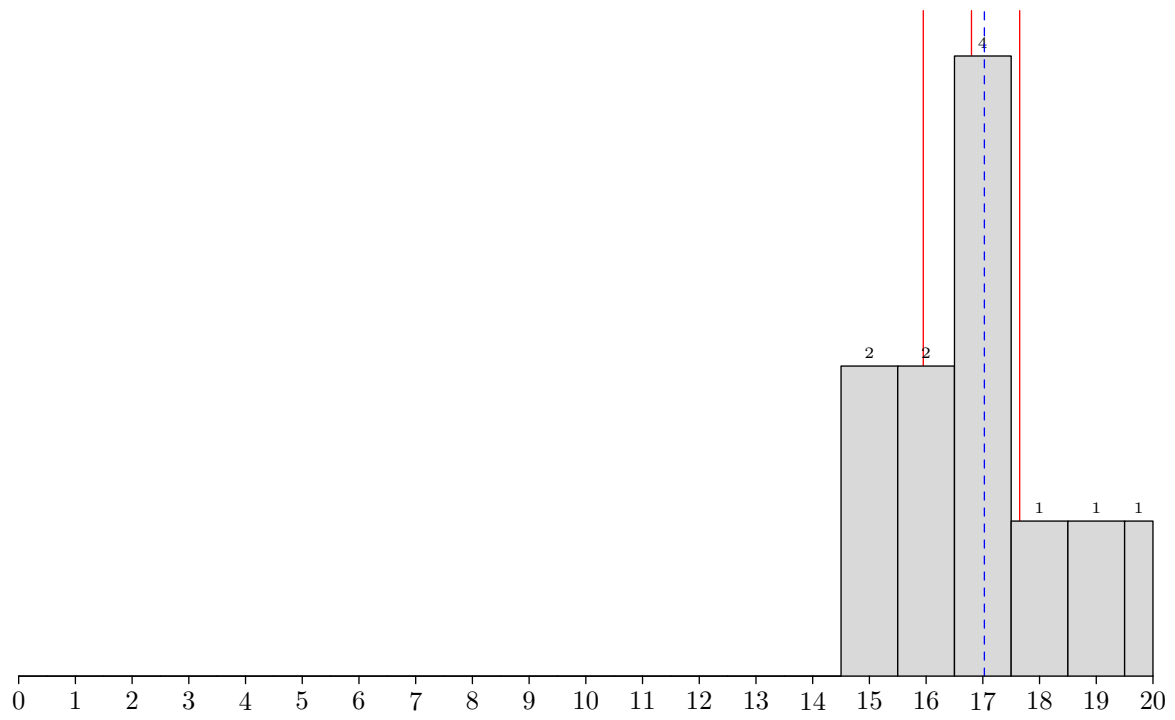
Chinois



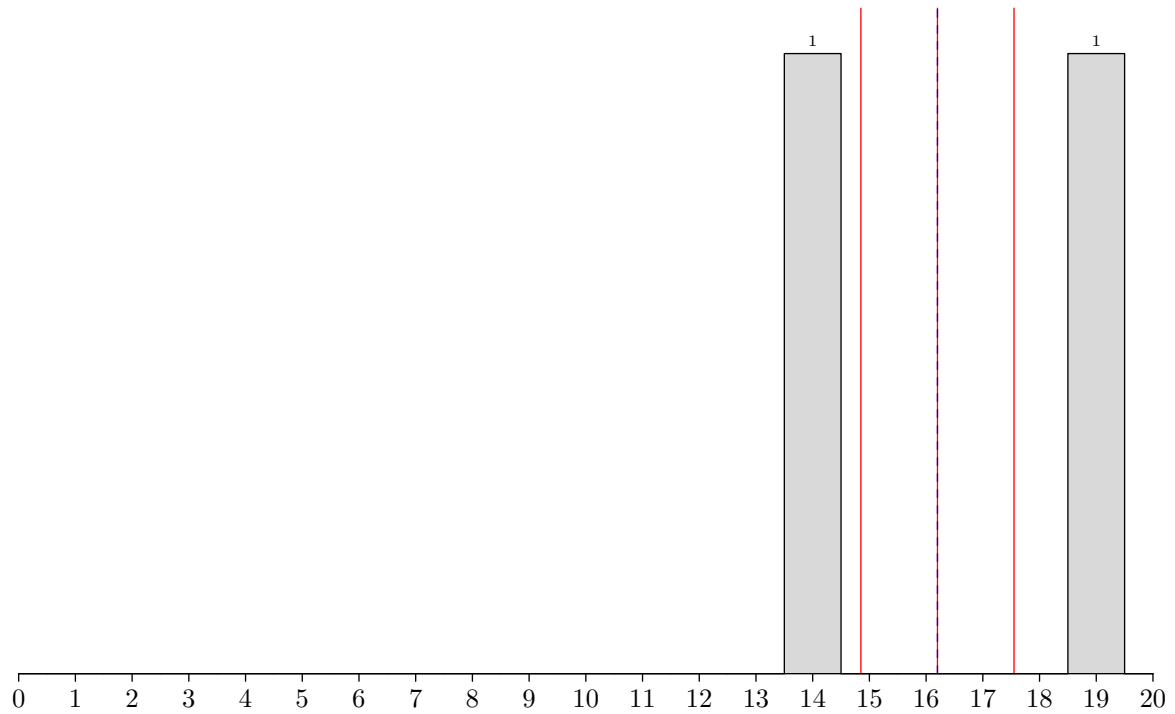
Espagnol



Italien



Russe



Rédaction

Présentation du sujet

Le sujet retenu s'appuie sur un extrait de « L'Art d'écrire l'enfance », article de Pierre Péju paru dans le numéro 605 de La Nouvelle Revue Française, *L'enfance de la Littérature* (juin 2013). Tout en plaçant le débat au cœur même de la question inscrite au programme, « L'enfance », on trouve ici un point de vue propre à éviter sa réduction à une simple thématique, ouvrant la possibilité d'une réflexion originale, éloignée des lieux communs et des développements tout faits : le texte propose une réflexion sur l'écriture de l'enfance. Dans ses formes traditionnelles, la littérature serait incapable de dire l'enfance sans la figer en un récit factuel, exact parfois, mais impuissant à ressusciter la fraîcheur d'un rapport au monde ineffable dans la langue ordinaire. « L'enfantin » véritable se manifeste pourtant tout au long de notre vie, par de soudaines et fugaces réminiscences, venant parfois affleurer dans notre conscience et éveillant en nous la sensibilité de l'enfant que nous avons été. Chacun éprouve en soi ces fulgurances muettes. Mais l'écrivain doit réinventer son art pour les exprimer. Il doit alors écouter « l'enfantin » et le faire entendre dans ses textes, pour essayer de défendre un passé individuel ou collectif menacé de disparaître et sans lequel nous perdriions toute humanité. C'est sur cette dernière idée que portait le sujet de dissertation.

Analyse globale des résultats

L'épreuve est apparue de même difficulté que les années antérieures. On s'accorde à reconnaître la grande qualité littéraire, la clarté et la profondeur du texte choisi. Et le sujet de dissertation, riche et ouvert, a permis de bien distinguer non seulement les bonnes copies des mauvaises, ce qui se fait toujours sans peine, mais aussi les copies moyennes de celles vraiment insuffisantes.

Plus que jamais, il était essentiel de ne rien éluder. Tout d'abord le fait que Péju s'interrogeait non sur l'enfance en elle-même, mais sur la difficulté de l'écrire. Il fallait, ensuite, bien saisir la différence qu'il met entre l'enfance, simple moment d'une existence susceptible d'être raconté dans le fil des événements d'une vie, et « l'enfantin », façon d'être au monde naïve et purement sensitive, mais plus vraie et plus pleine que l'approche raisonnable de l'adulte.

On se souviendra que « résumé et dissertation forment un ensemble indissociable », comme le soulignent clairement les « remarques importantes » figurant en tête du sujet. Ce lien était décisif dans la définition d'une problématique pour la dissertation, celle-ci devant examiner l'idée à laquelle aboutit le texte : « Accueillir l'enfantin c'est toujours tenter d'empêcher, désespérément peut-être, le grand massacre du passé. » Quelques lignes plus tôt, Péju éclairait parfaitement cette formule en faisant référence au livre de Walter Benjamin, *Une enfance berlinoise*, recueil de « fragments enfantins », destiné, dans l'actualité tragique de 1933, à les préserver de l'oubli « comme on arrache un objet à un incendie ».

Sur ce dernier point, hélas, les contresens se sont accumulés, altérant aussi bien les résumés que les dissertations.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le résumé

Force est de constater que beaucoup ne respectent pas les règles de cet exercice, dont les rapports des années antérieures n'ont cessé de rappeler les attentes et les finalités.

Le décompte des mots est souvent très approximatif et les barres verticales placées de façon aléatoire, quand il n'y a pas volonté manifeste d'induire le correcteur en erreur.

De nombreux candidats n'ont pas fait l'effort de recomposition attendu : trop de résumés comportent plus de 4 paragraphes (parfois jusqu'à 9). Certains n'en proposent qu'un seul, massif et confus. Dans tous ces cas, le circuit argumentatif disparaît. Les huit paragraphes du texte-source semblaient pourtant clairement exiger une recomposition en trois parties : I- § 1 ou § 1 et 2 ; II- § 2 à 5 ou 3 à 5 ; III- § 6 à 8.

Si le propos général du texte a souvent été saisi, beaucoup de copies ont fait le choix de contourner les points les plus subtils. La question de la langue de l'enfantin, en particulier, est éludée dans de nombreux résumés. L'expression « le grand massacre du passé » a donné lieu à un contresens récurrent, avec les conséquences graves qu'on peut imaginer dans la dissertation. Cette formulation a été trop fréquemment traduite par « des erreurs susceptibles d'avoir été commises dans le passé » ou « des traumatismes vécus dans l'enfance ».

La problématique littéraire du texte, sur laquelle le titre de l'ouvrage (*L'enfance de la Littérature*) et celui de l'article de Pierre Péju (« L'art d'écrire l'enfance ») attiraient l'attention, a souvent été négligée : l'auteur s'interrogeait pourtant sur les formes traditionnelles de l'écriture autobiographique, leur renouvellement et la possibilité d'un accueil de l'enfantin dans l'écriture. La fin du texte insistait à deux reprises sur la valeur humaniste et humanisante de l'enfantin : peu l'auront vu.

Le système d'énonciation est généralement respecté. Pourtant, attribuer à Proust, à Benjamin ou à Bergson une réflexion explicite sur le concept de l'enfantin relève du contresens : Péju rapproche de leur pensée la notion qu'il thématise, il ne la leur emprunte pas. Quant aux références à ces auteurs, exemples purement illustratifs pour certains, mais vraiment argumentatifs pour d'autres, on regrettera souvent l'absence de hiérarchisation dans leur traitement : Jean Lacoste, simple préfacier de Walter Benjamin, devait-il être cité ? À plus forte raison, se substituer à lui ?

Dernier point sur lequel un effort serait souhaitable : le résumé doit reformuler la pensée de l'auteur pour pouvoir, sans l'appauvrir, la restituer de façon claire et plus économique. L'exercice était difficile car le texte mobilisait un vocabulaire très riche et varié. Il fallait impérativement prendre le recul nécessaire et ne pas tomber dans l'écueil d'une substitution synonymique laborieuse, de toute façon rendue difficile par les propositions déjà multiples de reformulation engagées par l'auteur lui-même.

Or, certains candidats ont eu du mal à se départir des mots du texte. La reprise textuelle est encore trop fréquente, même dans les meilleures copies. D'autres, cependant, se sont montrés inventifs tout en soignant la limpidité du propos. Le rapport de la session 2004 recommandait déjà de ne pas réduire le résumé à un exercice purement technique. Car il s'agit bien d'une recreation et non d'une simple imitation ou réduction purement quantitative. Ainsi, Gérard Genette distingue la « contraction » d'une page obtenue par « excision » de celle qui vise la « concision », plus essentielle dans notre conception du résumé, « qui se donne pour règle d'abrèger un texte sans en supprimer aucune partie thématiquement significative, mais en le réécrivant dans un style plus concis, et donc en produisant à nouveaux frais un nouveau texte, qui peut à la limite ne plus conserver un seul mot du texte original. » (in *Palimpsestes, la littérature au second degré*, XLVIII, Seuil, 1982). Pour y parvenir, il est sage d'utiliser au maximum le nombre de mots auquel on a droit.

La dissertation

Elle déçoit souvent dès l'amorce : soit qu'il n'y en ait aucune, soit qu'on la choisisse mal. Au lieu d'amener la citation de Pierre Péju de façon précise et cohérente, on oriente son interprétation dans une mauvaise direction, pour dériver rapidement vers un sujet déjà traité ou une question de cours. Dès lors, on perd l'originalité de la formule avant même de l'avoir analysée. Quelques devoirs ne la citent même pas, et trop de candidats croient pouvoir sauter impunément cette phase essentielle de l'analyse du sujet, sans laquelle on ne saurait définir une problématique pertinente. Or, dans cette hâte, le concept central du texte,

« l'enfantin », a trop souvent été ramené à l'enfance, sans prise en considération de sa caractérisation. Il a aussi, de façon récurrente, donné prétexte à illustrer, justifier ou combattre une simple volonté « infantile » (*sic*) de « retomber en enfance ».

Dans trop de copies, l'analyse se réduit à une vague paraphrase du propos ou à une série de définitions isolées des termes. C'est pourtant la thèse singulière de l'auteur, donc l'articulation logique des notions entre elles, qui doit être mise en évidence, afin de la discuter. Ainsi, il n'est pas possible de négliger une partie des termes ou des enjeux (ici, le massacre du passé, le caractère désespéré de la tentative, la nature de l'accueil) : il s'agit au contraire de les faire tous jouer et peut-être de les réactiver dans une troisième partie de dépassement.

La problématique découle naturellement de l'analyse : la négliger, c'est donc s'exposer à la tautologie (se rappeler des souvenirs d'enfance permet de se rappeler son enfance), aux généralités (les relations entre enfance et âge adulte, les malheurs de l'enfance), au déplacement (l'enfantin examiné du point de vue de l'enfant), au contresens (le massacre du passé par l'enfantin ; la possibilité de réparer ou d'éviter à l'avenir les erreurs du passé) ou au hors-sujet. Une problématique a pour but de centrer et cerner le problème, non de le délayer ; elle doit donc se formuler en une question, non en une série de questions.

La contextualisation de l'énoncé dans l'extrait aurait suffi à bien en comprendre le sens. L'enfantin, entendu par Péju comme le propre de l'enfance, ne disparaîtrait pas avec l'enfant que nous avons été : il résisterait discrètement au temps du sujet et de l'histoire, dont la violence semble pourtant tout emporter sur son passage. Il ferait même retour à travers des impressions fugaces, la réminiscence involontaire d'expériences sensorielles, auxquelles il faudrait se montrer attentif, faire place, précisément pour s'opposer, par la puissance d'humanité qu'elles recèlent, au mouvement destructeur du temps.

Telle est la thèse que les candidats étaient invités à discuter. Si les œuvres illustrent largement l'authenticité de la présence enfantine au monde, la valeur humaine de l'enfance et la manière dont l'enfantin peut ressurgir dans l'adulte, c'est dans le sujet lui-même, qui concède la vanité de la tentative, que se trouve la matière à objection : la perte de l'enfance est inéluctable, son renoncement est peut-être même souhaitable, son terme est souvent attendu avec impatience. On pouvait enfin s'interroger, comme l'ont fait les meilleurs travaux, sur les finalités et les modalités d'un accueil de l'enfantin, qui ne soit pas enfermement dans le passé mais découverte de perspectives, reviviscence du « bouquet de possibles » : c'est en effet à quoi visent les œuvres dans le travail même de l'écriture.

Discussion argumentée de la thèse, le développement doit commencer par l'examiner, avant d'en montrer les limites et de proposer, autant que possible, une résolution de l'aporie. Que cela s'effectue en deux ou trois parties, l'essentiel est d'adopter toujours cette progression. On évitera d'en inverser la logique, en commençant par rejeter la thèse proposée avant même de l'examiner. On n'imitera pas davantage ceux qui s'en tiennent à l'impasse d'une structure binaire : approbation puis réfutation, sans dépassement aucun. Est-ce ainsi que doivent penser de futurs ingénieurs ? Les meilleures copies sont celles qui évitent ces écueils en s'efforçant de ne jamais perdre de vue la thèse de Péju et en intégrant les termes clés de l'énoncé tout au long de leur réflexion.

Les textes au programme doivent constamment nourrir la réflexion et assurer son dynamisme. Ils sont abondamment convoqués dans les copies, mais pas toujours de manière efficace. Ces exemples restent souvent purement narratifs : on raconte tel épisode de l'œuvre, sans montrer comment il se rattache à l'idée qu'on voudrait lui faire illustrer ou soutenir. Mieux vaudrait privilégier les citations, jouer sur les mots exacts, les images, les concepts qu'elles proposent. Mais accumuler les citations ne suffira jamais, si elles demeurent purement ornementales : elles doivent prouver une véritable appropriation des œuvres et un effort pour penser à travers elles.

Encore faut-il, pour un tel résultat, dépasser le stade d'une lecture superficielle ou d'une connaissance de seconde main. Or bien des confusions apparaissent, en particulier pour Andersen. Un conte est mentionné en lieu et place d'un autre. Ida devient l'héroïne des « Cygnes sauvages », le petit chien est enterré dans « Les Fleurs de la petite Ida », etc. Certains semblent n'avoir bien lu que Soyinka ou Rousseau. Cela

explique peut-être la difficulté qu'ils éprouvent pour confronter et comparer les œuvres de façon équilibrée et convaincante : souvent un seul exemple vient à l'appui de l'argument. Tel développement néglige un ou deux auteurs. Or, une dissertation comparatiste exige qu'ils soient tous convoqués dans chaque partie.

Certains ont su donner à la notion d'enfantin toute sa portée, en ne la réduisant ni au souvenir d'enfance ni à l'enfance, mais en la définissant comme un type de rapport au monde ; ils ont su interroger la vision tragique de l'auteur, réfléchir aux manières d'« accueillir l'enfantin », dépasser la confrontation du passé au présent. Ils ont ainsi montré que la dissertation est toujours l'expression dynamique d'une pensée en action : elle devrait être stimulante et pour celles et ceux qui la rédigent, et pour celles et ceux qui la lisent.

La maîtrise de l'écrit

Résumé et dissertation exigent tous deux une bonne maîtrise de la syntaxe, du lexique et de l'orthographe.

Nombre de candidats ne maîtrisent pas la subordination et ponctuent de façon anarchique, si bien que l'atteinte faite au sens est généralisée. La syntaxe de la phrase interrogative, directe ou indirecte, est constamment malmenée, particulièrement dans l'annonce de la problématique et du plan. Les principes de la concordance des temps semblent ignorés. On mélange récit et discours. Rappelons que les références aux œuvres de fiction doivent se faire au présent et pas au futur proche ni au passé.

Les impropriétés, signes d'un vocabulaire pauvre, foisonnent. Une en particulier : l'emploi récurrent du verbe « retranscrire » pour « écrire » montre qu'on ne sait pas interroger un préfixe. « Retranscrire » signifie « transcrire à nouveau » un texte déjà écrit, et non « écrire » quelque chose comme l'enfantin, qui précisément se dérobe à l'écriture.

L'orthographe paraît de plus en plus négligée. On découvre le verbe « accueillir », pourtant présent dans le texte et dans l'énoncé du sujet, écrit « *acceuillir* » tout au long des pages de nombreuses copies, même parmi les meilleures.

La langue est trop souvent horriblement maladroite. On constate que les citations sont parfois introduites avec une gaucherie surprenante : « comme quand Rousseau dit que », « comme dit par Andersen », etc.

Dans de nombreux cas, c'est la présentation elle-même qui pose problème, voire la lisibilité. On ne saurait trop recommander aux candidats de s'entraîner, durant l'année, à la rédaction manuscrite. Notons en outre qu'une encre foncée garantit une meilleure lecture de copies scannées. Dans tous les cas, une relecture attentive paraît indispensable.

Conclusion

Sur tous les points de méthode, les rapports des sessions 2018 et 2021 apporteront les éclaircissements utiles pour aider à progresser ceux qui, nombreux, désirent tirer profit de leurs échecs et dont les travaux, malgré leurs défauts, peuvent être évalués selon les critères du concours. En revanche une minorité non négligeable ne semble pas vraiment consciente de ce qu'est le concours Centrale-Supélec et des exigences de l'épreuve de rédaction. Ce rapport voudrait le rappeler. D'autant que les brillantes performances des meilleurs candidats ne manquent pas pour les valider. Maîtriser sa langue, savoir entrer dans la pensée d'un auteur, la reformuler puis la discuter en la confrontant à des œuvres différentes, établir le dialogue entre elles et les faire débattre dans l'ordre d'une réflexion méthodique et personnelle ; autant de talents que ces excellents étudiants nous montrent et qui ne nous semblent pas inutiles chez un ingénieur.

Mathématiques 1

Présentation du sujet

Cette épreuve constitue une introduction à l'analyse en composantes principales, un domaine des statistiques dans lequel l'analyse spectrale d'une matrice de covariance permet la mise en évidence de *facteurs principaux*. Ceux-ci sont les vecteurs propres de cette matrice, et leur importance est mesurée par la valeur propre (réelle positive) à laquelle ils sont associés. La fin du sujet propose, dans certains cas choisis, une méthode pour la recherche des premiers facteurs principaux d'une matrice de covariance par ordre décroissant d'importance.

La partie I reprend des résultats classiques sur l'orthodiagonalisation des matrices symétriques réelles ainsi que l'étude du rayon spectral $\rho(A)$ d'une telle matrice, établissant l'identité $\rho(A) = \max_{U \in \mathcal{M}_{n,1}(\mathbb{R}) : \|U\|=1} |U^T A U|$.

La partie II introduit le concept de matrice de covariance associée à un vecteur aléatoire et propose l'étude de ses principales propriétés. On y démontre notamment une formule donnant la matrice de covariance d'une transformation linéaire d'un vecteur aléatoire (question 17), formule utile pour une large partie de la suite du sujet.

Enfin, s'appuyant sur les concepts et propriétés introduits en partie II, la partie III détaille une méthode d'extraction des deux premiers facteurs principaux par optimisation de la fonctionnelle $U \mapsto U^T \Sigma_Y U$. Le résultat général pour le premier facteur principal est donné en III-B, puis la section III-C se concentre sur l'étude d'un modèle à corrélation uniparamétrée. La section III-D conclut ce sujet en revenant au cas quasi général d'une matrice de covariance présentant des valeurs propres deux à deux distinctes.

Analyse globale des résultats

Sur les 3454 copies corrigées, la moyenne constatée est de 26,2% du barème, pour un écart-type de 16,2%, ce qui permet de considérer le sujet comme de longueur raisonnable, et permettant un niveau de discrimination satisfaisant parmi les candidats. La meilleure copie obtient 90,3% des points du barème total.

Comme nous le verrons plus loin, la sélection des meilleurs candidats s'est essentiellement faite sur deux points : la connaissance (parfois basique) du cours et la qualité du raisonnement, bien plus que sur le volume traité ou l'originalité des idées.

Concernant le premier point, à titre d'exemple, les questions 1 (dont la réussite s'appuie essentiellement sur la connaissance du théorème spectral) et 5 (demandant d'établir que l'application $(P, Q) \mapsto \int_0^1 P(t)Q(t) dt$ définit un produit scalaire sur $\mathbb{R}_{n-1}[X]$) ne sont totalement réussies que par une part significativement minoritaire des candidats (un tiers pour Q1 et un quart pour Q5).

Quant au second point, il est important de vérifier la validité des hypothèses permettant l'utilisation d'un résultat précédemment établi. Par exemple, en question 29, la moitié des candidats l'ayant abordée oublient de rappeler la nécessaire positivité des coefficients diagonaux de la matrice A_2 avant d'utiliser le résultat de la question 21. Par ailleurs, le jury rappelle que la gestion des implications et équivalences dans les raisonnements doit se faire avec la plus grande rigueur : de nombreux candidats tentent de résoudre la question 1 directement par équivalences sans prêter attention à leur validité. Enfin, la manipulation d'espérances et de covariances (en questions 16 et 17) nécessite d'aborder la question de leur existence, une précaution rarement présente dans les copies.

Cette année encore, le soin apporté à la qualité des réponses est un facteur plus décisif dans les résultats finaux que la quantité de questions traitées. Par exemple, parmi les copies obtenant plus de la moitié des points du barème total, environ 85 % de la note se répartit sur seulement 25 des 38 questions du sujet.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Ce sujet se caractérise par une difficulté progressive et la quasi-absence de questions nécessitant une forte prise d'initiative de la part des candidats. Malgré la présence de notions de probabilités à partir de la question Q16, les domaines mathématiques concernés par ce sujet se concentrent essentiellement autour de l'algèbre bilinéaire et de la réduction des matrices symétriques réelles. Les quelques questions probabilistes (Q21, Q27, Q28 par exemple) sont rarement abordées par les candidats (et, beaucoup plus rarement encore, réussies).

Le jury a relevé un certain nombre de points généraux dans la correction des copies, et en tire les recommandations suivantes.

- Le jury note des *faiblesses importantes et largement répandues sur des points de cours élémentaires*. La question 1 dont la substance repose sur la connaissance de l'énoncé du théorème spectral n'est totalement réussie que dans environ un tiers des copies (pour une question traitée par 90 % des candidats). Plus loin dans le sujet, la question Q5, demandant de vérifier que l'application $(P, Q) \mapsto \int_0^1 P(t)Q(t) dt$ définit un produit scalaire sur $\mathbb{R}_n[X]$, n'est pleinement réussie que dans un quart des copies (pour une question traitée par 99 % de candidats). Il est par ailleurs faux de croire, comme vu en réponse à la question 16, qu'une variable aléatoire admet une espérance pour la seule raison qu'elle est discrète.
- *Un enchaînement de calculs ou de symboles logiques ne peut constituer une réponse à part entière*. Le jury relève une proportion importante de copies présentant presque systématiquement les réponses de cette manière, avec un maniement souvent bancal des symboles logiques élémentaires (implications, équivalences en particulier), utilisés, à tort, comme des abréviations. Le jury encourage les futurs candidats à davantage rédiger, à subordonner leurs calculs et enchaînements logiques à un texte constitué.
- *Les variables utilisées par les candidats sont loin d'être systématiquement déclarées*. Il n'est pas rare de voir apparaître des indices, des polynômes ou des matrices, au milieu d'un raisonnement, sans en avoir constaté la moindre déclaration préalable, laissant au lecteur le soin de comprendre dans quel ensemble ces variables se trouvent, ou ce qu'elles désignent. En question 7, notamment, le décalage des indices entre 0 et $n - 1$, par contraste avec l'habitude d'indexer les composantes d'un vecteur de 1 à n , rend nécessaire ce degré de précision avant le moindre calcul. Un manque de rigueur sur ce plan nuit à la clarté du discours et rend le raisonnement confus.
- *Le jury recommande aux candidats une posture d'humilité*, et notamment de bannir de leur vocabulaire des mots comme « clairement », « trivialement », « évidemment ». Ceux-ci n'apportent rien au contenu mathématique de la copie et ne peuvent jouer qu'en défaveur du candidat, surtout lorsqu'ils sont suivis d'erreurs manifestes ou lorsqu'ils ont pour effet d'éluder des points essentiels à la résolution de la question.

Le jury rappelle également que les *fautes d'orthographe*, malheureusement nombreuses dans les copies, nuisent au candidat et laissent au lecteur une impression négative qui peut se répercuter, consciemment ou non, sur la note finale (en plus de faire l'objet d'un malus). Citons pour exemple, malheureusement très fréquents : « théorème spectrale », « théorème de transfère », « valeur propre », « la fonction atteint ses bornes », « développement », « il est admit que », etc. La validité d'un raisonnement passe aussi par la correction de la langue employée pour l'exprimer.

Voici désormais les remarques du jury, question par question.

Q1. Une question proche du cours pleinement réussie par une proportion relativement peu importante des candidats, en particulier pour l'implication consistant à montrer qu'une matrice symétrique réelle est orthodiagonalisable (terme défini dans l'énoncé), c'est-à-dire diagonalisable en base orthonormée. Les confusions entre la transposée A^T et l'inverse A^{-1} d'une matrice A sont nombreuses.

Q2. Question globalement réussie par les candidats. Toutefois, la piste donnée par l'énoncé de cette question, consistant à comprendre une opération sur les colonnes sous la forme d'une multiplication à droite (ici, par un vecteur colonne), aura été peu comprise par les candidats.

Q3. Au moment de conclure quant au spectre de A_1 , on note beaucoup de calculs faisant intervenir le polynôme caractéristique de la matrice A_1 , alors qu'il suffisait d'invoquer son caractère diagonalisable et l'invariance de sa trace par similitude. L'utilisation rigoureuse de la trace est relativement rare parmi les candidats.

Q4. Le jury note très peu de bonnes réponses à cette question, en particulier quant à l'orthonormalisation d'une base de vecteurs propres. De nombreuses copies se contentent de proposer une base de diagonalisation de la matrice A_1 sans se préoccuper de la rendre orthonormale (par exemple en utilisant le procédé de Gram-Schmidt).

Q5. Un exemple classique cité au programme, pourtant faiblement réussi par les candidats. La justification du caractère défini positif aura été le lieu de nombreuses approximations.

Q6. Question réussie par deux tiers des copies, pleinement valorisée pour le calcul de l'intégrale $\int_0^1 t^{i+j} dt$, un calcul qui aura posé des problèmes à une proportion non négligeable des copies. Les représentations lacunaires de la matrice H , non étayées par un calcul explicatif, ne peuvent constituer une réponse pleinement satisfaisante à cette question.

Q7. Beaucoup d'approximations de calcul dans la gestion de la somme double, pour une question réussie par un tiers des candidats.

Q8. La symétrie de H est traitée par une grande majorité de candidats, mais avec des arguments souvent surprenants (« d'après le dessin de Q6, H est symétrique » ou « H est symétrique donc $H \in S_n(\mathbb{R})$ »). Les autres aspects de la question sont rarement traités et réussis dans les copies (en particulier, les valeurs propres d'une matrice, même symétrique, ne sont pas ses éléments diagonaux).

Q9. Il est bon de préciser pour quelle raison une matrice nilpotente admet au moins une valeur propre réelle avant d'en établir la nécessaire nullité. Le jury rappelle que la notion de matrice nilpotente et, à fortiori, tout résultat théorique sur les matrices nilpotentes, est hors programme. De nombreux candidats pensent qu'une matrice nilpotente est diagonalisable, ce qui n'est pourtant vrai que pour la matrice nulle.

Q10. Question souvent traitée, où les principaux problèmes sont pour justifier la continuité de l'application $U \mapsto U^T U$. Beaucoup de candidats pensent que le caractère borné d'une partie de \mathbb{R}^n implique son caractère fermé, ce qui est faux. On rappelle également que $U^T U$ et $U U^T$ ne sont pas des matrices de taille identique.

Q11. Dans cette question, moins traitée que la précédente, on trouve les mêmes problèmes quant à la continuité de l'application $U \mapsto |U^T A U|$, ainsi que la référence correcte au théorème des bornes atteintes. Une proportion significative des candidats écrivent, à tort, que l'application $U \mapsto U^T A U$ est linéaire.

Q12 à Q14. Questions traitées par moins de la moitié des candidats, et réussies uniquement dans les meilleures copies.

Q15. Question souvent traitée, rarement réussie, à cause de nombreuses approximations dans la gestion des valeurs absolues. Il ne faut pas non plus oublier que la propriété d'homogénéité à établir pour une norme est une propriété d'homogénéité *positive*, un point qui aura manqué dans de nombreuses copies.

Quant à l'axiome de séparation, il nécessite d'invoquer le caractère diagonalisable d'une matrice symétrique réelle, un argument uniquement rencontré dans les meilleures copies. Enfin, il est faux de croire qu'étant donné deux matrices $A, B \in \mathcal{M}_n(\mathbb{R})$, le spectre de $A + B$ est constitué des sommes $\lambda + \mu$ pour λ parcourant le spectre de A et μ parcourant le spectre de B .

Q16 et Q17. Questions souvent traitées, avec une appropriation variable du concept de matrice de covariance. Il ne faut pas oublier d'établir l'existence des espérances et covariances évoquées, un point souvent négligé dans les copies. Par ailleurs, la moindre identité impliquant des vecteurs aléatoires, par exemple $\mathbb{E}(MY) = M\mathbb{E}(Y)$ nécessite de raisonner composante par composante, et ne constitue pas, comme lu dans de nombreuses copies, une extension évidente de la propriété de linéarité de l'espérance.

Q18. Question réussie par un tiers des candidats, qui voient le changement de base impliqué par la formule démontrée en Q17 lorsque M est une matrice orthogonale. De nombreux candidats pensent ou laissent entendre que la matrice orthogonale P réalisant le changement de base peut être prise quelconque, ce qui n'est pas le cas.

Q19 et Q20. Questions peu traitées, et peu réussies pour ceux qui s'y attellent. Peu reconnaissent que $\text{cov}(X_i, X_i) = \mathbb{V}(X_i) \geq 0$ pour Q19 ou remarquent l'argument d'invariance de la trace par similitude en Q20. On rappelle également qu'une covariance entre deux variables aléatoires n'est pas toujours positive.

Q21. Question difficile qui demande d'utiliser la richesse de l'espace probabilisé mentionnée en introduction. Moins de 1 % des copies proposent une solution complète.

Q22. Question traitée par moins d'un tiers des candidats, mais davantage réussie que la précédente, certains voyant la déduction qui s'opère à partir de Q20 et de la formule démontrée en Q17.

Q23. Peu de réussite (10 % des copies) pour une question se référant presque directement à Q17 et demandant de remarquer la taille $(1, 1)$ de la matrice obtenue.

Q24. Question réussie par la moitié des copies s'y étant consacrées (une moitié des candidats).

Q25 à Q28. Questions peu traitées par les candidats, et réussies uniquement dans les meilleures copies. Le jury note de nombreuses confusions entre les notions de supplémentaire et de complémentaire en Q25. La question Q28 est probablement la plus difficile du sujet, demandant la mise en place d'une intersection d'événements et une utilisation judicieuse des questions Q25 à Q27, un raisonnement très rarement rencontré dans les copies.

Q29. La référence presque directe à la question Q21 aura été remarquée par une proportion significative de copies.

Q30 et Q31. Questions rarement traitées, avec des références à la partie I, souvent remarquées par les candidats, rarement bien mises en place avec rappel des hypothèses.

Q32 et Q33. L'étude spectrale de la matrice J est abordée dans de nombreuses copies, avec de la réussite et aussi quelques approximations dans le calcul des dimensions des sous-espaces propres.

Q34 à Q38. Questions très rarement abordées par les candidats, avec des solutions proposées uniquement dans les toutes meilleures copies.

Conclusion

Il est absolument primordial de se présenter à une épreuve de ce niveau avec une connaissance précise des éléments de cours et une capacité à les manier avec précision et rigueur. Il est également important d'apporter une attention particulière à ce qui semble être considéré par de nombreux candidats – à tort – comme des détails : déclaration des variables, utilisation pertinente des liens logiques (implications, équivalences) et des mots de liaison. Il importe également que les candidats sélectionnent et mentionnent

explicitement la totalité des arguments nécessaires pour répondre à chaque question. En effet, les correcteurs, à l'écrit (contrairement aux examinateurs, à l'oral), ne peuvent interroger les candidats afin de leur demander d'étayer leurs affirmations ou de les compléter ; il faut donc que tout soit exprimé sur la copie. Ce manque de rigueur explique que de nombreux candidats risquent de se retrouver déçus par leur note, ayant eu l'impression de traiter de nombreuses questions du sujet, alors que la plupart des réponses sont incomplètes ou insuffisamment précises.

Le jury tient également à rappeler l'impact significatif d'une copie bien présentée, rédigée dans un français correct. Il en aura été tenu compte dans la notation. Les désagréments impliqués par un manquement à ces règles d'usage sont doubles :

- sur le fond, un certain manque de soin ou une rédaction précipitée fait manquer des points importants de la question ou certaines étapes cruciales d'un raisonnement ;
- sur la forme, l'impression laissée au correcteur par une copie négligée est forcément négative.

Pour éviter tout désagrément, le jury recommande aux candidats de soigner leur écriture, de limiter les ratures, d'éviter de multiplier les insertions plus ou moins lisibles ou les renvois vers une autre page, et d'écrire dans un français correct.

Enfin, il n'est pas nécessaire de se précipiter et de traiter un nombre impressionnant de questions pour obtenir un très bon total : il suffit de procéder avec soin, dans un esprit scientifique empreint de rigueur et de précision. Le jury encourage les futurs candidats à prendre ces bonnes habitudes dans leur préparation. Les bonnes et très bonnes copies sont, presque sans exception, de cette sorte.

Mathématiques 2

Présentation du sujet

Le thème général de cette année est celui de l'approximation des fonctions continues par des polynômes. Le problème proposait d'étudier pour une fonction continue sur un intervalle $f: I \rightarrow \mathbb{R}$ la convergence uniforme vers f des polynômes d'interpolation de Lagrange associés à une famille de plus en plus dense de points de I .

Dans une première partie, on établit que les polynômes de Tchebychev réalisent le maximum de la norme sur $[-1, 1]$ de la convergence uniforme parmi les polynômes unitaires de degré donné.

La deuxième partie approfondit l'étude de la norme de la convergence uniforme en donnant des majorations faisant intervenir les dérivées d'ordre supérieur. Ces majorations permettent d'établir la convergence uniforme de nombreux développements de fonctions \mathcal{C}^∞ .

La troisième partie donne une présentation du phénomène de Runge (1901). Pour une fonction continue $f: [-1, 1] \rightarrow \mathbb{R}$ et pour des familles finies d'éléments de l'intervalle $[-1, 1]$ de plus en plus denses, la suite des polynômes d'interpolation de Lagrange de f peut ne pas converger uniformément vers f . L'exemple classique ici utilisé est celui de la courbe d'Agnesi $x \mapsto \frac{1}{\alpha^2 + x^2}$ pour un paramètre $\alpha > 0$ assez petit.

Le sujet fait ainsi appel à un large spectre de notions du programme de PC : polynômes et leurs racines, fonctions trigonométriques, primitives, intégrales généralisées, suites de fonctions, séries entières. De plus le problème imposait de retourner souvent à des résultats acquis plus haut dans le texte, demandant au candidat de garder une bonne vue d'ensemble de son travail.

Analyse globale des résultats

Les familles de points et les équations où elles interviennent requièrent un soin particulier de la part des candidats : indétermination, récurrence (ou non), bornes. Cela n'a pas toujours été le cas. On note par contre une bonne familiarité avec l'algèbre linéaire (espaces vectoriels, familles libres, produit scalaire).

Comme l'année dernière, les principales faiblesses sont plutôt à rechercher dans le domaine de l'analyse. On a ainsi pu relever que les candidats peinent à justifier la convergence d'intégrale et se montrent souvent fort maladroits quant à l'utilisation des propriétés des séries entières. Même certaines questions élémentaires s'avèrent problématiques dans beaucoup de copies. Ici concrètement pour montrer que $t \mapsto 1/(1+t^2)$ est \mathcal{C}^∞ , ou pour trouver une primitive de $t \mapsto \ln(\alpha^2 + t^2)$. Ce type de questions qui furent des classiques paraissent négligées.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Dans ce qui suit nous commentons le traitement des questions en omettant les moins abordées.

I Étude de deux familles de polynômes

Q1. Quelques rares copies montrent une méconnaissance des critères à vérifier pour justifier qu'une fonction de deux variables est un produit scalaire. Trop de candidats pensent que les éléments de $\mathbb{R}_{n-1}[X]$ sont de degré $n-1$ et en viennent à affirmer que si un polynôme de degré $n-1$ admet n racines, alors il est nul. Très peu de copies mentionnent le fait que $P \mapsto (P(a_1), \dots, P(a_n))$ réalise une injection de $\mathbb{R}_{n-1}[X]$ dans \mathbb{R}^n , la somme des carrés fournissant un produit scalaire dans ce dernier.

Q2. Question presque classique pour la plupart des candidats.

Q3. Cette question et la précédente sont sans conteste les plus faciles de l'énoncé.

Q4. Attention, de même que toute matrice inversible n'est pas triangulaire, une base de $\mathbb{R}_{n-1}[X]$ n'est pas nécessairement en degrés échelonnés. Rappelons que comme le dit le programme de PCSI, « toute famille orthogonale de vecteurs non nuls est libre ». Trop de candidats ont perdu du temps à le redémontrer.

Q5. L'expression des coordonnées d'un vecteur dans une base orthonormée en termes de produit scalaire est souvent redémontrée au prix d'une nouvelle perte de temps. Dans cette question et la précédente on fera attention à la différence entre « orthogonale » et « orthonormée ».

Q6. Une question beaucoup moins abordée que les précédentes et avec bien peu de succès. Il semble difficile pour les candidats de penser à considérer le terme de degré $n - 1$ dans la formule de la question précédente. Quelques utilisations de la dérivée ($n - 1$)-ème.

Q7. Un exercice très classique mais où seul un quart des copies donnent une solution correcte, la question des indices s'avérant souvent insurmontable. Notons qu'une preuve plus élémentaire est possible comme conséquence de la relation de Pascal $\binom{n}{2p} = \binom{n-1}{2p-1} + \binom{n-1}{2p}$ en mettant à part les cas $p = 0$ et $2p = n$.

Q8. Trop de confusion entre terme de plus haut degré et coefficient du terme de plus haut degré. Rappelons qu'une somme de polynômes de degré n n'est pas forcément de degré n .

Q9. Une question presque classique, au moins dans sa forme. Si la plupart des copies présentent un début de récurrence, elles se perdent souvent dans des calculs trop compliqués, parfois fantaisistes avec des produits qui deviennent des sommes par exemple. La formule de Moivre paraît bien mal connue.

Q10. Il est essentiel de montrer, au moins ici mais aussi plus loin à la question 13, que les réels considérés sont distincts.

Q11. Une question difficile mais relativement bien traitée par ceux (une moitié des candidats) qui l'ont abordée.

Q12. Question facile, au moins pour ceux qui n'en avaient pas été détournés par les précédentes.

Q13. Question technique pourtant souvent traitée, mais certains candidats se sont perdus en développant. Le fait que les z_k sont ordonnés et distincts est très rarement évoqué pour conclure, la question 10 semblant avoir joué ce rôle dans l'esprit de certains.

Q14. Une question difficile et qui demandait de compléter ce qui avait été fait à la question précédente (signe de $Q(z_k)$).

Q15. Des réponses très confuses. Certains candidats se sont égarés en voulant transformer Q en un polynôme de degré $n - 2$. Certains candidats ont eu du mal à appliquer la question 6 avec un degré de plus.

II Interpolation et convergence des polynômes d'interpolation pour une fonction de classe \mathcal{C}^∞

Q16. L'idée de la récurrence est aperçue par la plupart des candidats mais une partie d'entre eux invoquent le théorème des valeurs intermédiaires. Ici encore il convenait de raisonner sur des points rangés en ordre croissant.

Q17. Une question abordée par seulement une moitié des candidats. Des traitements corrects mais le choix de K et le cas de $x = a_i$ sont souvent éludés cependant.

Q18. Beaucoup d'échec à cette question abordée par la moitié des candidats. Des erreurs sur le sup et la majoration de $|W(x)|$, ainsi que dans la manipulation des valeurs absolues. Trop de multiplications membre à membre d'inégalités où les signes des membres sont inconnus.

Q19. Beaucoup de candidats oublient de calculer M_n pour conclure.

Q20. Une question originale dont se sont détournés la plupart des candidats. Notons que la convergence uniforme sur tout borné des sommes partielles $s_n(x)$ du développement classique de $\exp(x)$, avec clairement $s_n(x) < \exp(x)$ pour tout $x > 0$, donnait le résultat demandé en considérant les polynômes $s'_n(x) = \exp(a_0) s_n(x - a_0)$ pour n'importe quel choix de $a_0 < a$.

Q21. À noter que beaucoup de candidats ont évoqué un développement en série entière sur $] -1, 1[$ pour justifier que f est \mathcal{C}^∞ sur \mathbb{R} . La formule demandée ensuite provenait de la dérivation k fois de l'équation $g \circ \tan(t) = t$ pour $g = \arctan$ vérifiant $g' = f$. Quelle que soit la méthode, on voit de grosses erreurs de calcul, la plupart des candidats ne sachant pas dériver une composée de fonctions.

Q22. Une autre application presque immédiate du critère établi à la question 18, mais qui n'a été comprise que par très peu de candidats.

Q23. Un traitement correct dans l'ensemble.

Q24. Une question facile également mais moins abordée.

Q25. La difficulté de la question ne doit pas conduire à des arguments difficilement crédibles, comme de dire qu'une inégalité entre fonctions entraîne la même inégalité entre leurs dérivées ! Ici la dérivation des séries entières dans leur disque ouvert de convergence donnait facilement $\frac{|f^{(n)}(x)|}{n!} \leq \frac{C}{r^n} \sum_{k \geq n} \binom{k}{n} \left| \frac{x}{r} \right|^{k-n}$ par Q24 et on pouvait reconnaître dans le \sum le cas de $f = g$, puis appliquer Q23.

Q26. Une question délicate par son appel à la question 18, les candidats ayant en outre les plus grandes difficultés à majorer.

Q27. Même commentaire avec cette fois la question 8, la question n'étant que très peu abordée.

III Phénomène de Runge

Q30. Une des dernières questions très abordées (avec la suivante) mais avec un taux d'échec important. On doit ici déplorer à quel point l'existence d'une intégrale impropre s'avère un problème difficile dès qu'on s'écarte des cas les plus connus. Le fait que ce soit la borne 1 et non la borne 0 qui fasse problème apportant un supplément de déstabilisation. Mais on voit aussi tout simplement des candidats qui déclarent que f étant continue sur $[0, 1]$, elle y est intégrable. Des difficultés également dans le calcul de dérivée que certains ont tenté pour établir la décroissance. Notons que dans le cas présent une justification plus élémentaire était facile.

Q31. Une question relativement bien réussie.

Q32. Il est surprenant que si peu de candidats arrivent à calculer l'intégrale de $t \mapsto \ln(a^2 + t^2)$ entre 0 et 1. Ce n'est pas forcément l'intégration par partie qui fait problème, mais ensuite la primitive de $t \mapsto t^2/(a^2 + t^2)$. À l'inverse quelques candidats avouent sincèrement que leurs primitives sont fournies par la calculette autorisée.

Q33. Très peu de réussite (moins d'un candidat sur 10) à cette question qui demande a priori de retourner à la notion de limite et à prendre l'initiative de calculer la limite de J_α en 0^+ . Noter qu'une approche plus élémentaire pouvait consister à noter la décroissance de $\alpha \mapsto J_\alpha$ (évidente dès la définition ou en Q31) et à évaluer quelques valeurs, $\alpha = 0,5$ convenant.

Q34. Si la comparaison des intégrales d'une fonction monotone et d'une fonction en escalier est connue, il fallait ici un peu de soin dans la gestion des indices. Cette question, placée loin dans l'énoncé, a été bien peu tentée alors qu'on pouvait attendre au moins une tentative de figure. On voit de fait très peu d'illustration graphique dans les copies, quelle que soit la question (cf. questions 13 et 16).

Q35. Le seul point difficile consiste à s'assurer que $\frac{1}{n}h_\alpha\left(\frac{2n-1}{2n}\right)$ tend bien vers 0 lorsque n tend vers l'infini. Ceci n'a été aperçu que par quelques dizaines de candidats.

Q36. Cette question par contre a été mieux comprise par les quelques candidats qui l'ont abordée.

Q37. L'argument le plus simple pour la parité de R_n demandait d'invoquer l'unicité des polynômes d'interpolation même si la définition de base du I pouvait donner le résultat au prix d'un peu plus d'effort.

Conclusion

Le sujet a permis de sonder très largement les connaissances des candidats. Comme on l'a dit plus haut, il en ressort que les principales faiblesses se situent dans le domaine de l'analyse.

Pour ce qui relève de la forme au sens large, on aimerait rappeler à nouveau cette année quelques points.

La *présentation* semble bien s'améliorer du fait de l'officialisation d'une minoration en cas de manquement grave. Par contre on ne saurait trop conseiller aux candidats d'utiliser de *concision*. Moins peut être mieux. Un problème comme celui de cette année ne demande pas d'utiliser 8 copies doubles dont parfois beaucoup de pages blanches, ce type d'excès n'étant pas connu pour impressionner favorablement les correcteurs.

Plus important, on ne saurait trop insister à l'inverse sur la nécessité de *rédigier* ses arguments. La plupart des questions ne se résolvent pas par un simple calcul sans commentaire. Enfin la *sincérité* des calculs et des raisonnements ne devrait faire aucun doute, en particulier quand le résultat ou la conclusion de la question sont fournis par l'énoncé.

Physique 1

Présentation du sujet

Cette épreuve est consacrée à l'étude des capteurs photovoltaïques, d'un point de vue macroscopique en tant que générateur électrique et d'un point de vue microscopique par l'étude d'un matériau semi-conducteur – du silicium – les constituant. La première partie du sujet, plutôt originale, consiste en l'étude d'une caractéristique intensité-tension d'une cellule photovoltaïque afin de déterminer son efficacité ainsi que son facteur de forme caractérisant son idéalité. Dans une deuxième partie, on s'intéresse à l'effet photovoltaïque dans une jonction PN : on détermine d'abord la conductivité dans un conducteur ohmique, puis celle dans du silicium dopé après avoir travaillé sur celle du silicium non dopé. Dans une troisième partie, très classique, on étudie un traitement antireflet permettant d'optimiser l'efficacité de la cellule photovoltaïque. Enfin, dans une quatrième et dernière partie, on aborde la théorie des bandes dans un semi-conducteur à l'aide d'un modèle très simple.

Le sujet contient de nombreuses questions de cours ou des applications directes. Seule la deuxième partie contenait une question ouverte. Aucune connaissance hors-programme n'était requise pour traiter la totalité du sujet. Quelques rudiments d'électrocinétique et de mécanique du point de PCSI, des notions d'électromagnétisme, d'optique ondulatoire et de physique quantique de PC devaient être maîtrisés pour réussir cette épreuve.

Analyse globale des résultats

Le sujet, plutôt long, n'a pas été abordé en totalité par de nombreux candidats. Les résultats sont assez décevants dans la mesure où les nombreuses questions de cours et applications directes auraient dû être bien plus profitables.

Bien présenter, bien rédiger, ne pas utiliser d'abréviations inhabituelles, citer le nom des lois physiques utilisées, faire attention à l'orthographe, bien numéroter les questions, bien justifier sont des compétences minimales indispensables que doit avoir un candidat à ce concours, de même que l'honnêteté intellectuelle. La présentation des copies est globalement satisfaisante ; peu de copies ont été pénalisées par un malus : il semblerait que ce malus « de forme » de la copie instauré l'année dernière porte ses fruits.

On regrette toujours que certains candidats ne vérifient pas l'homogénéité de résultats littéraux simples : une perte conséquente de points pourrait parfois être évitée !

L'expression « par définition » est souvent utilisée hors de propos.

Une minorité de candidats pense à valider leurs résultats par exemple en les confrontant avec des valeurs numériques connues. Et pourtant, ces points sont valorisés !

Les ordres de grandeurs ne sont globalement pas connus (des rendements aux longueurs d'onde).

Trop nombreux sont encore les candidats qui ne répondent que partiellement aux questions, notamment lorsque celles-ci contiennent plusieurs sous-questions. Dans le même genre, beaucoup de « phrases réponses » commencent et s'arrêtent subitement : cela donne l'impression que les candidats commencent à répondre avant même d'avoir réfléchi à ce qu'ils allaient écrire.

Concernant l'utilisation des outils mathématiques, le jury a constaté :

- beaucoup de quotients de vecteurs ;
- beaucoup de confusions entre vecteur, norme et projection ;

- une non compréhension de la notion de pourcentage : des facteurs 100 apparaissent dans les expressions littérales ;
- des erreurs de conversions : convertir des cm^2 en m^2 n'est apparemment pas si évident ;
- des facteurs 1000 apparaissent dans les expressions littérales pour tenir compte des unités (ex : masse molaire donnée en g/mol).

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les candidats armés d'une bonne connaissance du cours, d'un bon sens physique et d'une bonne maîtrise des techniques habituelles de calcul ont obtenu une bonne voire une excellente note à cette épreuve. Vu la structure du sujet, un candidat, moyen ou faible, pouvait se relancer régulièrement et se remettre en confiance : c'est pourquoi il est conseillé à un candidat de parcourir le sujet en première lecture dans son intégralité !

Pour tous les candidats, nous nous permettons quelques conseils :

- un sujet tel que celui-ci illustre l'importance fondamentale de l'apprentissage du cours : beaucoup de points peuvent être glanés facilement en citant ou en appliquant simplement le cours.
- Parcourir l'intégralité du sujet lors d'une première lecture rapide : cela permet de s'imprégner du sujet et de repérer les questions faciles, à la portée de beaucoup de candidats. Ensuite il faut toujours s'assurer de bien avoir compris un énoncé quitte à le relire plusieurs fois.
- Comme déjà dit dans des précédents rapports, les résolutions de problème doivent être abordées avec plus de méthodologie. Une simple application de la méthode « scientifique » permet d'aider à formaliser le problème et donc à trouver la bonne réponse !
- Commenter et critiquer de façon pertinente un résultat ou une démarche, même si ce n'est pas explicitement demandé par l'énoncé, est valorisé : cela peut-être une analyse dimensionnelle d'un résultat littéral simple, un calcul d'ordre de grandeur d'un paramètre physique, une vérification de valeur numérique si elle est fournie dans l'énoncé, l'explicitation d'une hypothèse non fournie par l'énoncé mais nécessaire pour aboutir au résultat demandé...
- Souvent un schéma simple, clair, éventuellement avec des couleurs sera plus apprécié qu'une demi-page d'explications...

Énergie photovoltaïque

Tous les dipôles ne sont pas ohmiques : on a pu lire $U = R I$ pour la photodiode alors que la caractéristique n'est pas du tout linéaire.

Q1. Cette première question demandait du temps pour être traitée de façon rigoureuse – avec le tracé du graphe $P = f(U)$ ou $P = f(I)$ par exemple, P désignant la puissance électrique générée par la cellule – : elle a bien été valorisée et rapportait beaucoup de points.

Q2. Comparer l'efficacité obtenue avec un rendement ou une autre efficacité d'un système vu en PCSI/PC a été très apprécié du jury.

Q3. Comme le demande l'énoncé, il fallait clairement identifier le numérateur et le dénominateur de FF .

Conduction, jonction, effet photovoltaïque

Conduction électrique

- Q5.** Cette question, très simple, demandait une réponse précise.
Q6. Cette question a en général été bien traitée.
Q8. Beaucoup de candidats ont oublié la contribution des trous à la conductivité du silicium.

Semi-conducteur dopé

- Q9.** Cette question a été bien traitée mais peut être parfois pas suffisamment justifiée.
Q11. Cette question ouverte n'a pas été réussie.
Q12. Il était intuitif que le dopage permettait une élévation de la conductivité de la cellule.

Jonction PN

- Q13.** Toute réponse mentionnant le phénomène de diffusion était acceptée.
Q14. Cette question, demandant du sens physique, a été source de nombreuses erreurs.
Q15. L'électroneutralité de la jonction était un argument permettant de déterminer la relation demandée. Il fallait toutefois bien faire attention au fait que z_2 était négatif.
Q16. Que de réponses fausses et incohérentes ! Pourtant c'est une question d'application directe du cours. L'analyse des symétries/invariances en électrostatique n'est pas maîtrisée ; l'utilisation du théorème de Gauss n'est quasiment jamais correcte : surface non définie, parfois ouverte, le flux qui devient « ES » (sans qu'on sache où le champ est évalué) etc... Il est à noter que l'équation locale de Maxwell-Gauss était bien plus adaptée que le théorème de Gauss pour répondre à cette question.
Q20. Un peu de bon sens tout de même ! Que dire d'une réponse du genre « La zone de déplétion mesure donc $3,3 \cdot 10^3$ km » ?

Effet photovoltaïque

- Q21.** La réponse « $\lambda = \frac{hc}{eV_0}$ » ne suffisait pas. Une réponse « $\lambda \leq \frac{hc}{eV_0}$ » était bien plus appropriée. Pour de nombreux candidats, le soleil émet majoritairement dans l'UV... et les longueurs d'onde obtenues par le calcul sont très largement aberrantes (10^{-25} m, 10^{-32} m).
Q22. Cette question n'a vraiment pas été comprise, bien que le barème fût relativement souple.

Traitement antireflet de la cellule

Réflexion sur le silicium

- Q23.** et **Q24.** Questions de cours bien traitées !
Q25. Un coefficient « r » qui tombe du ciel ne vaut rien ! Toutes les grandeurs non définies dans l'énoncé mais utilisées doivent être auparavant définies. Le caractère tangentiel des champs devait être explicité.

Couche antireflet

Cette partie, un peu calculatoire, n'a pas été réussie bien qu'elle soit constituée de questions classiques. Il fallait être rigoureux et méthodique, utiliser les conditions aux limites spatiales à bon escient.

Bandes d'énergie dans un semi-conducteur

Équation de Schrödinger à une dimension

Cette partie, ne comportant que des questions de cours, a été généralement bien traitée. Toutefois, il est fort dommage qu'un nombre non négligeable de candidats ait traité cette partie en prenant un potentiel nul.

Gaz d'électrons sur un segment

Q35. Il était bien marqué de représenter le graphe avec une échelle adaptée...

Q36. Il fallait bien exprimer les énergies en eV, comme le demande l'énoncé.

Potentiel périodique, bandes d'énergie

Q38. Combien de fois le jury a pu lire que les cuvettes représentaient les trous !

Q41. Peu de candidats ont remarqué qu'une translation de a ne changeait rien au système physique mais échangeait k en K . Il fallait donc choisir la condition invariante par le changement $k \rightarrow k$.

Q42. à Q45. Peu de candidats ont abordé correctement ces questions. D'ailleurs, attention à ne pas se servir du document réponse (et de la copie...) comme d'un brouillon ! Il était en tout cas remarquable qu'avec ce modèle très simple, on trouvait le bon ordre de grandeur de largeur de bande interdite.

Conclusion

Bien que ce rapport mentionne principalement les écueils à éviter, nous voulons souligner combien nous avons été satisfaits devant certaines copies, excellentes aussi bien sur le fond que sur la forme. Que tous leurs auteurs soient remerciés pour avoir donné le meilleur d'eux-mêmes durant cette épreuve et pour nous avoir fait lire de très belles compositions. Nul doute qu'ils sauront relever les défis technologiques du XXI^{ème} siècle après leurs études au sein des grandes écoles et qu'ils auront à cœur de transmettre le fruit de leurs travaux.

En espérant que ces quelques conseils seront utiles aux futurs préparateurs.

Physique 2

Présentation du sujet

Après avoir plongé dans l'infiniment petit en 2021, nous prenons de la hauteur cette année, avec un sujet qui s'intéresse à l'exploration martienne, et plus exactement à un des nombreux projets de la NASA envisageant une exploration humaine de la planète rouge.

Dans un premier temps, les modalités du voyage sont étudiées. Faisant essentiellement appel à la mécanique de première année, cette approche nécessite des connaissances élémentaires du programme, mais également du bon sens afin de suivre la logique proposée, en particulier à l'occasion de la question ouverte.

Dans une seconde partie, le sujet s'intéresse au projet NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application), utilisant la propulsion nucléaire lors des phases d'insertion sur les trajectoires de transfert. Le sujet, bien documenté, invite le candidat à une étude dynamique du vaisseau, avant de se pencher sur les aspects thermodynamiques, pour finir par l'étude de la tuyère, en cherchant à justifier sa géométrie. Cette seconde partie évalue donc essentiellement des compétences acquises au cours de la deuxième année de classes préparatoires, chaque sous-partie s'ouvrant sur des questions de cours.

De nombreuses données sont proposées dans le document réponse joint à l'énoncé, ainsi que deux annexes relatives à quatre questions de la première partie.

Analyse globale des résultats

S'il est toujours délicat d'analyser globalement une situation à partir de 3500 copies différentes, il paraît néanmoins possible d'affirmer que le sujet a révélé un certain nombre de difficultés.

Alors que la première partie est essentiellement relative au programme de PCSI, et que la seconde s'appuie majoritairement sur celui de PC, le jury peut déplorer que les bases du programme de première année sont plus difficilement restituées. Si cela est souvent le cas, le jury est conscient que les conditions de travail de ces deux dernières années ne sont certainement pas étrangères à la situation actuelle, et ne souhaite absolument pas en tirer d'autres enseignements hâtifs. Il note d'autre part que les bilans, qui constituent une approche fondamentale du programme de deuxième année, sont rarement traités avec le soin idoine.

Il a notamment constaté une bonne volonté manifeste de la plupart des candidats, s'efforçant de remplir de nombreuses copies, alors même que le sujet n'était absolument pas maîtrisé. Si la non maîtrise de certains concepts physiques est regrettable, il apparaît tout aussi important de noter la pauvreté de certains raisonnements mathématiques : sans faire référence à des notions qui peuvent paraître compliquées, le jury déplore que bon nombre d'étudiants ne soient pas en mesure de placer un angle sur un cercle, confondant régulièrement $3\pi/2$ et $3\pi/4$. Dans le même registre, l'usage des puissances (déduire x de x^a) s'est avéré être un obstacle insurmontable pour un bien trop grand nombre de candidats.

Le jury constate également une explosion de « raisonnements/démonstrations » basés sur des analyses dimensionnelles. Si ce type de raisonnement est à favoriser lorsqu'il s'agit d'appréhender un concept délicat, il convient de rappeler qu'il ne s'agit nullement d'une démonstration à part entière, mais d'une première approche facilitatrice, qui peut parfois s'avérer incomplète, voire aboutir à des résultats faux.

Il est important également de souligner l'attention portée aux questions ouvertes : au nombre de 5 sur 46, elles représentent un peu plus de 20 % du barème. Il va sans dire que le jury y a été particulièrement attentif et s'est efforcé d'évaluer les différentes compétences développées à cette occasion.

Il est également important de souligner l'importance des applications numériques dans ce sujet. Étant très concret, ces applications numériques devaient permettre de lui donner tout son sens et ne devaient donc pas être négligées. Si le jury a été bienveillant sur le nombre de chiffre significatifs, il a toutefois apprécié une certaine mesure dans leur utilisation.

Enfin, le malus de présentation a concerné moins de 5% des copies, ce qui révèle une attention réelle à la forme de la copie rendue : le jury tient à remercier les étudiants pour cette marque de respect qui sera utile à tout ingénieur. Il demande la plus grande vigilance toutefois dans l'usage d'acronymes, en particulier lorsqu'ils ne sont que peu utilisés. Par exemple, « ip1 » pour « infiniment petit d'ordre 1 » a été peu mais régulièrement rencontré ; un scientifique se doit d'être compris de tous et rester vigilant sur les mots qu'il emploie.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I Le voyage entre la Terre et Mars

I.A – Vitesse de la Terre et de Mars dans le référentiel héliocentrique

Q1. Comme cette question ne demande que de donner les dimensions et l'unité, le jury a fait preuve de bienveillance face à la multiplicité des notations. Il note toutefois que certaines écritures mêlant dimensions et grandeurs peuvent s'avérer notoirement fausses et invite les candidats à davantage de cohérence.

Q2. Il est attendu ici un théorème (ou une « loi » !) du moment cinétique explicite ainsi que la particularité de la force étudiée, qu'elle soit nommée « force centrale » ou que sa direction soit explicite. Notons qu'un dessin donnant la direction de la force peut suffire.

Q3. Cette question a été particulièrement mal rédigée. Alors qu'il s'agit d'une question de cours, bon nombre de candidats partent du résultat, supposant \vec{OM} selon \vec{e}_r , et invalidant ainsi toute démonstration ultérieure. Au détour de cette question, le jury tient à rappeler l'intérêt de la sémantique en physique : si la constante des aires avait pris tout son sens, certains candidats ne l'appelleraient pas « constante de l'air » par exemple. Cela éviterait que le candidat erre, comme il le dit d'ailleurs parfois, sans le savoir.

Q4. Une simple relation fondamentale de la dynamique (qui peut recevoir bien d'autres dénominations !) permet de conclure. Notons que si des variables sont mentionnées, elles ne doivent pas apparaître coute que coute dans le résultat final.

I.B – Aspect énergétique et troisième loi de Kepler

Q5. Lorsqu'une question demande de déduire une expression, il ne peut s'agir en aucun cas de donner un résultat sans aucune explication. Certains commentaires relèvent avec étonnement une énergie mécanique négative. Le jury invite tout préparateur à s'interroger sur le sens du signe de l'énergie mécanique pour un mouvement newtonien.

Q6. Plusieurs méthodes sont envisageables dans cette question, mais là encore le candidat doit réaliser qu'il est invité à aller un tout petit peu au-delà d'une simple écriture brute de la troisième loi de Kepler, parfois incorrecte, voire inhomogène.

I.C – Voyage aller Terre – Mars

Q7. Les deux tiers des candidats se sont trompés sur cette question, imaginant une orbite de transfert entre 0 et $\pi/2$. Il va sans dire que cette méprise révèle de sérieuses lacunes et augure mal de la suite de cette étude.

Q8. Cette question a sans aucun doute été l'une des moins bien traitées, relativement au nombre de candidats qui l'ont abordée : si 70% des candidats se sont attelés à cette question, près de 80% d'entre

eux n'obtiennent pas de points. En effet, ayant l'habitude de travailler avec des orbites circulaires, le passage à une orbite elliptique constitue pour la majorité une difficulté insurmontable. Beaucoup n'ont pas compris que le passage de l'orbite circulaire à l'orbite elliptique nécessitait un apport d'énergie et qu'on ne pouvait pas écrire une conservation de l'énergie mécanique.

Q9 et **Q10**. Ces deux questions étant dans la suite logique de la **Q8**, elles sont peu abordées et le plus souvent mal abordées. Pourtant, le simple bon sens permet d'engranger la majorité des points. Nous invitons vraiment les candidats à s'interroger sur la deuxième loi de Kepler afin de mieux appréhender cette évolution de la vitesse au cours d'un orbite de transfert : ainsi rechercher « la » vitesse d'un mouvement elliptique devient impossible.

Notons que le jury a fait preuve de mansuétude en évitant toute « double peine » : un candidat qui se serait trompé sur **Q8** mais qui aurait suivi un raisonnement cohérent dans ces questions s'est vu attribuer les points malgré une application numérique fautive.

Q11. Cette question est également peu abordée, mais le jury apprécie la prise de recul de certains candidats notant combien la planète rouge porte bien son nom de par la combativité qu'il faudrait aux astronautes pour arriver à leurs fins.

I.D – Durée de la mission

Q12. Là encore, beaucoup de difficultés à trouver le bon angle.

Q13. Cette question ouverte, sans nul doute la plus exigeante de l'épreuve, a fait preuve de la plus grande vigilance de la part du jury. Ce dernier déplore que les deux tiers des candidats n'aient pas abordé cette question. Afin de privilégier le raisonnement au calcul, les compétences « communiquer », « analyser » et « réaliser » ont été évaluées, en ayant à cœur de valoriser tout raisonnement construit, même s'il n'aboutit pas à un résultat tangible. Plusieurs portes d'entrée sont envisageables, mais force est de constater que le plus difficile est d'entrer. Une des étapes clé pour aborder un problème ouvert est de poser un ou plusieurs symboles qui représentent les grandeurs physiques recherchées ou utiles au raisonnement. Le jury constate que cela ne fait pas partie des réflexes des candidats. Suivre le raisonnement d'un candidat est souvent ardu lorsqu'il s'agit d'une juxtaposition de phrases : il ne doit pas négliger la force des schémas.

Q14. À priori, cette question ne demande qu'à placer un point, donné, sur un cercle, soit d'être capable de déterminer où figure $3\pi/4$. Malheureusement, cette demande représente pour certains un réel obstacle.

Q15. Cette question peut être abordée de plusieurs manières. De par sa position elle est assez peu abordée.

Q16. La relation donnant l'excentricité étant donnée, de nombreux candidats savent la retrouver et la calculer. Concernant le tracé des trajectoires, le jury tient tout de même à rappeler que les données permettent de savoir que, quoiqu'il en soit de la valeur numérique, le candidat doit aboutir à une conique, ce que certains semblent ignorer, allant parfois jusqu'à modifier les orbites de la Terre et de Mars pour que ces dernières conviennent à leur tracé : une telle attitude, heureusement minoritaire, inquiète le jury.

Q17 à **Q21**. Cette partie n'est que très peu abordée par les candidats : seuls les tout meilleurs ont su appréhender cette nouvelle trajectoire.

II Le projet NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application)

II.A – Étude dynamique

Q22. De très nombreux candidats, ayant décroché sur la partie mécanique, reconnaissent dans cette question une question de cours, et s'attellent au bilan qui leur est donné. L'énoncé définit avec soin le système et l'étude à mener, le jury s'attend dès lors à trouver des études de belle facture. Il s'avère qu'il est, dans la grande majorité des cas, extrêmement déçu : le simple fait de définir la quantité de mouvement $\vec{p}(t + dt)$ semble insurmontable à plus de 80 % des candidats : certains oublient qu'il y a des

gaz qui s'échappent, d'autres que \vec{v}_1 est une vitesse relative, et beaucoup confondent allègrement vecteurs et scalaires, ce qui occasionne des erreurs en cascade. Le jury se permet de noter également qu'il signale régulièrement, dans ses rapports, que le mot gaz est invariable.

Q23. Il semblerait que de nombreux étudiants ne comprennent pas que le verbe « établir » appelle une démonstration, et non une simple analyse dimensionnelle, qui certes permet d'obtenir l'attribution des points dévolus à la valeur, mais pas ceux prévus pour la démonstration, particulièrement simple pourtant.

Q24 et Q25. Ces deux questions font peur à la majorité des candidats, alors qu'ils ont rencontré maintes fois des situations similaires où la séparation des variables permet une résolution simple.

II.B – Approche thermodynamique

Q26. Là encore, nombreux sont les candidats à reconnaître une question de cours, mais nombreux aussi sont ceux qui confondent système ouvert et système fermé, énergie cinétique et variation d'énergie cinétique, voire soustraient les enthalpies de changement d'état et de changement de température. Nous les engageons à rechercher la cohérence de leur propos.

Q27. Cette question est mal comprise par une majorité de candidats, qui s'imagine qu'on leur demande de vérifier le calcul donné, alors qu'il est simple de vérifier la valeur de la force, compatible avec les données de l'énoncé.

Q28. Si le début de cette question est souvent bien traité, le jury tient à rappeler que lorsqu'il est demandé au candidat une comparaison, il ne doit pas se satisfaire d'un « très petit » ou « très grand », mais est tenu de comparer sa valeur à une valeur de référence.

II.C – La tuyère

Q29. La réponse à cette question est immédiate. Majoritairement bien traitée, certaines relations surprenantes apparaissent toutefois régulièrement.

Q30. Si la valeur de K est majoritairement bien trouvée, le jury tient à l'occasion de cette question à rappeler aux candidats que, lorsqu'une relation finale est donnée, il convient de porter un soin particulier à sa démonstration. Beaucoup de négligences sur l'expression des vecteurs conduisent ici à des relations notoirement fausses. L'opérateur $\vec{v} \cdot \text{grad}$ appliqué à \vec{v} est très mal compris. C'est un opérateur scalaire qui agit sur le vecteur vitesse.

Q31. Si cette question ne présente pas de difficulté, un nombre non négligeable de candidats s'emmêle malencontreusement dans les puissances.

Q32 et Q33. Ces questions nécessitent une certaine vigilance. Le jury apprécie le soin apporté à de tels calculs pour aboutir aux expressions attendues, et note que l'intégration par rapport à P d'un terme tel que $P^{-1/\gamma}$ représente un obstacle mathématique majeur pour beaucoup. Il tient aussi à faire preuve de bienveillance lorsque le candidat obtient une expression fautive mais suit un raisonnement correct : il privilégie alors le raisonnement.

Q34. Cette question était multiple, avec des niveaux de résolution variables. Si très peu ont répondu à tous les items, nombreux sont ceux qui l'ont abordée partiellement.

Q35. Cette question nécessite de la réflexion et il est évident que le candidat qui a dessiné l'allure de $f(\alpha)$ à la question précédente est avantagé ! Si, intuitivement, le candidat devine que la tuyère (3) est correcte, le jury attend une justification, et est très heureux lorsque certains poursuivent sur le cas de la tuyère (2).

Q36. Ici, une simple comparaison des pressions suffit, mais pour cela il est nécessaire d'avoir bien compris l'approche proposée dans les questions qui précèdent.

Q37. Très nombreux sont les candidats qui ont traité cette question, proche du cours. Toutefois, si le premier item est le plus souvent correct — quoique l’approximation acoustique soit souvent expliquée de façon très approximative — la seconde partie laisse apparaître des valeurs très fantaisistes allant jusqu’à 1011 Pa !

Q38. La majorité des candidats sait résoudre cette question de cours. Mais, identifiée comme telle, elle doit faire l’objet d’une attention particulière, ce qui n’est malheureusement pas toujours le cas. On note régulièrement des soucis de signe ou de notation — en particulier en ce qui concerne la confusion entre d et ∂ ou l’usage de l’opérateur divergence (non obligatoire puisqu’un traitement unidimensionnel suffisait) — qui s’évaporent par miracle lorsqu’il s’agit d’écrire l’équation de d’Alembert : cet état d’esprit laisse le jury particulièrement amer.

Q39 et Q40. Ces questions, liées, ne présentent pas de difficultés particulières dès lors qu’elles sont résolues avec soin, et permettent de déduire facilement le type d’écoulement étudié.

Q41. Si les relations de Laplace offrent une résolution efficace, l’identification avec le premier principe n’est qu’exceptionnellement révélée. Notons, comme précédemment, des modifications plus ou moins discrètes afin d’aboutir à la relation donnée : le jury sanctionne cette attitude.

Q42 et Q43. Les applications numériques demandées à l’occasion de ces questions permettent de mieux comprendre le fonctionnement et l’intérêt de la tuyère de Laval : le jury regrette que seuls 2% des candidats aient la satisfaction intellectuelle de déduire des observations précédentes que le nombre de Mach est unitaire au col.

Q44. Un calcul sans difficulté permet d’aboutir à la relation recherchée, mais placée en fin de problème, cette question a été très peu abordée.

Q45 et Q46. Ces questions permettent de faire le lien entre les résultats obtenus et les schémas de la NASA. Le candidat parvenant à établir la correspondance entre ses calculs et la figure se voyait récompensé de ses efforts. Le jury est sensible à tout candidat sachant utiliser à bon escient le diagramme de phases qui lui est fourni.

Conclusion

Au terme de ce tour d’horizon complet ; il convient de rappeler que si nous avons égrainé, au fil des questions, les erreurs les plus souvent rencontrées par le jury, ce dernier a aussi apprécié les nombreuses copies de bonne facture régulièrement découvertes, et en félicite les auteurs. Globalement, quelle que soit la production du candidat, il tient à féliciter chacun pour l’abnégation dont il a dû faire preuve, au cours de ces deux années, pour arriver jusqu’aux écrits des concours, et lui rappelle que le résultat d’une épreuve de concours n’est que le reflet, à un instant t , de ses connaissances inhérentes à ce sujet, et en rien une valeur intrinsèque liée à ce préparatoire. Nous tenons également à remercier chacun des enseignants, qui a donné beaucoup de son énergie et de ses compétences pour amener chacun des candidats à ce stade, dans des conditions parfois très exigeantes et inédites.

Aux préparatoires qui liront ce rapport en vue des éditions ultérieures, le jury tient à faire passer le message qu’une préparation sérieuse se doit d’être réalisée sur deux années afin qu’elle soit gage de réussite. Il souligne la volonté de bienveillance qui l’anime, mais demande au candidat de prendre le temps de lui expliquer sa démarche, dans la plus grande clarté possible : ce passage de la compréhension pour soi à la compréhension pour autrui est un point de départ essentiel pour son métier ultérieur. Cette démarche s’accompagnera forcément d’échecs, que ce soit au cours des années ou au cours de l’épreuve. Le jury l’invite à les aborder avec clairvoyance et bon sens : chaque obstacle surmonté est un pas de plus vers le succès, et l’honnêteté intellectuelle dont il fera preuve sera appréciée.

Comme il est toujours bon de prendre un peu de hauteur, mais que le faire en allant sur Mars la bien nommée s’avère être un rude combat, faisons-le à l’ombre de sages qui nous ont précédés, tel que Michel

Serres : « Qui attend l'inspiration ne produira jamais que du vent, tous deux aérophagiques. Tout vient toujours du travail, y compris le don gratuit de l'idée qui arrive ».

Chimie

Présentation du sujet

Le sujet de cette année, constitué de trois parties indépendantes, traite de la synthèse et l'utilisation de seringues optiques permettant la photolibération localisée de principes actifs.

La première partie de l'épreuve s'intéresse à la comparaison des excitations mono et biphotonique pour les seringues optiques. La deuxième étudie une première seringue optique, l'ester cinnamique, en analysant en particulier la synthèse de ce composé ainsi que le mécanisme et le suivi de la photolibération du principe actif. La troisième partie aborde l'étude d'un deuxième type de seringue optique, sous forme d'oxazolone.

Les notions mises en jeu font appel à de nombreux domaines abordés dans les programmes de première et de seconde année des classes préparatoires PCSI et PC (spectroscopies UV-visible et de RMN du proton, acido-basicité, cinétique, thermodynamique, réactivité, groupes caractéristiques alcène, carbonyle, dérivé halogéné).

Le sujet comporte à la fois des questions de cours (ou d'application directe du cours), des études nécessitant davantage de réflexion et des questions directement en lien avec les aspects expérimentaux, conduisant à l'analyse de protocoles de laboratoire. Il permet de valoriser la réflexion des candidats plutôt que leur technicité calculatoire. Quelques questions ne sont pas guidées et proposent aux candidats des tâches complexes qui nécessitent :

- la lecture et l'appropriation de documents aux formats divers, textes, graphiques, tableaux, schémas de structures ou représentations orbitales, données chiffrées ;
- la mise en place d'une stratégie pour exploiter ces informations et répondre à la question ;
- la proposition et l'analyse de stratégies de synthèse ;
- la validation de modèles par confrontation avec des données expérimentales.

Les compétences évaluées dans cette épreuve sont :

- décrire la mise en œuvre de quelques techniques de laboratoire et analyser l'influence de paramètres mis en jeu lors de transformations physiques ou chimiques. Ainsi est analysée l'apport de la spectroscopie de RMN pour le suivi d'une transformation chimique, est étudié le choix d'une température pour réaliser une transformation chimique, est commentée les caractéristiques d'un laser pour réaliser la déprotection du principe actif ;
- étudier l'influence de la structure chimique des réactifs et des conditions expérimentales utilisées dans une stratégie de synthèse. Par exemple, sont étudiés le choix et le rôle des réactifs introduits lors d'une synthèse organique ainsi que les traitements pour isoler le produit d'intérêt, la nécessité de protéger des groupes caractéristiques dans une synthèse multi-étapes et le choix de groupes protecteurs adaptés ;
- confronter un modèle aux données expérimentales, notamment dans le cadre de l'étude cinétique de la photo-déprotection du principe actif, en utilisant des hypothèses simplificatrices permettant une résolution simplifiée puis en s'appuyant sur un programme Python. Une modélisation structurale est par ailleurs appliquée à l'étude de l'ouverture d'une oxazolone dans le cadre d'un contrôle de charge et orbitale ;
- maîtriser le vocabulaire scientifique dans la description des phénomènes étudiés. Les qualificatifs adaptés doivent ainsi décrire ou justifier certaines propriétés.

Analyse globale des résultats

Sur l'ensemble des copies, au moins une bonne réponse a été apportée à chaque question. Les candidats les plus efficaces ont réussi à aborder l'ensemble des questions proposées et les meilleurs en ont traité avec succès environ 80 %.

La quasi-totalité des candidats maîtrisent le cours et répondent aux questions les plus simples. Les structures des entités chimiques et les mécanismes réactionnels sont ainsi écrits avec rigueur. Les copies de très faible niveau sont très rares.

La plupart des candidats s'approprient pleinement le sujet et nombre d'entre eux n'hésitent pas à aborder les questions qui nécessitent une réflexion poussée ou un investissement temporel important : la moitié des candidats a ainsi abordé la question 25 identifiée comme ouverte, plus des deux tiers ont essayé de compléter le programme python par exemple.

En revanche, les questions qui nécessitent un raisonnement mathématique poussé sont beaucoup moins bien traitées. Les équations différentielles associées au modèle cinétique (**Q30**) ou la démonstration correspondant au choix de la température (**Q51**) sont parfaitement correctes dans moins d'un tiers des copies.

L'aspect expérimental de la discipline n'est pas toujours traité avec une analyse suffisante : les caractéristiques du solvant sont souvent mal précisées, les quantités de matière rarement complètement justifiées (moins d'un quart de réponses complètes en **Q42** et **Q44**).

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Cette partie, portant sur les caractéristiques des rayonnements utilisés pour déprotéger des entités chimiques, fait notamment appel à des connaissances relatives à la structure électronique des atomes, aux transformations d'oxydo-réduction. Une lecture attentive de l'énoncé et des documents fournis permet aux candidats de comprendre le cadre d'application d'une excitation biphotonique et sa mise en œuvre, à travers des questions progressives.

Q1. Cette question est bien traitée par la quasi-totalité des candidats.

Q2. Les équations proposées sont pour la plupart incorrectes. On attend l'équation de la réaction d'oxydo-réduction traduisant la réduction de Ti(IV) en Ti(III) par le zinc. De nombreux candidats n'identifient pas une transformation d'oxydo-réduction et modélisent seulement la complexation de l'ion Ti^{3+} par le ligand H_2O . Les demi-équations sont rarement ajustées correctement.

Q3. Dans l'ensemble, les candidats répondent de façon trop superficielle alors que les informations du sujet appellent à une démarche quantitative. Il ne faut pas se contenter d'évoquer l'inertie du gaz argon mais aussi indiquer la transformation qu'une atmosphère inerte permet d'éviter et identifier les espèces chimiques mises en jeu. Les réponses exploitant les données relatives aux potentiels standard d'oxydo-réduction (oxydation de Ti(III) par le dioxygène de l'air) ont été valorisées.

Q4. Cette question est généralement bien traitée. Il est à noter que la plupart des candidats proposent la configuration électronique complète de l'ion Ti^{3+} et non celle de valence, comme demandé.

Q5. Le remplissage du diagramme pose problème à de nombreux candidats, à cause d'un décompte erroné des électrons de valence du cation métallique ou du ligand, ou à cause d'un remplissage assez fantaisiste des orbitales.

Q6. La réponse à cette question est conditionnée par un remplissage correct du diagramme à la question précédente. Des transitions énergétiques entre niveaux dégénérés ont été vues dans de nombreuses copies.

Q7. Nombre de candidats ne parviennent pas à établir correctement le lien entre λ_1 et λ_2 . Une lecture attentive de l'énoncé peut apporter des indications sur lesquelles s'appuyer. Le lien entre la longueur d'onde et le spectre électromagnétique est ensuite correctement fait.

Q8. Une lecture attentive de l'énoncé et les questions précédentes ont permis à de nombreux candidats de proposer une réponse correcte à cette question.

Q9. De nombreuses erreurs apparaissent dans le calcul de la puissance moyenne du laser et les conversions d'unités posent très souvent problème. La comparaison avec la puissance de crête est ensuite correctement reliée à une moindre photo-dégradation.

Q10. La question, très guidée, conduit à des raisonnements cohérents de la part des candidats ayant répondu correctement à la question 7.

II Photolibération d'un alcool protégé sous forme d'ester cinnamique

Cette partie comporte 25 questions soit, à peu près la moitié du sujet et les candidats y ont effectivement obtenu quasiment la moitié de leurs points.

La sous-partie II-A aborde la synthèse d'un alcool protégé et met en jeu, pour l'essentiel, des connaissances de cours et une question de réflexion plus délicate.

Q11. Pour la comparaison dibrome/tribromure de pyridinium, en plus de la toxicité, une remarque sur l'état physique des espèces ou sur la volatilité du dibrome était attendue.

Q12 et Q13. Des réponses inadaptées sont proposées par les candidats qui n'ont pas identifié une réaction de Wittig.

Q14. Écrire que « l'on protège une fonction phénol pour éviter des réactions parasites » ne suffit pas. Il faut préciser la nature de la transformation qui se produirait sans la protection.

Q15. Question très proche du cours bien traitée par la plupart des candidats.

Q16. La synthèse de Williamson est quasiment systématiquement bien traitée. En revanche, l'acétal formé n'est pas souvent identifié ; par conséquent, la justification des conditions expérimentales de la déprotection n'est pas spécifiée.

Q17. Une justification, ligne par ligne, de la possibilité de choisir tel ou tel groupement protecteur pour la fonction alcool était attendue. Ce n'est pas la réaction de protection qui pose, à priori, problème mais la déprotection associée. Les risques liés à l'hydrogénation de l'autre double liaison C=C, l'hydrolyse de l'ester ou l'isomérisation de la double liaison sont rarement évoqués.

La sous-partie II-B, assez brève, aborde la photo-déprotection de l'éthanol. La plupart des candidats la traite correctement, avec la rigueur nécessaire associée à l'écriture des mécanismes. La relation de diastéréo-isomérisation entre les espèces Z et E est toutefois très souvent erronée.

La partie II-C aborde le suivi de la déprotection par RMN.

Q20. L'attribution des signaux (sans nécessairement identifier les protons éthyléniques) est en général correcte.

Q21. L'étude de l'évolution du spectre RMN en fonction du temps devait permettre de conclure que le produit E a totalement disparu au bout d'une heure. Peu de candidats précise cette analyse.

Q22. Le calcul des constantes de couplage est très rarement correct.

La sous-partie II-D consiste, pour l'essentiel, à analyser ou déterminer les pK_a de couples acido-basiques.

Q23. Le résultat de la mesure n'est indiqué correctement que dans un tiers des copies.

Q24. Les structures des entités acido-basiques sont en général correctement représentées mais une justification liée aux effets électroniques rarement apportée.

Q25. Seule question identifiée ouverte du sujet. Même si elle correspond à un TP assez classique, elle est relativement complexe car il faut écrire correctement la relation de Beer-Lambert lorsque deux composés absorbent dans un mélange quelconque et dans les conditions limites de pH ; ce qui exige une certaine rigueur dans les notations des concentrations et des coefficients d'absorption molaire. Il s'agit logiquement de la question la mieux rétribuée du sujet. Sept pour cent des candidats obtiennent l'intégralité des points. La moyenne se situe à 1,6 points sur 5.

Q26. Une analyse synthétique de cette partie était attendue : l'intervalle de pH des milieux biologiques correspond à peu près au domaine de prédominance de l'espèce AH^- , tout en permettant un passage d'une forme lipophile à une forme hydrophile.

La sous-partie II-E traite du suivi de la déprotection par fluorescence. Cette sous-partie, relativement plus difficile, a joué un rôle discriminant au niveau des candidats et permet de relever de graves lacunes en cinétique pour bon nombre d'entre eux.

Q27 à Q29. La relation entre absorbance et intensités I_0 et I_t est fautive pour la moitié des candidats. Une erreur à la question 27 avait forcément des répercussions sur les deux questions suivantes ; d'autant plus qu'il fallait correctement lire l'énoncé pour interpréter le rendement de fluorescence et bien voir que c'était l'intensité absorbée (donc la différence entre I_t et I_0) qui intervenait.

Q30 à Q32. Alors qu'il s'agit d'un modèle cinétique simple, un tiers seulement des candidats arrive à écrire correctement les 3 équations différentielles auxquelles obéissent les concentrations des espèces. Une analyse correcte de l'approximation du pré-équilibre rapide, et une équation de conservation juste sont ensuite nécessaires pour répondre à la question 31. Un à deux pour cent des candidats y arrivent.

Q33 à Q35. Compléter quelques lignes d'un programme python est proposé question 34. Dans les lignes d'initialisation des variables, on attend obligatoirement des valeurs numériques. Dans la fonction `f`, il s'agit d'implémenter les équations différentielles du système ; on accède aux concentrations des espèces par `Y[0]`, `Y[1]` et `Y[2]`. L'analyse de l'évolution temporelle de l'intensité de fluorescence est, dans l'ensemble, bien abordée.

III Photolibération d'un alcool protégé à partir d'une oxazolone

Q36. Le proton acide est correctement identifié dans la majorité des copies mais la justification attendue n'est pas toujours présentée avec rigueur.

Q37. L'utilisation de la pyridine est préférable afin d'éviter la saponification de l'ester par les ions hydroxyde. L'évocation d'une simple réaction parasite avec la soude n'est pas comptabilisée comme correcte.

Q38. Le mécanisme réactionnel de formation de F_1 est globalement bien écrit par la moitié des candidats. On devait reconnaître en milieu basique une aldolisation (addition nucléophile), suivie d'une crotonisation (élimination), puis une addition-élimination.

Q39. L'équation de la réaction d'oxydoréduction n'est correcte que dans environ 10 % des copies.

Q40. La transformation d'une amine (plus précisément énamine ici) par un chlorure d'acide ou un anhydride d'acide n'est proposée que par la moitié des candidats.

Q41. Le rôle précis de NaH est attendu. Il s'agit d'une base permettant de déprotonner le butan-1-ol afin de former sa base conjuguée, l'ion butan-1-olate.

Q42. La justification du choix des quantités de matière des espèces chimiques introduites nécessite leur calcul au préalable. Ces calculs sont correctement effectués dans la majorité des copies. En revanche,

moins d'un pour cent des candidats comprend que les ions butanolate vont réagir sur les deux fonctions ester du composé Oxa (via une addition-élimination), d'où la nécessité d'en prévoir 2 équivalents.

Q43. Très peu de candidats obtiennent le nombre de points maximal à cette question. Il s'agit de distinguer d'une part la phase organique et d'autre part la phase aqueuse (ions et molécules solubles dans l'eau)

Q44. La question est correctement abordée dans la moitié des copies. Signaler la « faible » température d'ébullition du dichlorométhane n'est pas un argument suffisant pour commenter le choix effectué. La non miscibilité du dichlorométhane et de l'eau est une propriété nécessaire. Enfin, la toxicité du dichlorométhane est un argument qui n'est pas en faveur du choix de ce solvant mais que l'on pouvait citer. Son utilisation nécessite donc de grandes précautions au laboratoire.

Q45. Le rendement est correctement calculé dans la moitié des copies.

Q46. Les sites électrophiles sont globalement bien identifiés mais la justification est souvent incomplète ou erronée (comparaison d'électronégativités et écriture de formules mésomères).

Q47. L'interprétation de la régiosélectivité dans l'hypothèse d'un contrôle frontalier n'est pas compatible avec les résultats expérimentaux. Les candidats doivent proposer une justification basée sur le contrôle de charge.

Q48. Le mécanisme d'addition suivie d'une élimination est correctement écrit dans la moitié des copies.

Q49. L'estimation de l'enthalpie standard de réaction nécessite de faire le bilan des liaisons créées et rompues.

Q50. Il s'agit ici de justifier par un calcul thermodynamique que l'équilibre est en faveur de E'.

Q51. Cette question est traitée correctement dans sa totalité par moins de 10 % des copies. Il s'agit de mobiliser la relation de Van't Hoff afin de prédire l'effet de la température sur la constante d'équilibre thermodynamique puis de comparer le quotient réactionnel (constant) à la constante après perturbation. Le seul effet de la température sur K° est insuffisant pour conclure.

IV Conclusion

Q52. La question est abordée dans moins de 5 % des copies. Celles qui ont pris le temps de proposer des arguments ont été valorisées.

Conclusion

Les candidats ayant abordé avec sérieux la préparation sur les deux années auront trouvé là matière à réinvestir connaissances, méthodes et raisonnements. En revanche, le sujet a pu déstabiliser les candidats qui ont privilégié, au cours des deux années de préparation, une démarche de mémorisation-restitution de connaissances, car il était attendu des candidats qu'ils transposent leurs connaissances dans un contexte nouveau.

Lorsque les questions ne sont pas guidées, le jury valorise toute tentative de résolution argumentée et cohérente, même si elle n'aboutit pas.

En termes de communication enfin, la présentation des copies est globalement satisfaisante. Le jury invite les candidats à aérer leur copie pour en faciliter la lecture sur support numérique. L'utilisation d'un vocabulaire précis est la garantie de pouvoir aborder le sujet dans son ensemble.

Informatique

Présentation du sujet

Le sujet d'informatique 2022, commun à toutes les filières, proposait de modéliser des circuits et des courses de F1 sur ces circuits. Quatre parties composaient le sujet décliné en 29 questions.

- La première partie, avec 7 questions, proposait une modélisation d'un circuit de course, qualifiée de sommaire. Elle était l'occasion de définir des premières fonctions en Python.
- La deuxième partie, avec 5 questions, prolongeait la précédente en proposant une représentation plus réaliste d'un circuit. Après une contextualisation du problème, cette partie était encore l'occasion d'écrire des fonctions en Python.
- La troisième partie, avec 12 questions, comportait deux sous-parties III-A et III-B. La III-A préparait certains résultats exploités dans la III-B. Elle faisait largement appel aux connaissances du cours de physique. Une mise en œuvre informatique suivait avec l'écriture de fonctions en Python requérant une certaine prise de recul par rapport au sujet et une capacité à articuler toutes les informations des questions précédentes.
- La dernière partie, avec 5 questions, visait essentiellement à écrire des requêtes en langage SQL.

Analyse globale des résultats

La progressivité et la nature des questions ont permis au jury d'évaluer la qualité et le niveau de compétences de chaque candidat en matière de programmation Python et SQL. Le jury observe une baisse des résultats obtenus par rapport à ceux des dernières sessions. Si les bases de l'algorithmique et de la programmation élémentaire dans les langages Python et SQL semblent maîtrisées, l'écriture de programmes nécessitant une réflexion amont sur leur organisation et leur structuration est très souvent problématique. Ce qui, outre un niveau global assez faible en informatique, révèle également un manque de pratique du codage. Il serait souhaitable que les candidats mesurent l'importance de leur formation initiale en informatique pour la suite de leurs études.

Un barème précis, construit de manière à évaluer toutes les compétences attendues pour une telle épreuve, a permis une correction aussi équitable et homogène que possible. Quelques rares copies sont de très bonne facture. D'autres, trop nombreuses pour une telle épreuve, révèlent des niveaux très bas en informatique. Quelques candidats ont visiblement négligé la formation.

La mise en place de points malus attribués suivant un protocole clair et précis par le concours a permis de sanctionner les copies ne respectant pas certaines normes de présentation. Le jury attire l'attention des candidats sur la nécessité de produire un travail lisible et respectueux de la langue. L'expression écrite doit être claire. L'identification des questions et la mise en évidence de résultats sont un minimum dans une copie de concours. Enfin, la présentation doit être soignée ; en particulier, le jury déplore un trop grand nombre de ratures qui n'ont pas leur place à ce niveau de formation.

Questions traitées

| % de questions traitées | de 0 à 25% | de 25% à 50% | de 50% à 75% | de 75% à 100% |
|-------------------------|------------|--------------|--------------|---------------|
| % de copies | 1% | 13% | 49% | 37% |

Copies ayant obtenu un certain nombre de points

| | Partie I | Partie II | Partie III-A | Partie III-B | Partie IV |
|-------------------------------|----------|-----------|--------------|--------------|-----------|
| Au moins 1 point | 99% | 93% | 97% | 44% | 97% |
| Au moins la moitié des points | 34% | 4% | 51% | 1% | 33% |

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury souhaite attirer l'attention des futurs candidats sur les points suivants.

- La notion de *type*, essentielle en informatique doit être prise en compte lors de la manipulation des objets. Les candidats doivent s'interroger sur la pertinence et les limites de certaines opérations effectuées sur ou entre objets de même type. Par ailleurs, le type d'un résultat renvoyé par une fonction doit être respecté.
- Certaines *boucles* utilisent des indices, d'autres itèrent directement sur la structure. Il y a parfois confusion entre ces deux modes des parcours. Il convient d'être plus rigoureux.
- Les *bornes* des boucles doivent être bien comprises. Une instruction de la forme `for i in range(n)` indique que la variable `i` prend ses valeurs entre 0 et `n-1`. Il y a souvent une erreur sur la valeur de la borne supérieure.
- Certains programmes révèlent une compréhension partielle des *booléens* et des *instructions conditionnelles*, comme `if isinstance(e, int) == True` ou encore :

```
if e > 0 : return True
else : return False
```

On attend d'un candidat aux concours aux grandes écoles qu'il comprenne le sens d'une expression de la forme `if isinstance(e, int)` ou `return e > 0` et qu'il sache la réinvestir à bon escient.
- Les *requêtes SQL* doivent faire l'objet d'une attention particulière. Si les questions sur les bases de données sont quasi-systématiquement abordées, peu de candidats obtiennent tous les points en raison d'une syntaxe SQL parfois approximative et d'une maîtrise insuffisante de la notion de jointure. En particulier, certaines jointures sont faites à l'aide d'un produit cartésien suivi d'une sélection. L'utilisation de `JOIN ... ON` est à privilégier.
- Les programmes sont globalement syntaxiquement corrects et lisibles. Leur lecture révèle toutefois une écriture au fil de l'eau. Préalablement à l'écriture d'une fonction, il serait souhaitable que chaque candidat s'interroge sur l'*organisation* et la *structure logiques des programmes* qu'il propose.
- Les *commentaires* sont nécessaires mais il convient de ne pas en abuser et d'éviter les paraphrases. Un commentaire n'a de sens que s'il apporte une information utile et pertinente. Les *docstrings* (documentation placée immédiatement après la définition d'une fonction) sont toujours utiles en pratique mais généralement pas attendues sur une copie dans le cadre d'une épreuve de concours en temps limité.
- Le sujet propose une *annexe* détaillant la syntaxe et le rôle de fonctions spécifiques. Certains candidats semblent ne pas avoir lu cette annexe. Par exemple, la fonction `EXTRACT` nécessaire à l'écriture d'une requête n'a été utilisée que par très peu de candidats. Le jury attire l'attention sur la nécessité de lire le sujet dans son ensemble et de savoir extraire les informations des annexes pour répondre efficacement à certaines questions.

- Une réponse à une question de programmation ou de calcul attend un minimum d'explication sous la forme d'une courte introduction. Sans explication, sans argumentation, une réponse est incomplète.
- Un programme incomplet ne fonctionne pas. Beaucoup de candidats débutent l'écriture d'un programme sans le terminer, espérant glaner quelques points. C'est malheureusement un mauvais calcul !

Sont présentées ci-dessous quelques remarques relatives aux question du sujet.

Modélisation sommaire d'un circuit

Q1. Cette question comportait un test de la forme `if e == "A": res += d`. Un certain nombre de candidats ajoute l'alternative inutile `else: res = res`. Il convient de s'interroger sur le sens des instructions conditionnelles.

Q2. Les arguments invoqués pour répondre à cette question sont souvent maladroits.

Q3. Les réponses à cette question sont globalement satisfaisantes.

Q4. Il y a parfois confusion entre les parcours de listes avec un `in` et un `range`. Par ailleurs, comme cela est écrit en remarque générale, attention au débordement. Par ailleurs, cette question requérait l'appel à la fonction définie à la question 1, souvent oubliée. Enfin, il y a parfois confusion entre `False` et `True`.

Q5. Cette question n'a pas été réussie. Plusieurs tests devaient mener à l'établissement du résultat. Ces tests n'ont pas toujours été bien écrits.

Q6. Comme la question précédente, celle-ci nécessitait l'écriture de tests successifs faisant évoluer certaines variables définies localement. Elle fut peu réussie.

Q7. En revanche, cette question a été bien traitée.

Modélisation plus réaliste d'un circuit

Q8. La question est abordée par la majorité des candidats mais est soit maladroitement traitée, soit incomplète ; souvent les deux !

Q9. Le facteur d'échelle est souvent absent.

Q10. Trop peu de candidats pensent à convertir l'angle en radian. La notion de matrice de rotation n'est pas toujours connue.

Q11. Cette question exigeait une compréhension du texte et une capacité à expliquer. Les résultats sont très inégaux et révèlent parfois des difficultés d'expression écrite.

Q12. Cette seule question sur la complexité a été très largement non traitée.

Le parcours d'une voiture

Q13. - Q16. Ces questions faisaient appel à des connaissances de physique élémentaire. Dans l'ensemble, les réponses sont satisfaisantes mais quelques copies éprouvent des difficultés à y répondre.

Q17. - Q19. Ces questions nécessitaient de faire appel aux résultats des quatre questions précédentes. Elles ont souvent posé des difficultés, les réponses étant souvent soit incomplètes, soit incorrectes.

Q20. - Q22. Ces questions devaient mener à l'écriture de fonctions utilisant les résultats des questions 13 à 19. La longueur des programmes à écrire, la multiplicité des conditions et des éléments à prendre en compte a certainement conduit de nombreux candidats à sauter ces questions, à ce moment de l'épreuve. En conséquence, ces questions plus exigeantes d'un point de vue informatique ont été très peu réussies quand elles ont été abordées.

Notons que certaines propositions ne respectent le cahier des charges. Par exemple, à la question 21, la fonction devait renvoyer deux valeurs, temps et vitesse. La vitesse est souvent oubliée.

Q23. Bien que peu souvent abordée, cette question a reçu des réponses diverses, parfois avec des justifications pertinentes. D'autres fois, aucune explication n'est fournie. Nous le répétons : il convient d'argumenter, d'expliquer, de justifier les choix algorithmiques et les choix de codages.

Q24. Question peu traitée, mais trop souvent $O(n \cdot c)$ au lieu de $O(n \cdot \ln(c))$.

IV Gestion des résultats

Q25. Globalement comprise et bien traitée.

Q26. Quelques candidats répondent par une requête SQL. Certains candidats ne semblent pas avoir compris la question qui nécessitait un calcul d'ordre de grandeur.

Q27. Bien réussie dans l'ensemble, l'écriture d'une requête simple avec une jointure semble maîtrisée.

Q28. Cela devient plus difficile quand plusieurs jointures sont nécessaires. Sans parler de clauses visant à filtrer les données extraites.

Q29. Cette question est plutôt bien traitée par les candidats qui l'aborde.

Conclusion

??????

Allemand

Présentation du sujet

Le dossier à synthétiser en allemand comportait trois articles de presse et un sondage d'opinion. Il conduisait à confronter un concept familier aux observateurs du monde germanique, le concept de „*Heimat*“, aux réalités du monde d'aujourd'hui, en interrogeant sa dimension psychologique, sociologique et politique.

Au-delà de cet aspect central, il permettait de restituer par le biais de la synthèse quelques pistes importantes, faisant état de l'interaction des documents et d'une pensée en mouvement :

- l'importance pour les Allemands de ce concept et son évolution historique ;
- La diversité des définitions mais aussi la possibilité d'un consensus sur ce que peut être la „*Heimat*“ ;
- la différence entre la „*Heimat*“ et d'autres concepts comme „*Leitkultur*“ et „*Nation*“ ;
- le danger mais aussi l'opportunité d'une instrumentalisation politique de la „*Heimat*“, qui peut exclure ou au contraire intégrer sans stigmatiser ;
- la possibilité de concilier tradition et modernité.

La synthèse conduisait par conséquent à mobiliser des champs lexicaux diversifiés, entre autres le registre historique, psychologique, sociologique et politique. Le sondage sollicitait également la maîtrise de l'évaluation chiffrée en allemand.

Analyse globale des résultats

L'évaluation a, sans surprise, pris en compte l'analyse détaillée de tous les documents, la formulation d'un titre informatif et précis, qui ne se contente pas d'évoquer de façon générale et évasive le thème de la „*Heimat*“, d'une problématique ni évasive ni générale englobant l'ensemble des documents, la proposition d'une synthèse structurée et l'interaction entre les documents. Si les registres lexicaux sollicités étaient dans l'ensemble bien maîtrisés, on regrettera néanmoins dans certaines copies une tendance, heureusement en régression, à abuser de la citation, ou à s'abstenir de reformuler, ce qui va à l'encontre des recommandations faites aux candidats. Une synthèse n'est ni 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, le critère principal étant ici l'intelligibilité. La dégradation nette dans certaines copies cette année de la présentation et de l'écriture, devenue illisible, a été prise en compte lorsqu'elle nuisait à l'intelligibilité immédiate du propos. Dans l'ensemble, la méthode de la synthèse semble désormais être maîtrisée par la majorité des candidats. Toutefois certains candidats se limitent à une apparence de structuration, à une simulation d'enchaînements ordonnés, à un simulacre d'interaction. Ils ont parfois déployé une simple typologie du concept de „*Heimat*“ sans surmonter la diversité des définitions et sans parvenir à faire de la synthèse du dossier une pensée en mouvement. Ils sont invités à prendre confiance en leur capacité à se plier à ces contraintes naturellement, et de ce fait aussi à faire confiance au sujet qui rend possible le déploiement de toutes ces compétences.

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 » et les titres hors de propos à force de vouloir être accrocheurs. Les jeux de mots ont rarement l'efficacité voulue et il convient de rester prudent. L'introduction est la première démarche de la synthèse et se distingue de l'introduction à un commentaire composé. Il convient d'y présenter brièvement les sources, à condition de les caractériser, c'est-à-dire d'en donner la nature et 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 doit 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. Il faut aussi se garder de toute contextualisation abusive dans l'introduction. Ainsi, les considérations sur la guerre en Ukraine étaient inopportunes. 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, à condition que ces changements ne soient pas abrupts mais respectent et marquent une logique de progression. Enfin, l'introduction ne doit pas être trop gourmande en mots, ce qui conduirait à déséquilibrer l'ensemble.

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 ou phénomène-conséquences-dangers. Là aussi, certains candidats relèvent le défi tandis que d'autres se réfugient dans des schémas préconçus ou se limitent à une simple typologie. Il est important que la synthèse hiérarchise les éléments de l'argumentation et ne néglige pas les éléments qui nuancent les constatations générales.

Parmi les arguments qui ont parfois été négligés cette année :

- la politisation du concept et en particulier sa capacité à exclure ou au contraire à intégrer ;
- Le point de vue du ministre Seehofer et sa volonté de dépasser la „*Leitkultur*“ en revalorisant la „*Heimat*“ ;
- La difficulté à traduire de façon pertinente le concept dans les langues latines ;
- la perception différente suivant qu'on est un homme ou une femme.

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 particulièrement convaincant, tiré d'un des documents, 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.

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 qui vont souvent de pair avec la pertinence de la synthèse. De façon générale, il est impératif de rester exigeant quant à l'usage de la virgule qui n'est pas une convention superflue, mais dont l'usage est absolument nécessaire pour garantir l'intelligibilité immédiate du propos. L'introduction, la présentation

et caractérisation des documents, la problématisation mobilisent un lexique spécifique (dates, sources, interrogation indirecte, hiérarchisation, marqueurs logiques et chronologiques, etc.). Trop de candidats ne maîtrisent pas correctement le genre et le pluriel de termes aussi courants dans ce type d'exercice que *die Umfrage (-n)*, *der Artikel (-)*, *die Gefahr (-en)*, *das Problem (-e)*. La synthèse et l'enchaînement ordonné supposent aussi un entraînement à l'expression de l'opposition, du parallélisme, du paradoxe, du constat de faits. Il convient enfin d'éviter toute faute sur des mots donnés dans le sujet comme par exemple le titre ou la source des documents.

Cette année encore, les candidats sont encouragés à viser un degré élevé de correction morphologique et syntaxique, dont l'absence ne saurait être totalement compensée par une bonne compréhension ou une synthèse habile. On ne peut ici que renvoyer aux rapports précédents et évoquer les lacunes principales constatées cette année : accord sujet/verbe, place du verbe conjugué dans la principale, la subordonnée et l'indépendante, déclinaison du groupe nominal, cas régis par les prépositions, déclinaison de l'adjectif substantivé, 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, ce qui s'avère payant comme montre le niveau élevé de compréhension des documents cette année encore. La cohérence de la synthèse doit prendre en compte la totalité des documents. Le respect du contenu 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 restent les clefs d'une synthèse de qualité.

Anglais

Présentation du sujet

Cette année, le dossier proposé pour les filières MP, PC et PSI est composé de quatre documents qui permettent de s'interroger sur les solutions de substitution à l'argent liquide qui ont fleuri depuis plusieurs années, qu'il s'agisse du paiement sans contact, du paiement mobile ou encore des cryptomonnaies. Avec l'utilisation croissante de ces nouveaux usages d'une monnaie dite « virtuelle », notamment dans des pays comme la Suède et la Norvège, il est légitime de se demander si les jours de l'argent liquide ne sont pas comptés et quel sera le prix à payer d'une telle évolution pour nos sociétés. Les conséquences seront en effet multiples et source à la fois d'optimisme et d'inquiétude, comme le montrent les documents présents dans le dossier de cette année. En août 2017, dans un poème, Steve MCCARDELL nous permet d'entrevoir un monde tout en ambiguïté dans lequel plusieurs forces s'affrontent dans l'espoir de contrôler toute forme de monnaie virtuelle et, par là même, la population. Le poète libertaire nous met en garde contre un rêve qui pourrait rapidement tourner au cauchemar alors que les grandes entreprises omnipotentes qui dominent le marché du numérique ainsi que les états qui tentent de leur résister en s'emparant de ces nouveaux moyens de paiement virtuels s'efforcent d'assujettir la population. La fin de l'argent liquide soulève en effet des questions majeures en termes de droits fondamentaux, de respect de la vie privée et d'inclusion sociale. Le seul espoir pour le poète réside dans la résistance du peuple qui, pour préserver son indépendance et sa liberté, doit faire entendre sa voix et choisir sa voie. Ce sont justement ces différentes voies possibles qui sont explorées dans l'éditorial de *The Economist* publié deux ans plus tard, en août 2019, ainsi que dans la tribune écrite par le macroéconomiste Jay L. ZAGORSKY dans *The Conversation* en juin 2019. En 2019, alors que Facebook présente son projet de cryptomonnaie, Libra, les auteurs sont partagés entre l'espoir que pourrait représenter la dématérialisation de la monnaie d'un point de vue économique et social et les risques non négligeables encourus si nos sociétés ne se préparent pas assez à cette révolution présentée comme inéluctable. Paresh NATH, dans un dessin de presse publié en 2019, montre également que la prudence est de rigueur face à des projets de cryptomonnaies comme celui de Facebook qui, s'il en enthousiasme certains, pourrait s'avérer être à l'origine de nombreux maux. C'est donc l'incertitude qui prévaut dans l'ensemble des documents du dossier qui mettent en avant la nécessité de bien mesurer les nouveaux défis de ce modèle de société en devenir.

Analyse globale des résultats

Les candidats ont, dans l'ensemble, bien appréhendé le dossier dont les enjeux principaux ont été saisis et restitués dans une langue globalement correcte. La nature des documents et leurs spécificités ont généralement été assez bien identifiées. Une très grande partie des candidats maîtrise bien les exigences méthodologiques de la synthèse : les candidats s'efforcent de croiser les documents dans un développement aux parties distinctes et facilement identifiables.

En revanche, si les candidats se sont efforcés d'intégrer l'ensemble des documents dans leur développement, le document iconographique, composé de deux parties cette année, a été trop souvent partiellement traité. De la même manière, le poème n'a que très rarement été pleinement exploité. Les candidats ont encore des difficultés à prendre assez de recul pour dépasser un premier niveau de lecture et rendre davantage compte des nuances présentes dans le dossier.

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 formuler une problématique pertinente qui englobe toutes les sources et oriente la construction de son propos. Une importance particulière est accordée à la cohérence entre la problématique et la réponse apportée dans le développement. Une simple thématique ne saurait constituer une problématique, même si elle est précédée de l'expression "*To what extent*". De même, une annonce de plan déguisée prenant la forme de deux ou trois questions posées les unes à la suite des autres ne peut constituer une problématique à part entière.

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. En revanche, le candidat ne doit jamais exprimer sa propre opinion, y compris en conclusion : les ajouts d'éléments extérieurs, commentaires ou prises de positions personnelles sont sanctionnés.

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 et dynamique en parties distinctes et progressives.

Répertoire linguistique

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à mobiliser les champs lexicaux adéquats, mais aussi sa capacité à s'exprimer dans une langue claire. 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. « Répertoire 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 et la fluidité du discours.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La présentation et le soin de la copie

Les candidats doivent s'efforcer de rendre une copie lisible et propre. Certaines copies sont très difficiles à lire d'une part à cause de la graphie et d'autre part à cause de nombreuses ratures et ajouts après coup, ce qui constitue un obstacle majeur à la correction pour l'ensemble des critères d'évaluation. Les candidats doivent absolument s'entraîner tout au long de l'année à rédiger en temps limité afin de pouvoir respecter le cadre imposé par l'exercice de la synthèse, notamment le respect et le comptage du nombre de mots qui doit être efficace pour ne pas avoir à rayer des paragraphes entiers après coup.

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. Les meilleurs titres prennent la forme d'un syntagme ou d'une phrase simple, contenant les mots clés du dossier et en résumant l'idée générale. Par exemple : *Going cashless: an unwanted but unavoidable transition*. Formuler une question pour le titre peut convenir mais ne peut se substituer à la formulation d'une problématique au sein de l'introduction. De plus, il est mal venu d'utiliser la même question pour le titre et la problématique au sein de l'introduction. Cette année nous avons constaté très peu d'oublis pour le titre.

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 et peut même s'avérer laborieuse et très longue. En d'autres termes, il faut vraiment se limiter aux idées développées dans les documents, même pour l'accroche. Certains candidats choisissent d'ailleurs de commencer leur devoir en citant brièvement l'un des documents pour entrer rapidement dans le vif du sujet. Cette année, certains candidats ont notamment cité la première phrase de l'éditorial de *The Economist — For the past 3,000 years, when people thought of money they thought of cash* — pour commencer leur devoir en montrant d'emblée qu'une transition majeure s'annonçait.

La problématique : les candidats doivent accorder une attention particulière à la formulation de la problématique afin que celle-ci soit en cohérence avec l'ensemble des documents du dossier. Quelques candidats ont mal ciblé leur problématique : certains, peu nombreux, se sont uniquement concentrés sur la cryptomonnaie de Facebook, Libra, ce qui était réducteur ; d'autres ont proposé des problématiques trop générales portant sur la numérisation de la société au sens large. La problématique doit permettre de rendre compte des nuances présentes dans chacun des documents. Si les problématiques binaires permettant de peser le pour et le contre d'une société sans argent liquide couvraient l'ensemble du dossier, elles ne permettraient pas toujours de rendre compte de la complexité des enjeux et de confronter les notions clés pour les dépasser.

Exemples de problématiques pertinentes prenant en compte la complexité du dossier :

*To what extent can virtual money improve and reshape our economic and social systems?
Should we fear a too rapid transition to a cashless society?*

Le jury s'étonne toujours que quelques introductions ne débouchent sur aucune problématique, les candidats se contentant de présenter les documents les uns à la suite des autres avant de passer au développement. Or, il est essentiel de définir un axe directeur pour orienter sa réflexion. Certaines introductions résumant chacun des documents les uns après les autres sont beaucoup trop longues, ce qui constitue un écueil majeur. La problématique 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.

La présentation des sources : comme la synthèse s'adresse à une personne qui ne connaît pas les documents, il convient de bannir les références contextuelles (comme par exemple *document 1, the first document, the last document*) dès l'introduction ainsi que dans l'ensemble du devoir. Cela est source de confusion et ne permet pas de faire ressortir la spécificité des points de vue exprimés. Peu de candidats ont été pénalisés sur ce point cette année car cette consigne est à présent bien intégrée. Il convient également de présenter les documents en prenant bien en compte leur date de publication, ce qui n'a pas été fait de façon assez systématique cette année, leur nature, la ou les aires géographiques concernées ainsi que les points de vue en présence. L'analyse de ces éléments, qui constituent une aide précieuse à la conceptualisation, doit permettre aux candidats de rendre compte des enjeux du dossier avec concision. Le jury regrette que les candidats n'aient que rarement pris en compte le statut de Jay ZAGORSKY, qui est macroéconomiste, et qui s'appuie également sur l'analyse d'un autre économiste de renom, Friedrich HAYEK. Trois des

documents dataient de 2019 alors que le poème avait lui été publié deux ans plus tôt. Prendre ces informations en compte dès le départ était pertinent et nécessaire pour bien comprendre l'évolution d'un phénomène qui, s'il n'était qu'envisagé comme une possibilité dans le poème de 2017, était devenu plus que concret en 2019.

Nous rappelons qu'il convient également de respecter les conventions typographiques en soulignant le nom des journaux et des œuvres dont les noms doivent être soigneusement recopiés. L'orthographe de *The Conversation* a parfois été erronée à cause d'un manque évident de vigilance.

L'annonce de plan : le jury n'attend pas qu'un plan soit annoncé en introduction. En effet, la synthèse est un document court dont les différentes parties doivent s'articuler naturellement à l'aide de transitions claires. Ainsi, terminer l'introduction avec un plan la rallonge inutilement et peut être source de redites.

Le développement de la synthèse

La structure de la synthèse : la méthode de la synthèse est de mieux en mieux assimilée et les meilleures copies se distinguent généralement par le fait que le candidat répond précisément et avec cohérence à la problématique énoncée, sait mettre en évidence le fil conducteur et veille à l'équilibre des parties de la synthèse. Techniquement, cela consiste à faire débiter chaque paragraphe par une idée maîtresse synthétique qui annonce un aspect remarquable du dossier (*topic sentence*) et qui est ensuite illustrée par des arguments reformulés provenant des différentes sources. De plus, une attention particulière doit être accordée à la hiérarchisation des idées afin que l'anecdotique ne prenne jamais le pas sur l'essentiel. Au sein de chaque paragraphe, les liens doivent être logiques pour que l'on puisse suivre le raisonnement.

Un exemple de plan souvent proposé par les candidats qui permettait de couvrir les enjeux du dossier :

- I. *The causes for an unstoppable global phenomenon.*
- II. *The opportunities offered by a cashless world.*
- III. *A bleak future that can only be avoided through preparation.*

Le croisement des documents : la confrontation des points de vue proposés dans les différents documents est un élément essentiel de la synthèse. Les documents doivent être croisés de façon équilibrée dans chacun des paragraphes et **aucun document ne doit être négligé** pour que la synthèse soit aboutie. Le dessin de presse de Paresh NATH a été beaucoup trop survolé, en particulier la partie gauche dans laquelle la cryptomonnaie de Facebook est présentée comme étant l'avenir, y compris pour un homme sans domicile fixe. Ce fut également le cas du poème de Steve MCCARDELL : le poème a trop souvent été mentionné très rapidement à la fin d'un seul paragraphe, sans restitution précise de l'idée permettant le croisement avec les autres documents et sans prendre en compte les nuances. Les candidats se sont par exemple contentés de dire que les quatre documents mentionnaient le problème du non-respect de la vie privée ou de l'exclusion sociale sans aller plus loin. Ceci produit une synthèse purement formelle et peu aboutie. Enfin, les nombreux candidats qui ont proposé une troisième partie se concentrant sur la façon d'éviter les maux d'une société sans argent liquide, partie aussi présentée comme les solutions possibles aux problèmes à venir, n'ont pas réussi à croiser assez de documents dans cette partie. Ils ont simplement repris tous les points abordés dans la dernière partie de l'éditorial de *The Economist* sans confrontation ni mise en relation avec les autres documents. Pour que la synthèse soit convaincante, les idées doivent être hiérarchisées dans chacun des paragraphes en fonction de l'argument avancé. Confronter plusieurs documents dans une seule et même phrase autour d'une idée centrale relève, par exemple, d'une approche synthétique.

La référence aux documents doit se faire avec précision, en distinguant bien l'auteur de la source. Il faut également intégrer habilement la référence aux documents et ne pas se contenter d'une mention de

ces derniers en fin de phrase, entre parenthèses. Cela interrompt la lecture, donne un côté extrêmement artificiel à la synthèse, et ne permet pas de rendre compte des nuances de points de vue.

Restitution et explicitation des nuances

Les candidats ont dans l'ensemble compris les enjeux du dossier même si certains ne sont pas assez attardés sur le dessin de presse qui était assez complexe et composé de deux parties bien distinctes qu'il fallait à la fois décrire et bien analyser pour que l'on considère que le document soit exploité correctement. Le contraste entre les deux parties du dessin devait être pleinement exploité en lien avec les oppositions et les paradoxes présentés dans les autres documents du dossier. Les candidats ont tous bien perçu l'opposition entre l'enthousiasme de certains face à l'arrivée des moyens de paiement virtuels et le scepticisme d'autres, plus prudents, voire très hostiles et prêts à résister. Ils ont en revanche eu plus de difficultés à dépasser cette opposition, à confronter les idées pour déboucher vers une réflexion plus fine prenant en compte notamment l'aspect politique du dossier, le ton libertaire du poème, ou encore le glissement de la fiction qui permet une mise en garde vers une réalité qui a de quoi inquiéter. Les meilleurs devoirs ont réussi à dépasser une dichotomie bien trop restrictive et ont perçu qu'un même auteur pouvait avoir une opinion et une analyse nuancée et non tranchée, ce qui permettait de bien restituer certains des concepts les plus fins.

La conclusion

Elle n'est pas requise. 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. Nous attirons particulièrement l'attention sur l'utilisation des modaux en conclusion qui est maladroite et peut laisser penser que le candidat prend position.

Qualité de la langue

Cette année, le niveau de langue était faible dans un nombre non négligeable de copies même si une grande partie des candidats s'exprime dans un anglais intelligible. Certaines copies présentent 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

En introduction, les erreurs de temps sont fréquentes : utilisation du présent simple au lieu du *present perfect* pour un bilan notamment et usage abusif de l'aspect « be+ing » dans l'utilisation de la méta-langue. Les candidats doivent également veiller à utiliser les prépositions adéquates : *an editorial from The Economist published in August 2019 ; a poem written by Steve MCCARDELL*. De nombreuses copies démontrent toujours 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, qu'il soit direct ou indirect, 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.

Nous avons rencontré encore beaucoup de fautes de grammaire de base, comme par exemple les règles d'usage des adjectifs qui sont invariables en anglais et se placent devant le nom, l'emploi des indéterminables (*information, money*), la construction du génitif, la maîtrise des verbes irréguliers, y compris dans les bonnes copies, ou encore l'utilisation des modaux qui sont suivis d'une base verbale.

Enfin, nous recommandons aux candidats d'accorder une attention toute particulière à la ponctuation. L'absence de majuscules, de points, ainsi que l'utilisation abusive des virgules gênent grandement la lecture du devoir qui en devient parfois incompréhensible.

Répertoire 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. Ceci a parfois eu pour effet de rendre le propos inintelligible au point qu'il était difficile de reconnaître les arguments reformulés. À l'inverse, les citations abusives sont pénalisées car elles sont une forme d'évitement. On ne saurait trop encourager les candidats à prendre le temps de bien reformuler les idées clés relevées dans leur travail d'analyse des documents, ce qui leur permettra, par la suite, d'affiner leur réflexion et d'appréhender les nuances et subtilités des documents.

Il est également attendu des candidats qu'ils maîtrisent certains termes spécifiques à la synthèse : un dessin (*a drawing*), un dessin de presse (*a cartoon*), un poème (*a poem*). L'utilisation du modal *should* est souvent mal venue dans une synthèse où le candidat doit s'assurer qu'il ne prend pas personnellement position. Enfin, 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 a posé peu de problèmes de compréhension. Toutefois, une lecture trop rapide a parfois conduit les candidats à rédiger une synthèse trop simpliste qui ne rendait pas compte de toutes les subtilités. Nous recommandons donc aux candidats d'utiliser les quatre heures dont ils disposent pour analyser en détail le paratexte (titre, source, date, auteur) car il est porteur d'informations précieuses pour bien comprendre tous les enjeux du dossier. Cette analyse est nécessaire afin d'élaborer une synthèse qui rende compte des rapprochements et oppositions perceptibles entre les différents points de vue exprimés.

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

Chinois

Présentation du sujet

Le dossier proposé aux candidats est constitué de :

- une photo tirée d’Internet «新华网» www.news.cn, le 17 juin 2021 ;
- un article adapté et paru sur Internet : «中国新闻社» <https://news.sina.com.cn>, le 21 juin 2021, dans le texte «中国航天员在太空生活» Les astronautes chinois vivent dans l’espace cosmique ;
- un article adapté et paru sur Internet : «澎湃新闻·澎湃号» https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward, le 16 janvier 2022, dans le texte «太空行走» Marcher sur l’espace cosmique ;
- trois photos tirées d’Internet : «澎湃新闻·澎湃号», https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward, le 16 janvier 2022.

Les candidats doivent rédiger en chinois et en 500 caractères environ une synthèse des documents en utilisant des 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, 33 candidats se sont présentés à cette épreuve (25 candidats en 2021). Le sujet était bien adapté à leur niveau, puisque nous avons eu le plaisir de corriger d’excellentes copies montrant une bonne maîtrise de la langue. Comme les années précédentes, les candidats de cette année avaient un bon niveau de chinois, étant capable de montrer la richesse de leur vocabulaire et de leur structure grammaticale dans la synthèse.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Comme pour les autres langues, le jury utilise cinq critères précis pour évaluer le travail des candidats. Les meilleurs doivent arriver aux niveaux de compétences décrits ci-dessous :

- problématisation (titre, problématique et sources) : problématique en cohérence avec l’ensemble du document ; sources exploitées en rapport avec la problématique ;
- restitution des informations : informations complètes et hiérarchisées ;
- synthèse : regard critique porté sur le dossier. Argumentation solide et cohérente ;
- richesse linguistique : vaste répertoire, proche d’une langue authentique ;
- correction linguistique : de très rares erreurs peuvent apparaître, mais l’ensemble est proche d’une langue authentique.

Dans cette épreuve, les candidats ont pour la plupart bien respecté les consignes, mais comme les années précédentes, certains ne semblent pas savoir ce que l’on attend d’eux. Certains candidats donnent une thématique, mais non problématisée ou maladroitement exploitée. Ils construisent une structure incohérente ou utilisent mal les sources.

Certains candidats possèdent un vocabulaire assez limité, et ne savent pas bien utiliser les synonymes, ni la ponctuation chinoise, exemples :

- les faux amis, les nuances ou les différences entre l'utilisation des mots : “看道” au lieu de “看到” “做为” au lieu de “作为” “风富” au lieu de “丰富” “科机” au lieu de “科技” “综之” au lieu de “总之” “排照” au lieu de “拍照” “住意” au lieu de “注意” “皮劳” au lieu de “疲劳” “处了” au lieu de “除了” “受先” au lieu de “首先” “以外/意外” “经过/讲过” “盼望/眺望” “付出/复出”, “资料/档案” ;
- la nécessité d’une virgule devant les mots “同时”、“但是”、“所以”、“因为” etc..

Le jury relève également des autres problèmes, exemples :

- l’oubli de laisser deux espaces (deux caractères) au début de chaque paragraphe ;
- les répétitions dans le même paragraphe ;
- les différences entre l'utilisation des mots “的 / 得 / 地” : “了解的不是特别多” au lieu de “了解得不是特别多”, “变的很危险” au lieu de “变得很危险”, “吃地好” au lieu de “吃得好” “赶快的吃” au lieu de “赶快地吃” ;
- la différence d’utilisation entre “一张文章” au lieu de “一篇文章” ;
- l’ordre des mots dans une phrase “他们也只有八分钟的通话时间跟他们的家庭” au lieu de “他们跟他们的家人也只有八分钟的通话时间”.

Ainsi, les candidats doivent faire attention à maîtriser ces cinq compétences. Par exemple, éviter les répétitions, utiliser un bon vocabulaire approprié et éviter les faux amis. Ils doivent aussi veiller particulièrement aux spécificités et aux différences d’expression chinoise. Sans l’usage de tout système électronique ou informatique, il leur faut soigner de près les tournures syntaxiques chinoises.

Conclusion

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

Italien

Présentation du sujet

Le dossier était composé de quatre documents :

- une image tirée de *Patria Indipendente*, périodique de l'ANPI ;
- un extrait du texte de l'intervention de Giorgio AGAMBEN au Sénat, prononcée le 7 octobre 2021 et publiée dans *Quodlibet* ;
- un article publié dans le journal *Il fatto quotidiano*, du 15 octobre 2021 ;
- un article publié dans le journal *Secolo d'Italia*, du 9 janvier 2022.

Le dossier donnait une aperçue des différentes positions qui se sont affrontées en Italie entre fin 2021 et début 2022 à propos de la légitimité de l'obligation vaccinale et de l'instauration du *green pass*. Les candidats étaient invités à réfléchir sur les spécificités de ce débat en relation avec l'histoire politique et culturelle italienne. En effet, les documents soulignent comment la controverse à propos de la gestion de la crise sanitaire liée à l'épidémie de COVID-19 ait été, à tort ou à raison, influencée en Italie par la mémoire l'expérience du passé, du fascisme et de la Résistance. L'opposition entre les intellectuels qui ont pris part au débat se jouait donc non seulement autour de l'appréciation des mesures du gouvernement, mais plus généralement sur ce qu'il faut entendre par démocratie et sur les limites de la liberté dans les sociétés contemporaines.

Le jury a évalué la précision dans la compréhension et la contextualisation des documents, le niveau d'expression écrite et la capacité à rédiger une synthèse qui doit couvrir l'ensemble du dossier, mettre en relation les documents (y compris l'image) et en dégager une problématique pertinente.

Analyse globale des résultats

Dans la majorité des cas, les candidats ont bien saisi les éléments essentiels du dossier et ont fait preuve d'un bon niveau de maîtrise de la méthodologie de la synthèse et de la langue. Cependant, le jury constate que dans certains cas la problématique, bien que clairement énoncée, restait formelle, ne couvrant pas tous les documents ou n'étant pas clairement en lien avec les questions de fonds soulevées par le dossier.

Parfois, les informations étaient mal hiérarchisées et certains éléments cruciaux du dossier n'ont pas été exploités. Le jury a dû constater que certaines nuances, pourtant essentielles, n'ont pas toujours été perçues, ce qui a entraîné non seulement des imprécisions, mais aussi un développement inégal des idées.

La maîtrise de la langue et l'étendue du lexique sont parfois proches d'un italien authentique. Les très bonnes copies ont fait preuve à la fois d'un excellent niveau d'expression écrite, d'une compréhension fine du sujet et d'une remarquable capacité de problématisation, ce qui a permis de développer un discours fluide, clair et bien structuré, couvrant tout le dossier et mettant en valeur les liens et les contradictions entre les différents points de vue exprimés dans les articles.

De rares copies ont été pénalisées non seulement à cause d'un problème de maîtrise de la langue, mais aussi par un manque de clarté dans la restitution des idées et une mauvaise hiérarchisation des informations et de structuration des arguments.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La maîtrise de la méthodologie est un prérequis indispensable pour la rédaction d'une bonne synthèse. Cependant, il faut rappeler que le respect des règles formelles n'est pas une fin en soi, mais doit être mis au service d'une exposition plus claire du sujet et d'une meilleure organisation de l'argumentation, ce qui en aucun cas ne peut remplacer une réflexion suivie sur le contenu du dossier.

Cette année le jury constate une amélioration dans la formulation la problématique, qui ne doit pas se résoudre dans la simple énonciation du sujet ou de la thématique abordée. Le jury insiste sur le fait que la problématique doit non seulement être clairement formulée — d'ailleurs non nécessairement sous la forme d'une question directe — et couvrir tous les documents, mais a pour but aussi de faire ressortir les enjeux fondamentaux du dossier, en montrant les liens entre les éléments ; surtout, une fois énoncée, la problématique doit innover tout le développement et l'enchaînement des arguments.

Il faut rappeler également que le titre — obligatoire — ne peut pas se limiter à un mot (par exemple : « Il Green-pass »), mais doit informer sur le contenu de la synthèse et être cohérent avec la problématique.

Certains candidats, tout en ayant formulé une problématique cohérente avec l'ensemble du dossier, se sont par la suite concentré sur un seul axe, un seul sujet ou un seul document qu'ils ont sélectionné comme étant central. S'il est vrai que les idées et les informations doivent être hiérarchisées, ce serait une erreur de penser que tout le dossier tourne autour d'un seul document. Le candidat ne devrait jamais perdre de vue le lien entre *tous* les documents, dont chacun a son importance en résonance avec tous les autres.

La conclusion doit être cohérente avec l'exposé précédent. Trop souvent encore, les candidats expriment des avis personnels qui ne s'appuient pas sur les éléments du dossier ou ne sont pas entièrement et clairement justifiés par ce qui ressort de leur synthèse. Ce ne sont pas des convictions subjectives qui doivent être défendues en conclusion, mais les grandes lignes de ce qui a été présenté tout au long de la synthèse, ou les conséquences logiques et nécessaires du développement de la problématique.

La maîtrise de la langue rend certes cette tâche plus facile à accomplir et la correction syntaxique, le respect des règles de grammaire, ainsi que l'étendue du lexique et la précision dans le choix des mots, restent des éléments essentiels de l'évaluation. Néanmoins, le jury a valorisé les copies dans lesquelles, malgré quelques imprécisions linguistiques, on pouvait suivre le développement d'un discours cohérent et bien appuyé sur tous les documents.

Dans la majorité des copies, la correction grammaticale était satisfaisante. Néanmoins, nous invitons les candidats à faire attention à l'orthographe ainsi qu'à la syntaxe. On remarque que même les très bonnes copies ne sont pas à l'abri d'erreurs telles qu'un usage incorrect des modes verbaux (le « che » ne doit pas systématiquement être suivi d'un subjonctif) ou de gallicismes (on ne met pas la préposition « di » dans des expressions telles que « è difficile sostenere », « è strano osservare », etc.). D'autres candidats peuvent commettre des erreurs d'orthographe qu'on n'attendrait pas compte tenu de la maîtrise de la syntaxe et de l'étendue du lexique dont ils font preuve par ailleurs : nous invitons tous les candidats à toujours veiller à bien placer les apostrophes (un/un') et à ne pas oublier les articles contractés (di+la = della).

Pour se préparer à cette épreuve, le jury rappelle l'importance non seulement de l'étude de la grammaire, mais aussi de la lecture régulière de la presse et de livres, sur des sujets de culture générale et d'actualité. Les élèves pourront aussi tirer profit de la rédaction de fiches de lectures, pour s'entraîner à repérer les éléments principaux d'un texte et à hiérarchiser les informations. Enfin, la comparaison entre différents textes portant sur un même sujet peut s'avérer un exercice très utile pour apprendre à identifier avec plus de précision les points de vue et à mettre en résonance les documents entre eux, ce qui constitue la clé pour entrer dans la logique de la synthèse d'un dossier.

Conclusion

Le jury félicite les candidats et les enseignants du niveau général qui est tout à fait satisfaisant, non seulement en ce qui concerne les compétences linguistiques, mais aussi en matière de culture italienne et connaissance des sujets principaux de l'actualité.

Russe

Présentation du sujet

Les documents proposent des articles de journaux russes ou de journaux en ligne sur les problèmes des inégalités hommes femmes en Russie et les nouvelles lois russes qui visent à y remédier. Six documents sont proposés :

- un extrait d'article paru le premier janvier 2021 sur *Rossijskaya Gazeta* qui présente et commente la nouvelle liste des professions interdites aux femmes ;
- un extrait d'article paru le 3 mars 2020 sur *Ria Novosti* qui constate que le salaire moyen des femmes en Russie représente 72 % de celui des hommes ;
- un extrait d'article du 28 avril 2021 de l'Agence TASS sur le projet de nouvelle loi sur les violences domestiques ;
- un extrait d'article avec photo paru le 6 novembre 2020 sur *WomenPlatform* qui commente le rapport des hommes au féminisme sous un angle historique ;
- un extrait d'article avec photos paru le 8 mars 2019 sur *Znak.ru* sur les manifestations et revendications féministes en Russie ;
- un document iconographique statistique paru le 5 avril 2021 sur la démographie et la répartition de la population homme / femme en Russie.

Analyse globale des résultats

Reconnaissons le bon niveau d'ensemble des candidats, même si parfois, certaines copies ont montré une grande négligence dans la correction grammaticale ou l'orthographe.

Ce sujet ne présente pas de grandes difficultés de compréhension et la thématique a certainement été plus ou moins étudiée par les candidats, car il s'agit d'un sujet de société actuelle au programme, sinon en classe préparatoire, du moins dans les classes de lycée. Cette connaissance à priori du thème a fait oublier à certains candidats la technique de la synthèse. Il ne s'agissait pas de faire un exposé général sur le féminisme en citant des exemples ou en avançant des idées personnelles ou encore en comparant des données absentes des documents proposés. Il s'agissait de voir ici, quelles étaient les dernières lois prévues et mesures prises et comment elles peuvent contribuer à diminuer les inégalités hommes femmes en Russie.

Tous les plans ont été admis dès l'instant qu'une problématique était posée. Il fallait donc parler des problèmes liés au travail (l'égalité salariale, l'accès à certaines professions), ceux liés aux violences domestiques (préciser que la Russie avait, il y a quelques années, dépénalisé les violences conjugales et que le projet de nouvelle loi réintroduisait une responsabilité pénale), et enfin le regard des hommes russes sur le féminisme. Il y avait donc, dans les différents documents, les faits (statistiques), les moyens (manifestations...) et les résultats obtenus (lois...), certains problèmes n'étant pas résolus (comme l'inégalité salariale).

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La problématique n'a pas toujours été bien conduite : certains candidats ont eu parfois tendance à résumer plus ou moins en détail les articles donnés, voire à ajouter des arguments personnels, qui, même s'ils sont

de « bon sens », n'ont rien à faire dans ce type d'exercice. Rappelons une fois encore que la grille de notation pénalise lourdement une telle démarche : il n'y a pas de place dans une synthèse pour une opinion sur le sujet donné. La synthèse doit faire ressortir les problèmes soulevés dans les articles, en mettant en avant les points essentiels.

Rappelons que l'épreuve est technique et contraignante (avec un nombre de mots limités, qu'il faut utiliser au mieux), et qu'il convient de s'y préparer sérieusement. Étant donné que le sujet de cette année se prêtait facilement à un exposé préalablement préparé, c'était sans doute là sa principale difficulté. La base de la synthèse est la lecture, la compréhension des documents et leur problématisation, et non un exposé thématique général sur un sujet de société.

Même si la majorité des candidats était plus ou moins russophone, il ne doit être oublié que la qualité de la langue et de l'expression est également prise en compte. Une langue riche et variée est plus appréciée que des recopies systématiques de termes présents dans les articles. Le respect d'une grammaire et d'une ponctuation correctes ainsi que d'une orthographe et écriture soignée est le minimum que l'on puisse exiger à ce niveau d'études. Cela vaut autant pour les russophones (faut-il rappeler que le russe ne s'écrit pas comme on le prononce et qu'il convient de décliner et conjuguer correctement) que pour les francophones, qui doivent faire la preuve d'une maîtrise des tournures grammaticales et syntaxiques de base.

Conclusion

Aussi, le jury conseille aux candidats de lire régulièrement la presse, afin d'avoir un minimum de connaissances sur la société russe contemporaine et ses problèmes socio-économiques actuels, relatifs aux spécificités russes (problème de gestion de son espace, problème des migrants, problèmes écologiques et économiques, problèmes culturels, mentalité russe, etc.). Ces lectures doivent permettre d'acquérir un minimum de vocabulaire essentiel, sans lequel il n'est pas concevable de s'exprimer. Des ouvrages complémentaires comme des vocabulaires thématiques pourront également s'avérer très utiles.

Concours Centrale-Supélec 2022

Épreuves d'admission

Filière PC

Table des matières

| | |
|-------------------------------|----|
| Table des matières | 1 |
| Résultats par épreuve | 2 |
| Mathématiques | 22 |
| Physique | 26 |
| Chimie | 32 |
| Travaux pratiques de chimie | 36 |
| Travaux pratiques de physique | 42 |
| Sciences (Arts et Métiers) | 47 |
| Allemand | 53 |
| Anglais | 56 |
| Chinois | 59 |
| Espagnol | 62 |

Résultats par épreuve

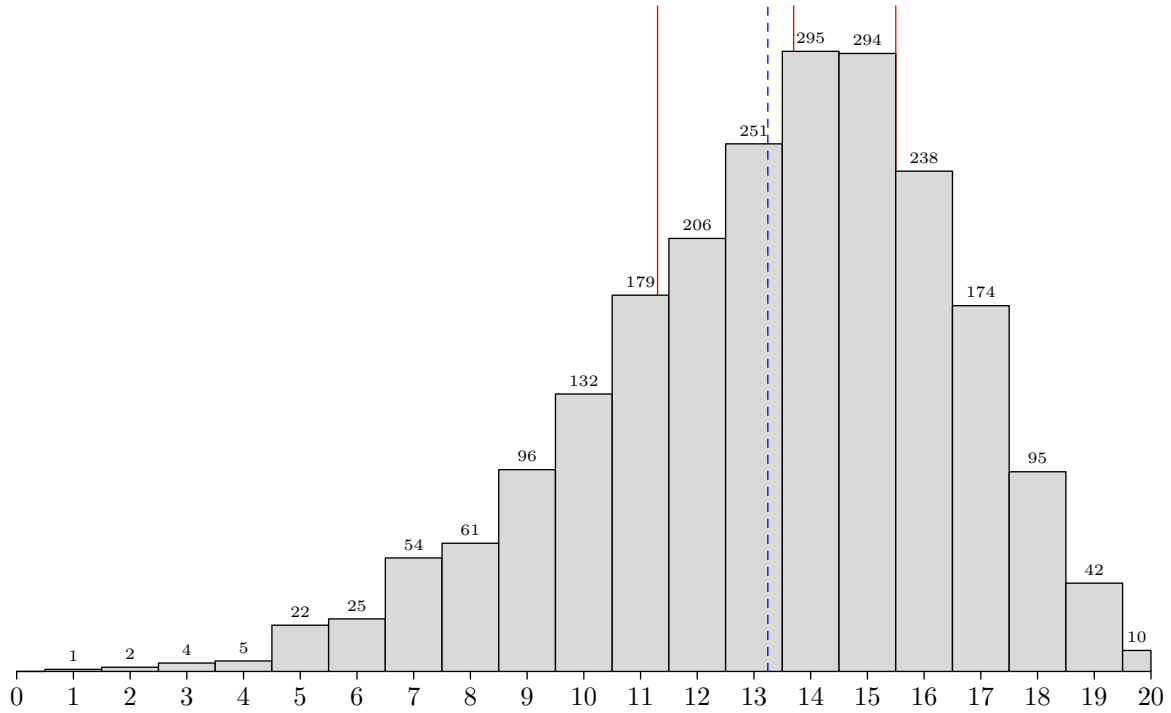
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

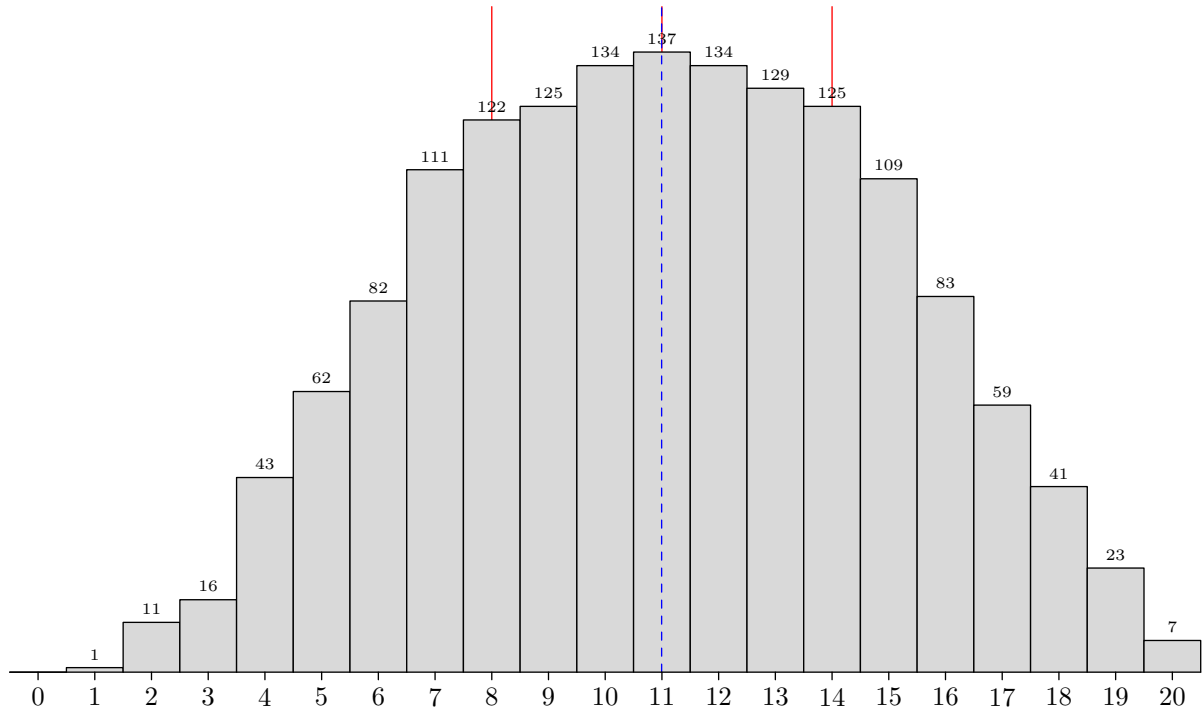
| Épreuve | Admissibles | Absents | Présents | M | ET | Q1 | Q2 | Q3 | EI |
|-----------------------|-------------|---------|----------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| TIPE | 2229 | 1,9% | 2186 | 13,24 | 3,13 | 11,30 | 13,70 | 15,50 | 4,20 |
| Mathématiques 1 | 1640 | 5,2% | 1554 | 10,99 | 3,90 | 8,00 | 11,00 | 14,00 | 6,00 |
| Mathématiques 2 | 1640 | 5,3% | 1553 | 11,02 | 3,69 | 8,00 | 11,00 | 14,00 | 6,00 |
| Physique 1 | 1640 | 5,3% | 1553 | 11,31 | 3,63 | 8,00 | 12,00 | 14,00 | 6,00 |
| Physique 2 | 1640 | 5,5% | 1550 | 11,13 | 3,80 | 8,00 | 11,00 | 14,00 | 6,00 |
| Chimie | 1640 | 5,3% | 1553 | 11,25 | 4,01 | 8,00 | 11,00 | 14,00 | 6,00 |
| TP physique ou chimie | 1653 | 5,5% | 1562 | 10,97 | 3,54 | 8,00 | 11,00 | 13,00 | 5,00 |
| TP Chimie | 935 | 5,7% | 882 | 10,92 | 3,28 | 9,00 | 11,00 | 13,00 | 4,00 |
| TP Physique | 718 | 5,3% | 680 | 11,03 | 3,86 | 8,00 | 11,00 | 14,00 | 6,00 |
| Langue obligatoire | 2214 | 15,9% | 1862 | 12,94 | 3,75 | 10,00 | 13,00 | 16,00 | 6,00 |
| Allemand | 73 | 11,0% | 65 | 15,95 | 2,83 | 15,00 | 16,00 | 17,00 | 2,00 |
| Anglais | 2075 | 16,3% | 1737 | 12,70 | 3,65 | 10,00 | 13,00 | 15,00 | 5,00 |
| Arabe | 15 | 0,0% | 15 | 18,53 | 1,93 | 17,50 | 20,00 | 20,00 | 2,50 |
| Chinois | 6 | 16,7% | 5 | 18,60 | 1,02 | 18,00 | 19,00 | 19,00 | 1,00 |
| Espagnol | 30 | 16,7% | 25 | 15,44 | 4,07 | 13,00 | 16,00 | 19,00 | 6,00 |
| Italien | 8 | 0,0% | 8 | 19,00 | 1,00 | 18,00 | 19,00 | 20,00 | 2,00 |
| Russe | 2 | 0,0% | 2 | 20,00 | 0,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 0,00 |
| Langue facultative | 528 | 4,4% | 505 | 12,85 | 3,67 | 11,00 | 13,00 | 15,00 | 4,00 |
| Allemand | 137 | 6,6% | 128 | 12,61 | 3,56 | 11,00 | 12,00 | 15,00 | 4,00 |
| Anglais | 101 | 3,0% | 98 | 12,99 | 3,35 | 11,00 | 13,00 | 15,00 | 4,00 |
| Arabe | 7 | 14,3% | 6 | 18,17 | 2,27 | 16,00 | 19,50 | 20,00 | 4,00 |
| Chinois | 15 | 0,0% | 15 | 15,80 | 2,76 | 13,50 | 16,00 | 18,00 | 4,50 |
| Danois | 1 | 0,0% | 1 | 18,00 | 0,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 0,00 |
| Espagnol | 224 | 3,1% | 217 | 11,77 | 3,35 | 9,00 | 12,00 | 14,00 | 5,00 |
| Italien | 29 | 10,3% | 26 | 16,69 | 2,20 | 15,25 | 17,00 | 18,00 | 2,75 |
| Japonais | 1 | 0,0% | 1 | 15,00 | 0,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 0,00 |
| Polonais | 1 | 0,0% | 1 | 18,00 | 0,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 0,00 |
| Portugais | 2 | 0,0% | 2 | 16,50 | 1,50 | 15,75 | 16,50 | 17,25 | 1,50 |
| Roumain | 1 | 0,0% | 1 | 18,00 | 0,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 0,00 |
| Russe | 8 | 0,0% | 8 | 18,38 | 1,93 | 16,75 | 19,50 | 20,00 | 3,25 |
| Tchèque | 1 | 0,0% | 1 | 20,00 | 0,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 0,00 |
| Sciences | 299 | 47,5% | 157 | 9,90 | 5,08 | 6,00 | 10,00 | 14,00 | 8,00 |

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.

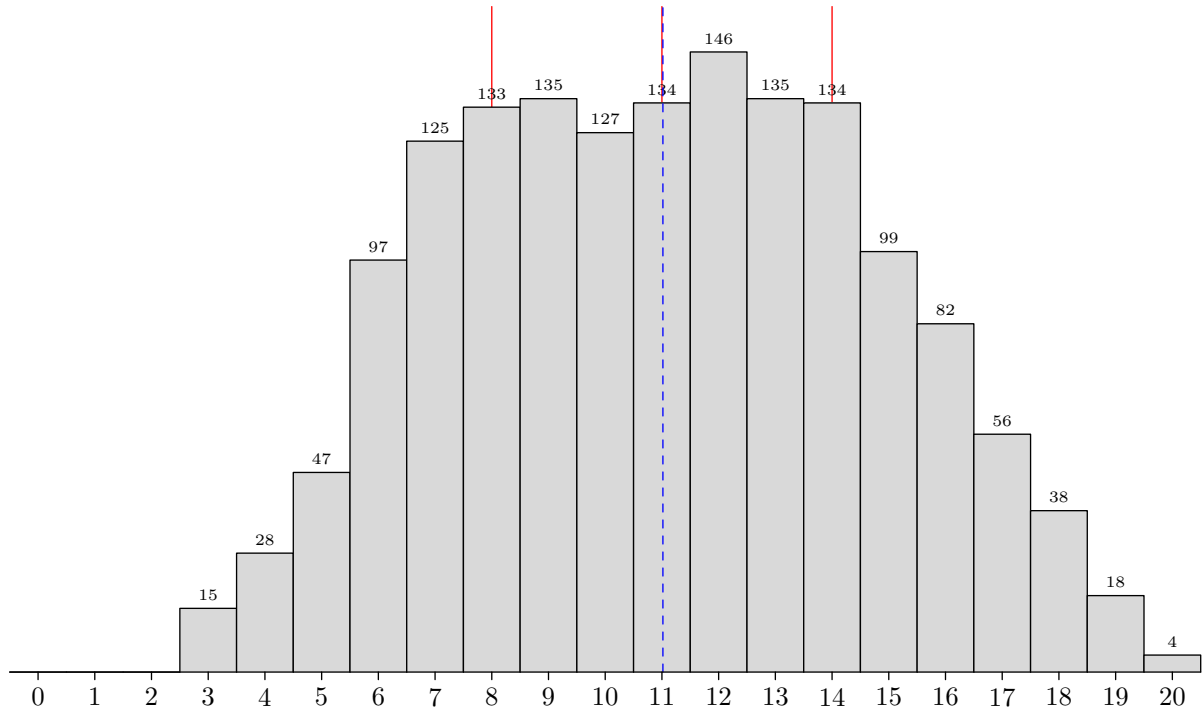
TIPE



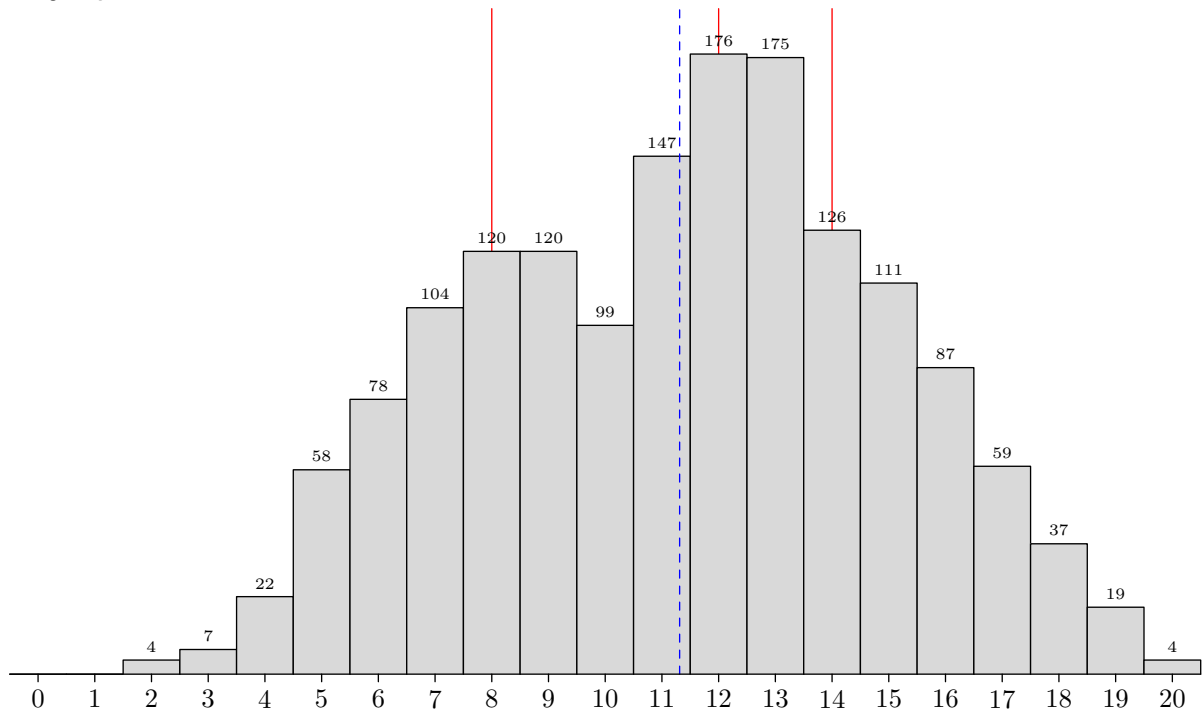
Mathématiques 1



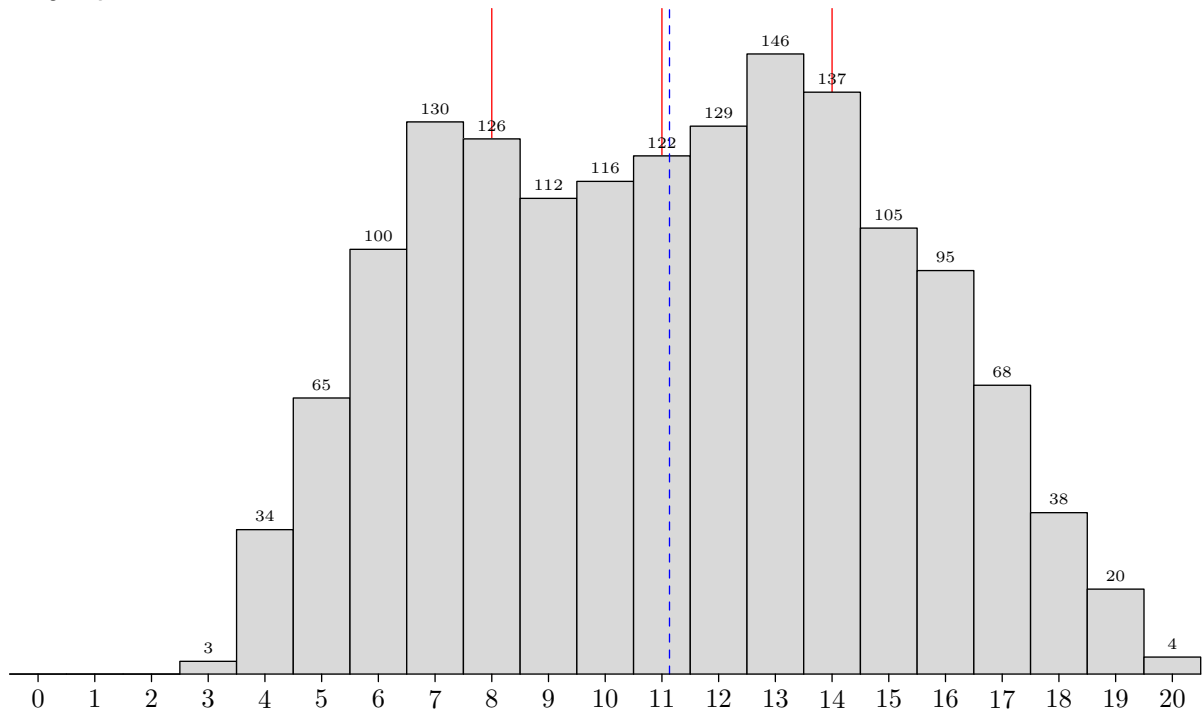
Mathématiques 2



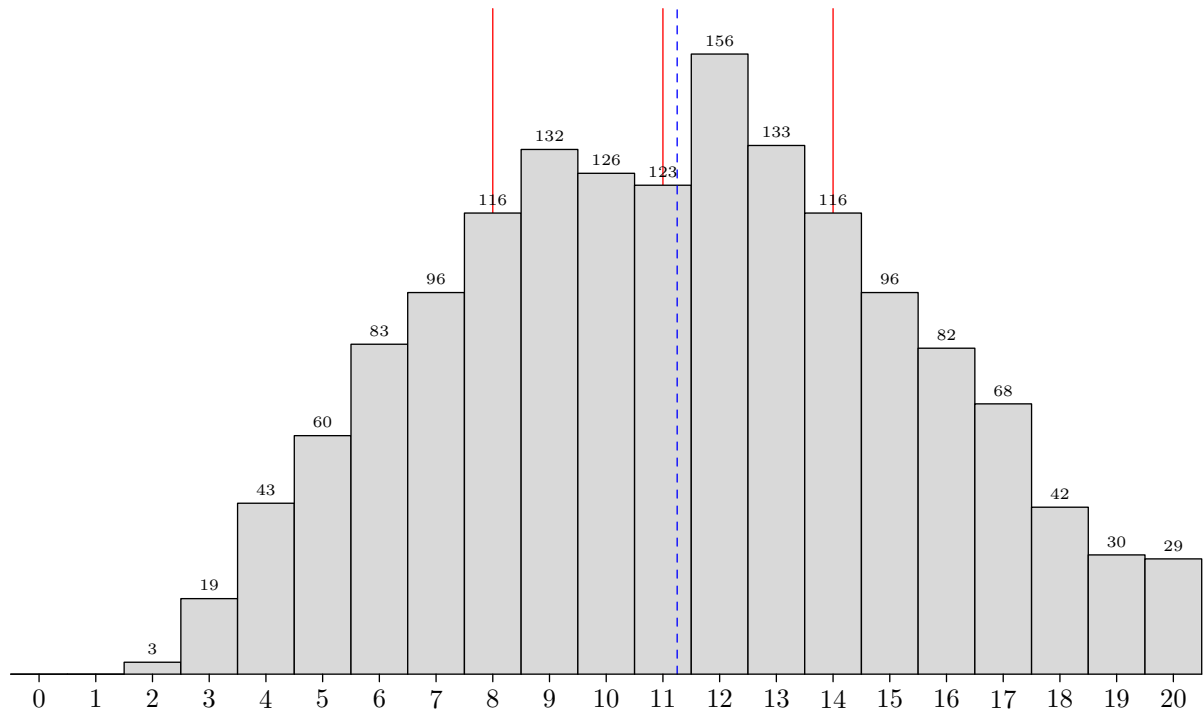
Physique 1



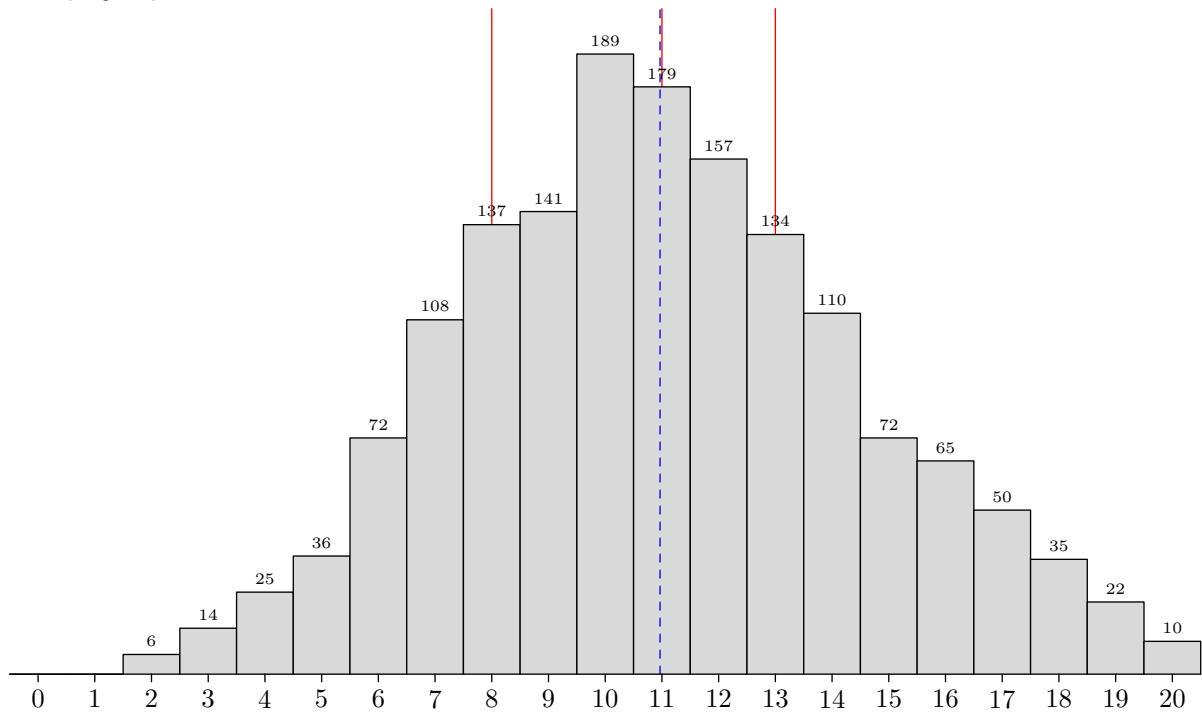
Physique 2



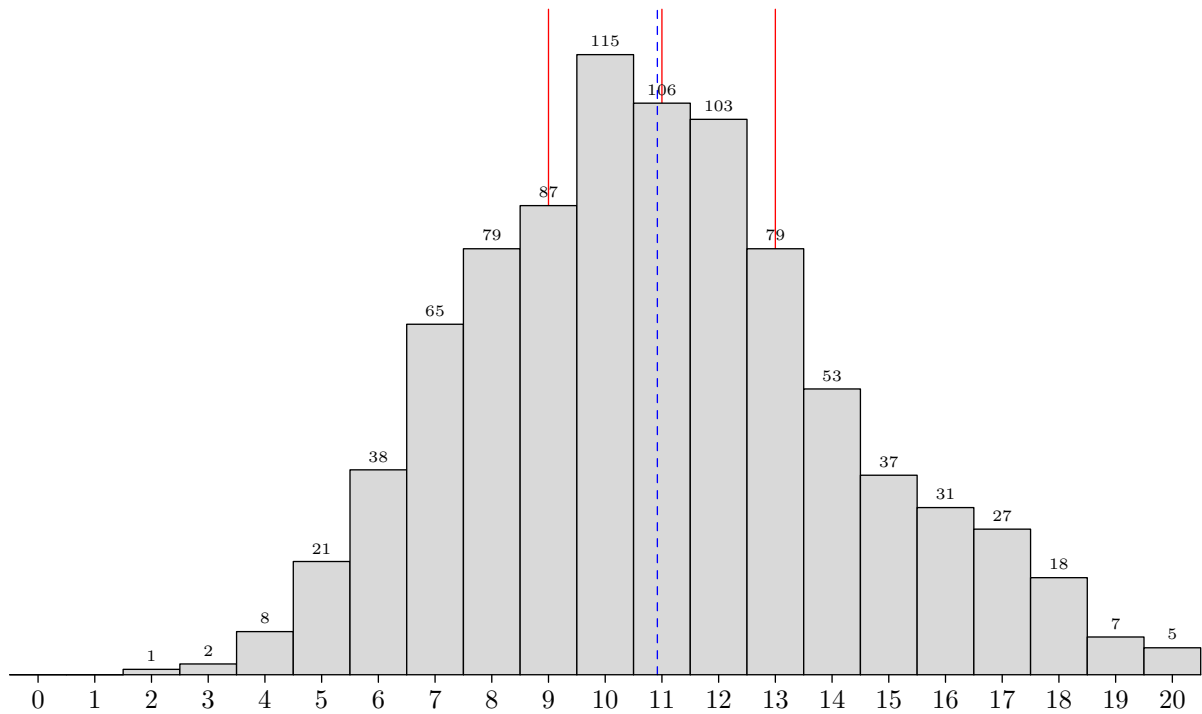
Chimie



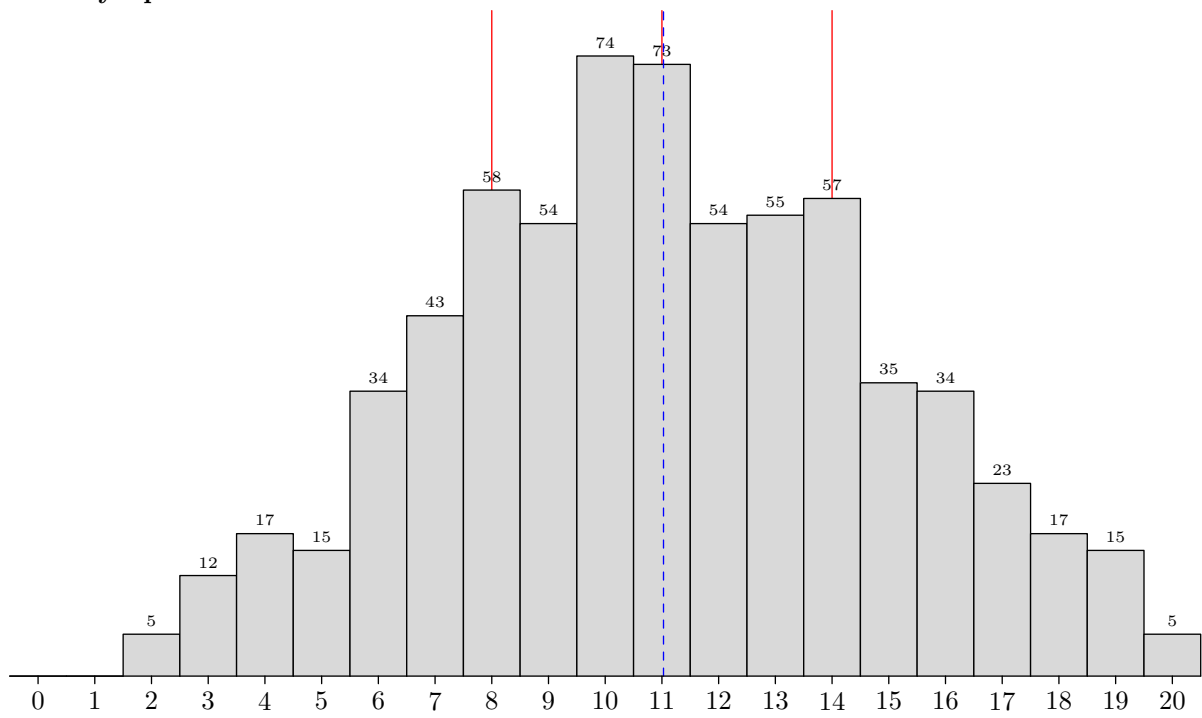
TP physique ou chimie



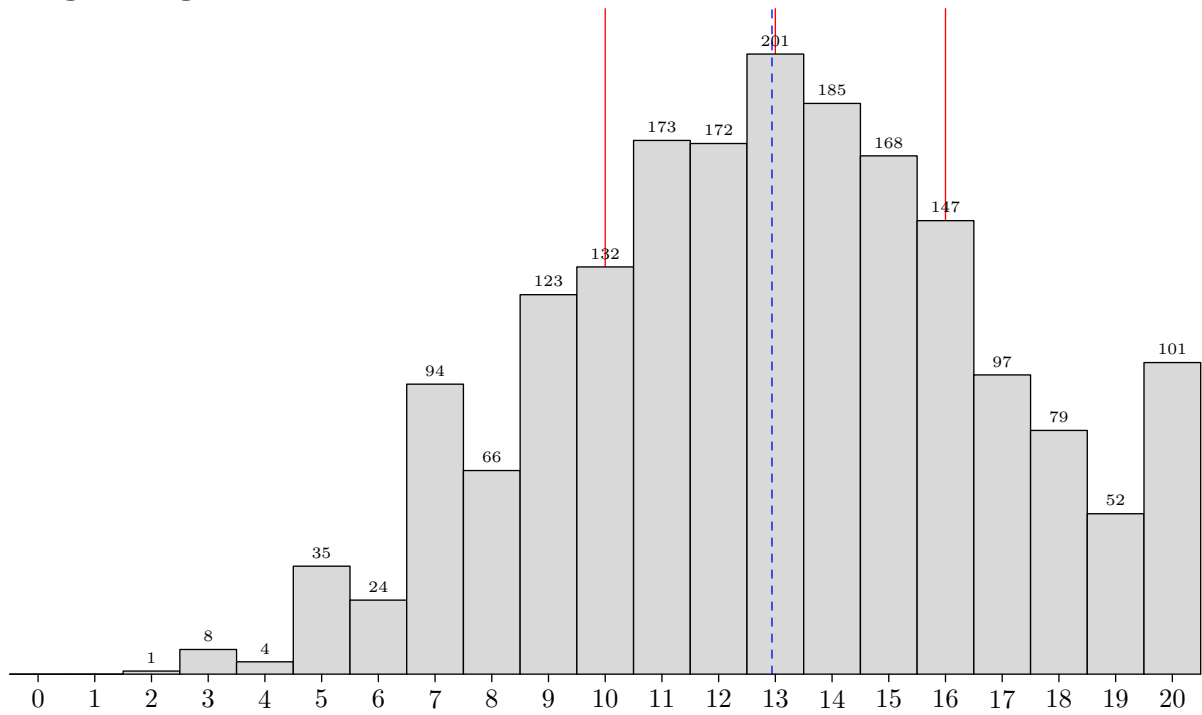
TP Chimie



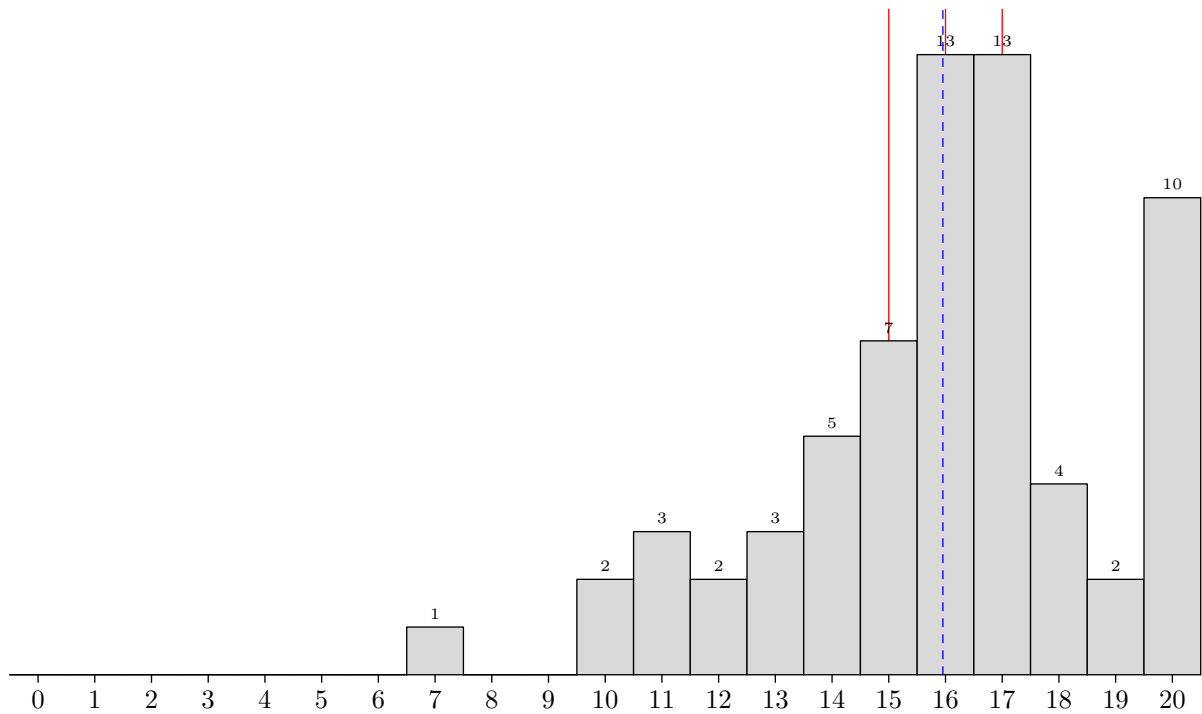
TP Physique



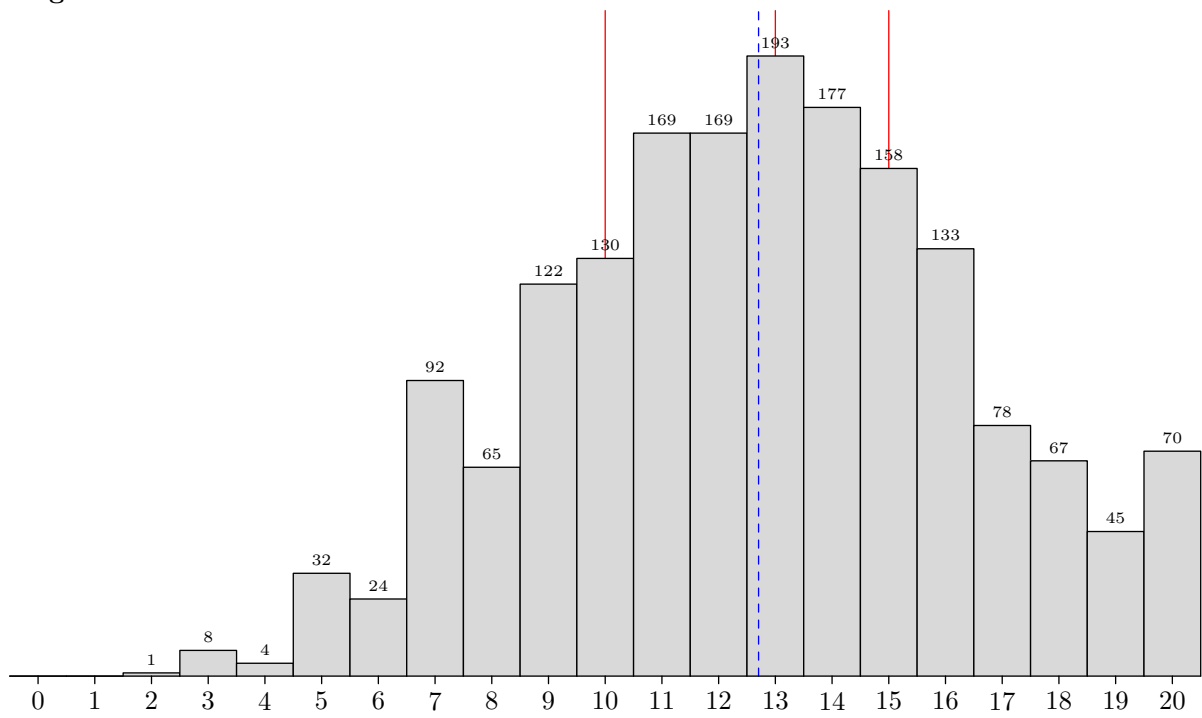
Langue obligatoire



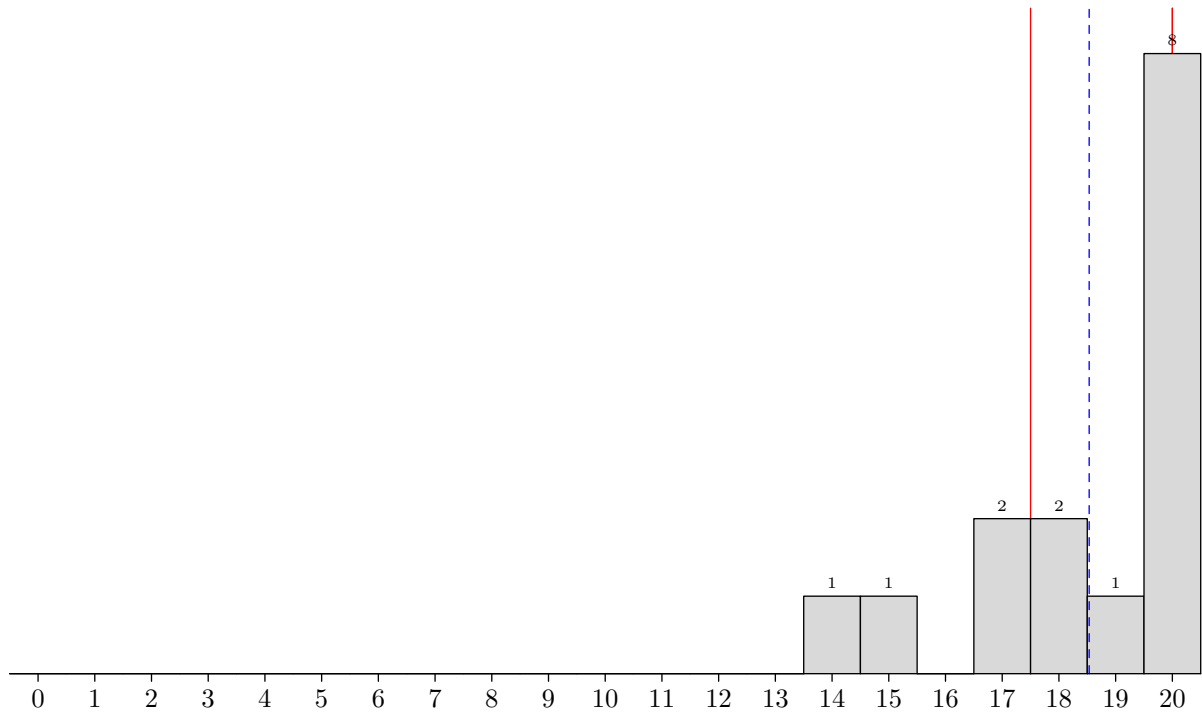
Allemand



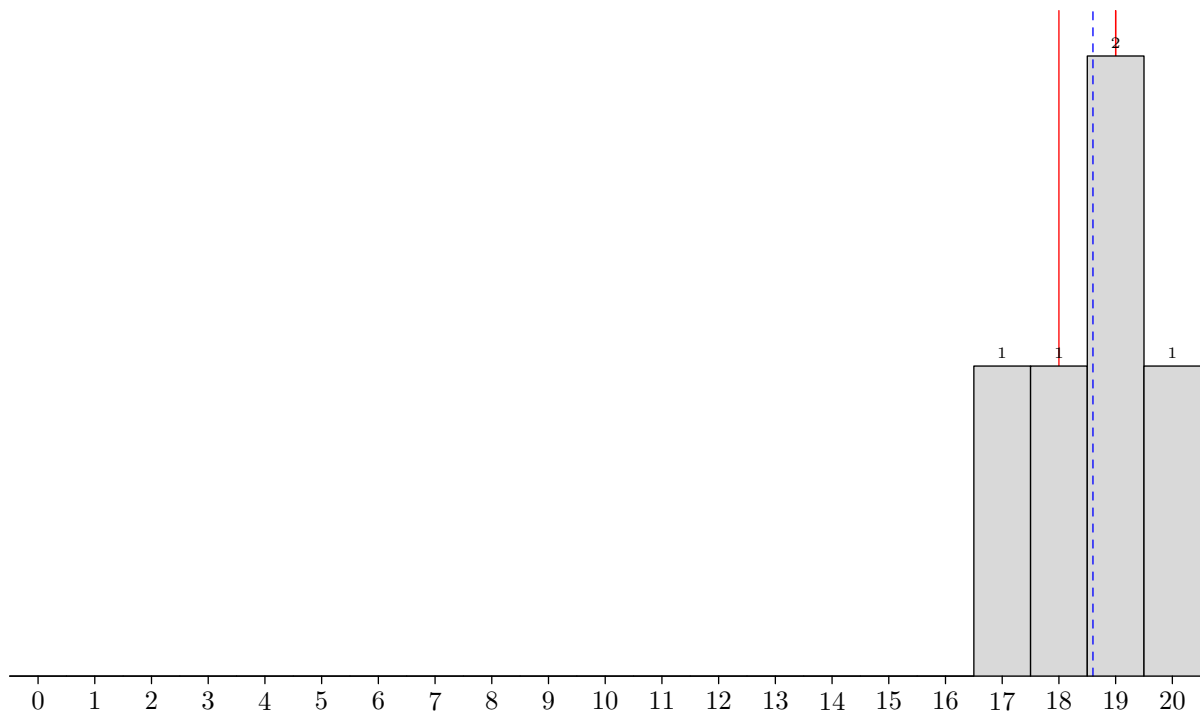
Anglais



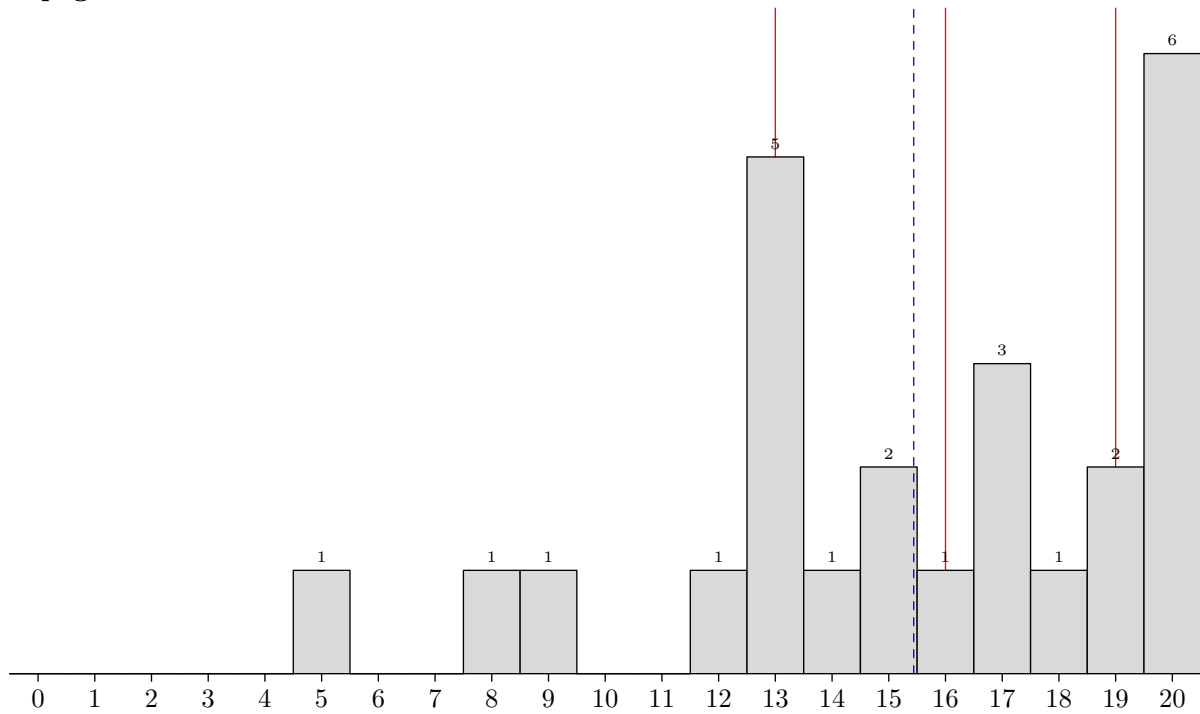
Arabe



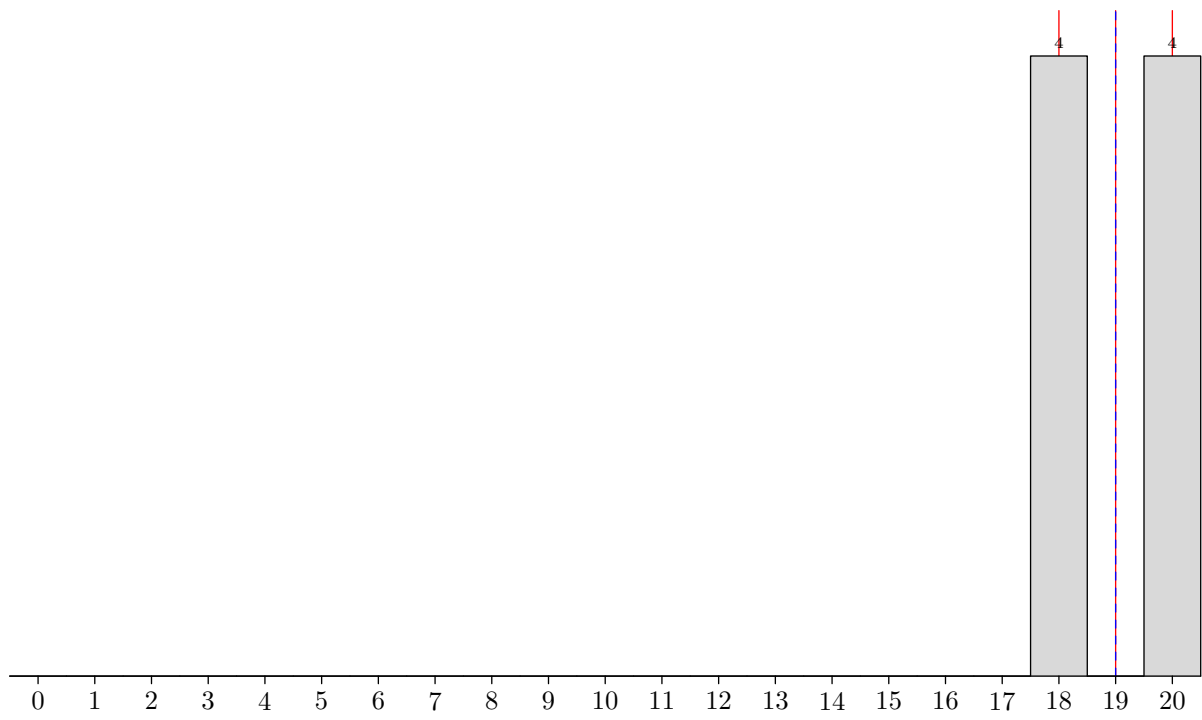
Chinois



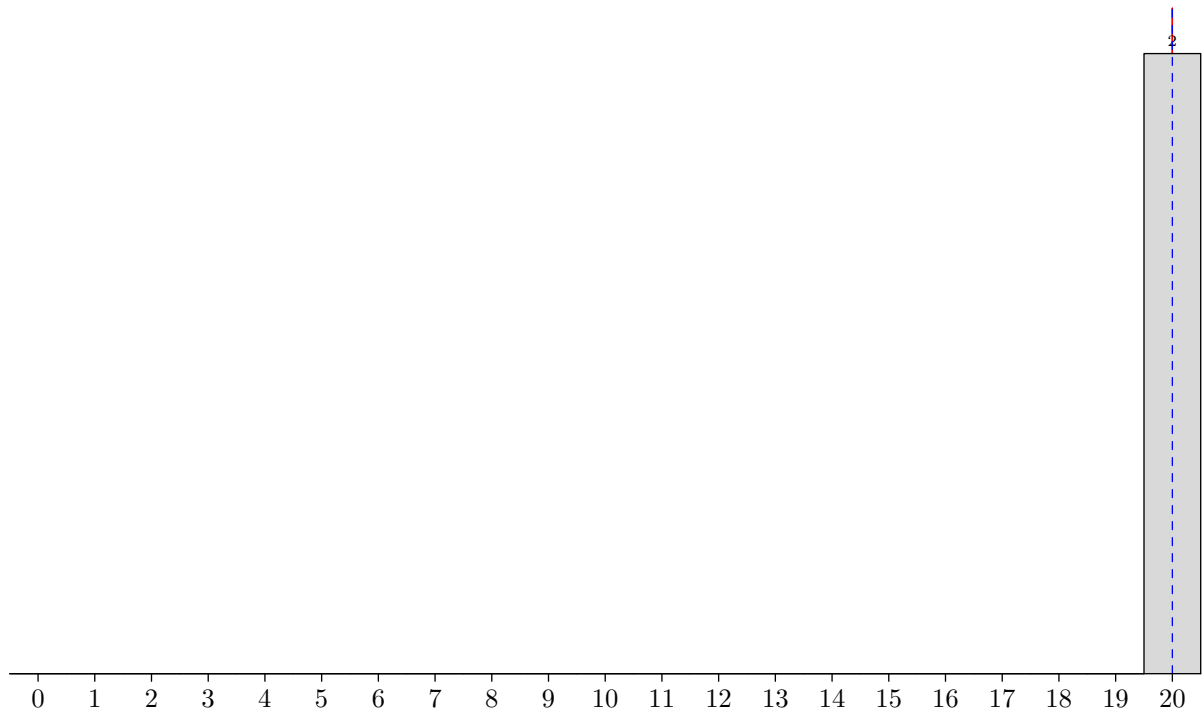
Espagnol



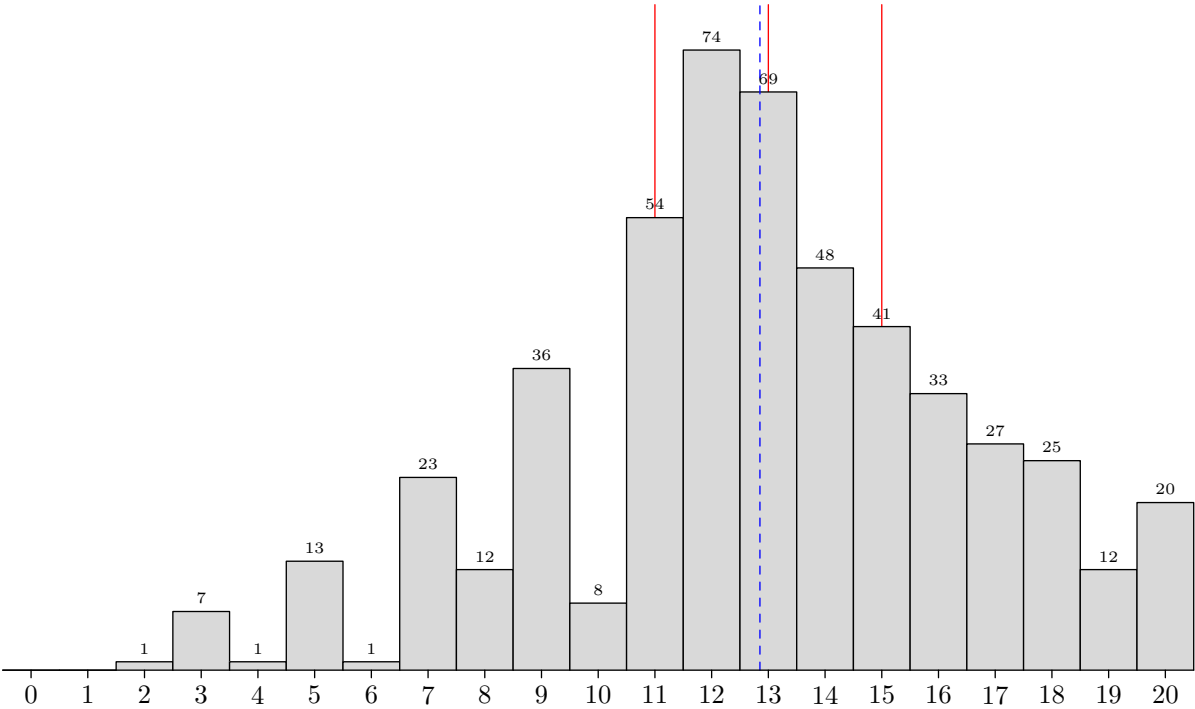
Italien



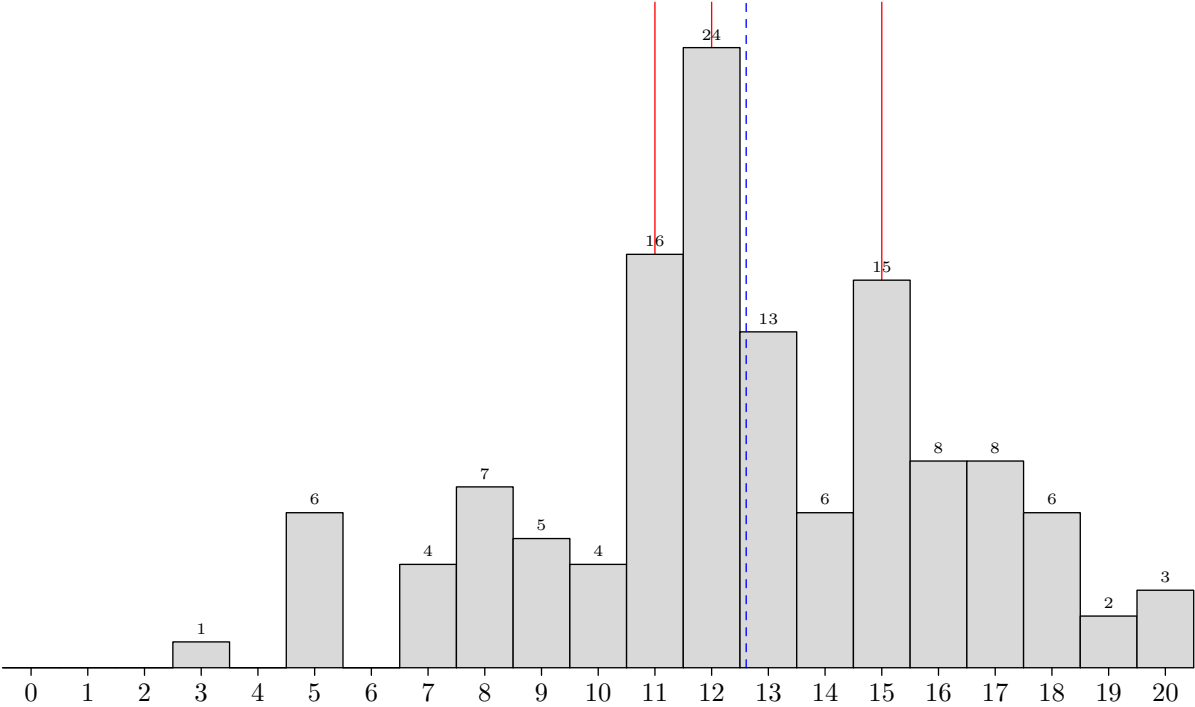
Russe



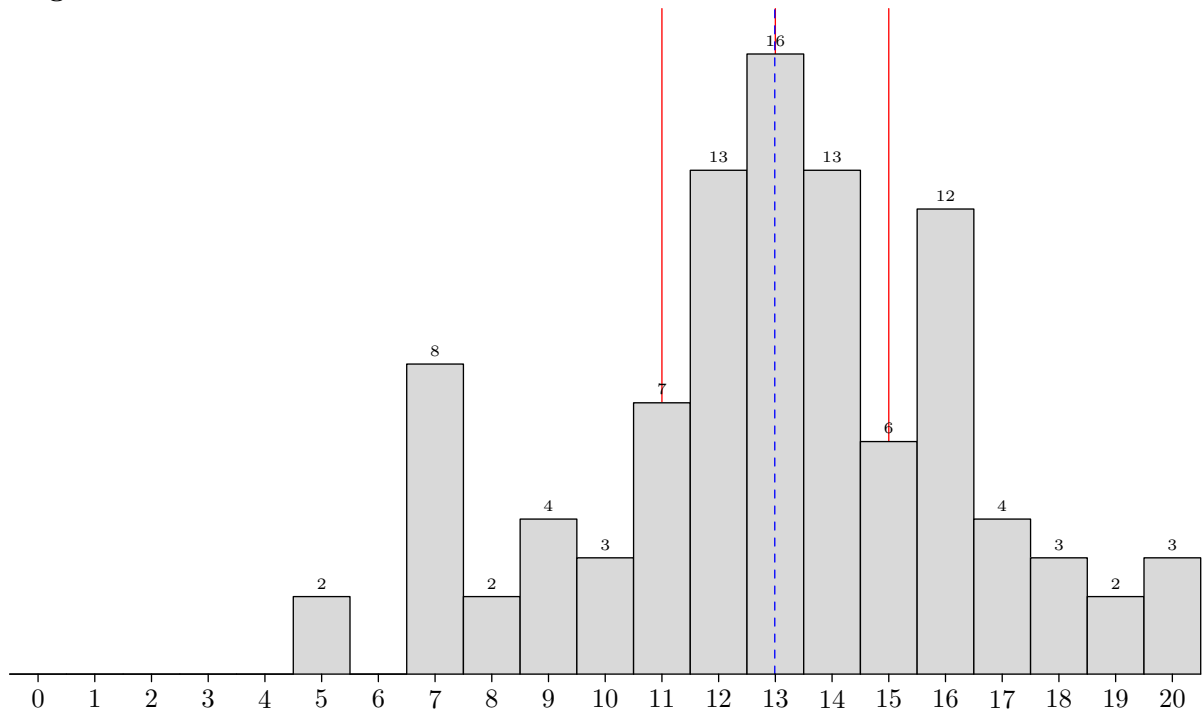
Langue facultative



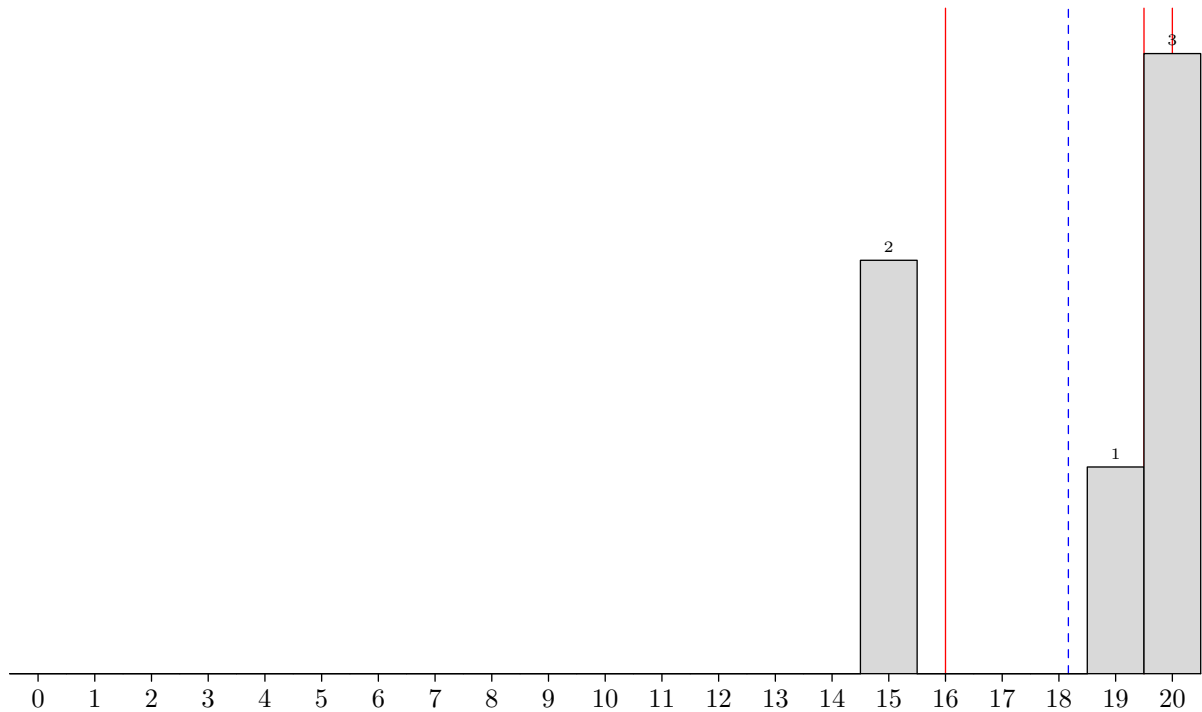
Allemand



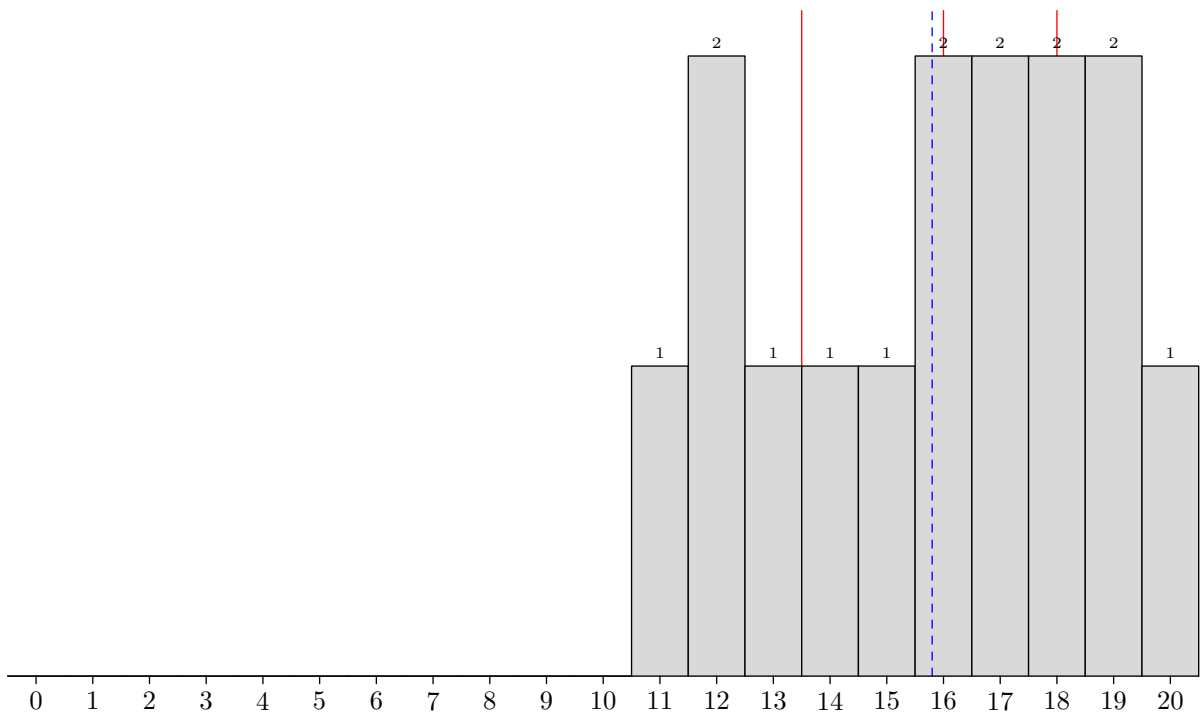
Anglais



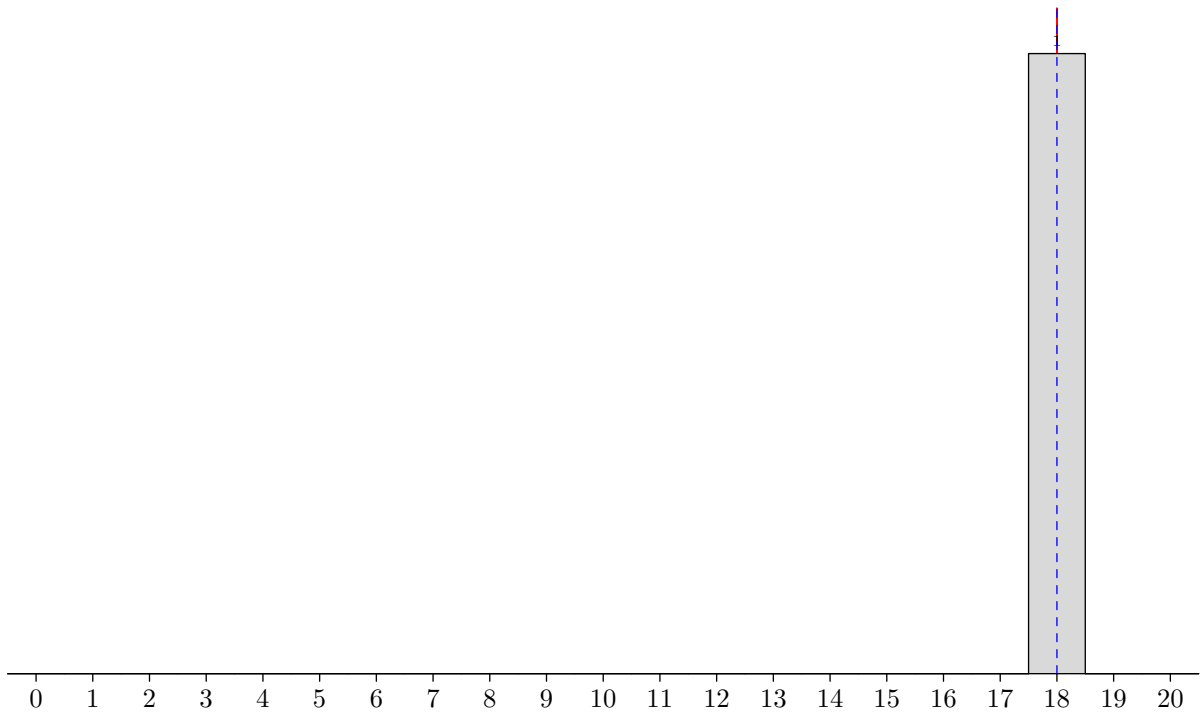
Arabe



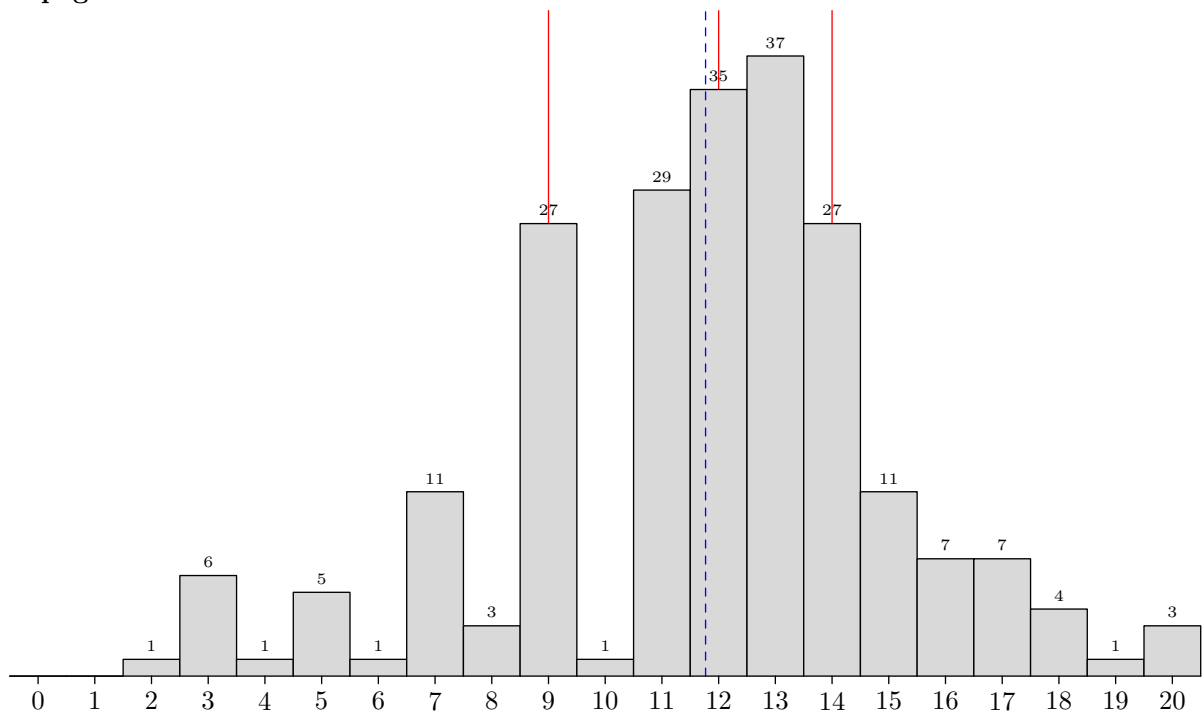
Chinois



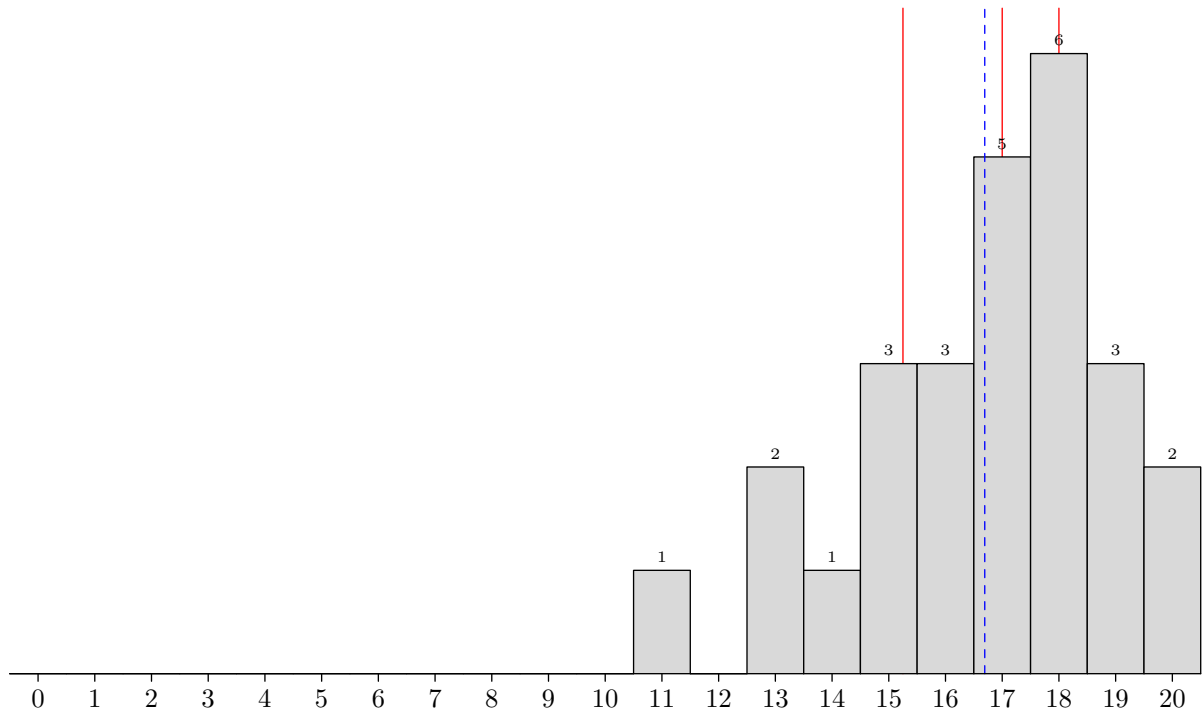
Danois



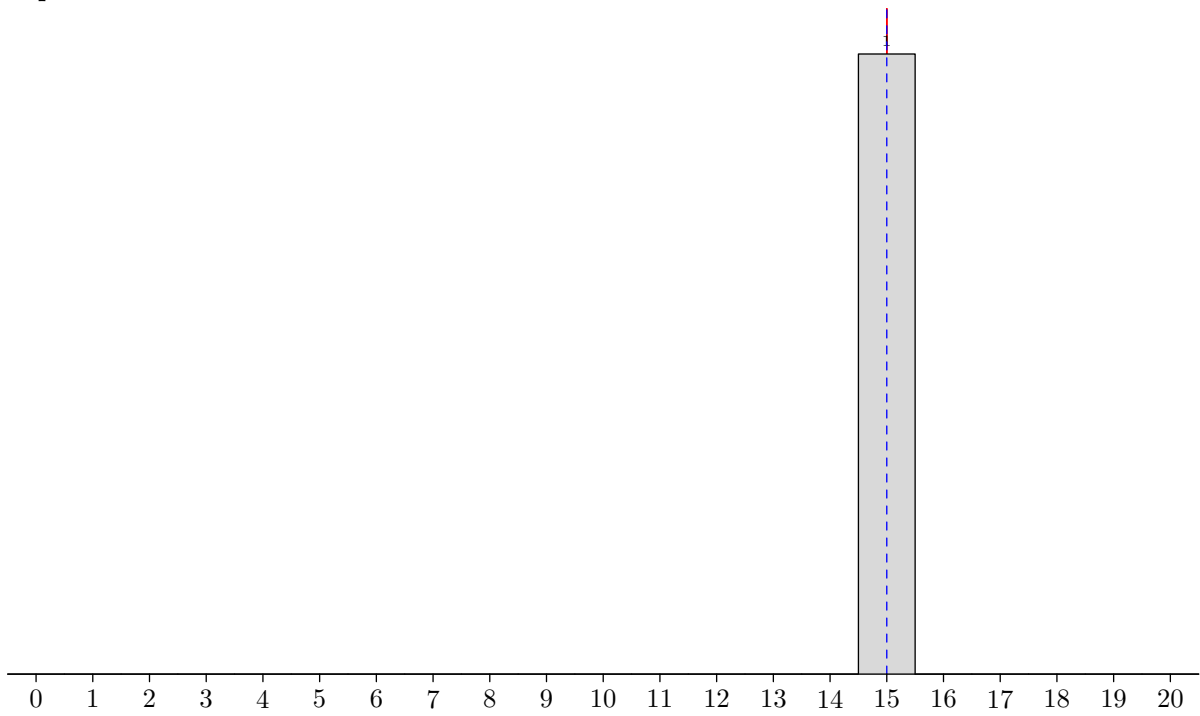
Espagnol



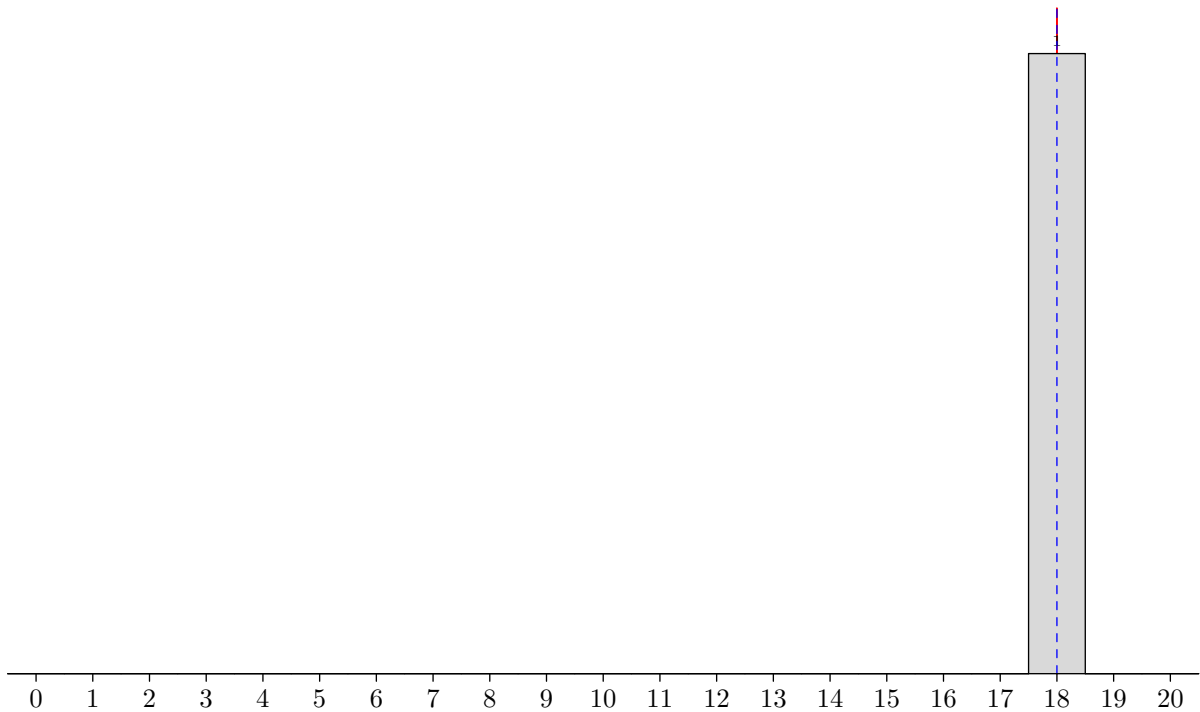
Italien



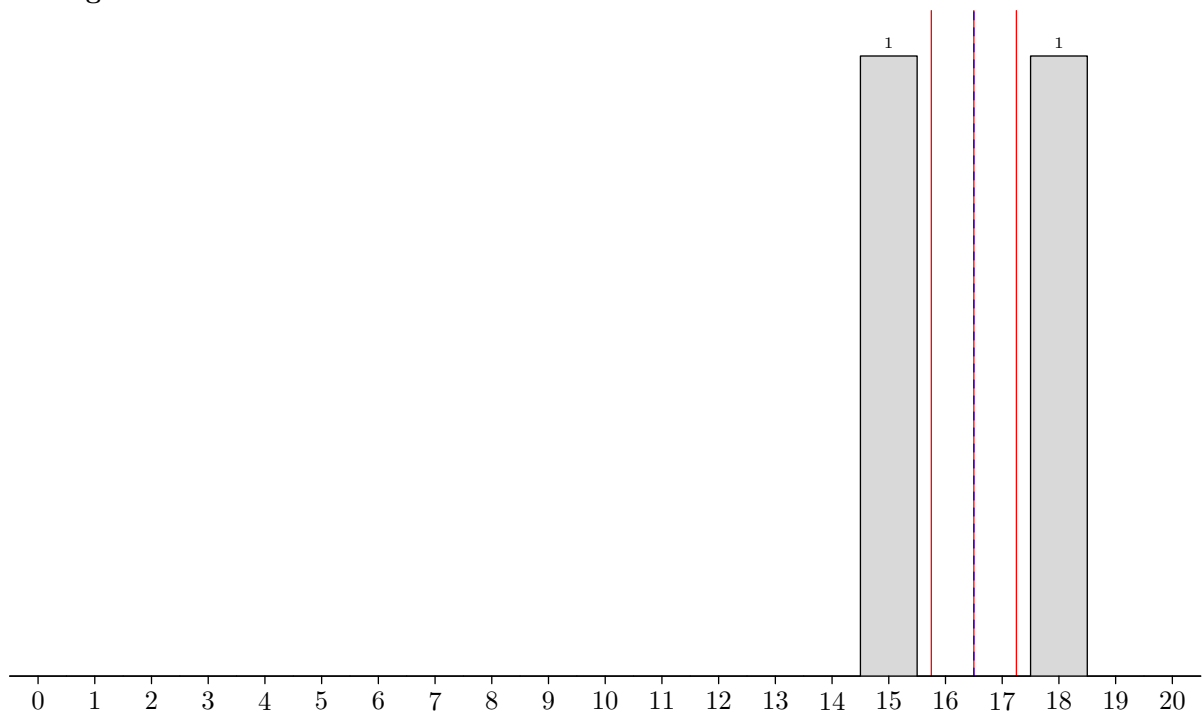
Japonais



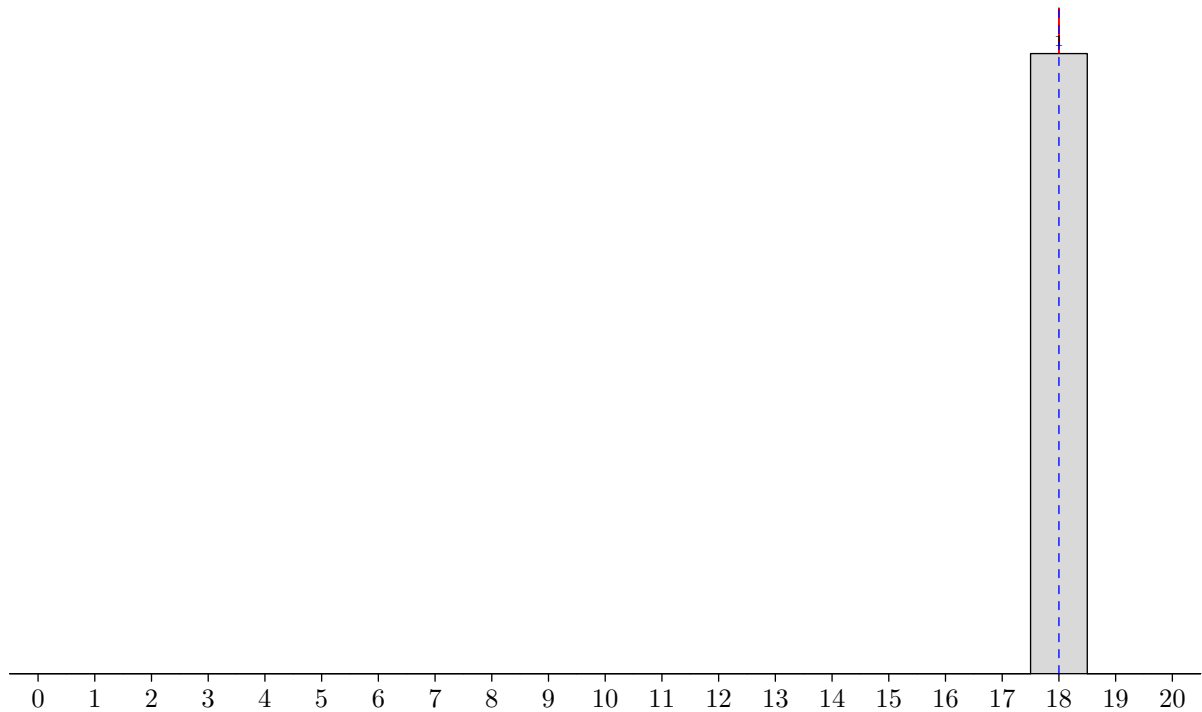
Polonais



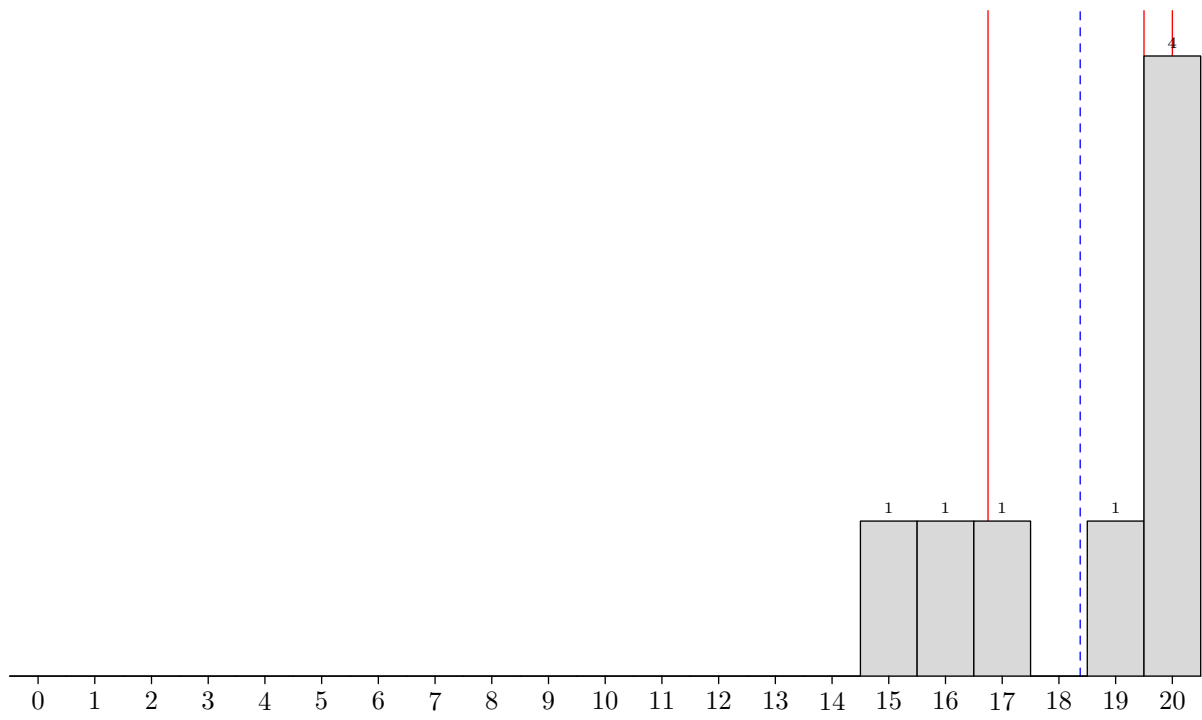
Portugais



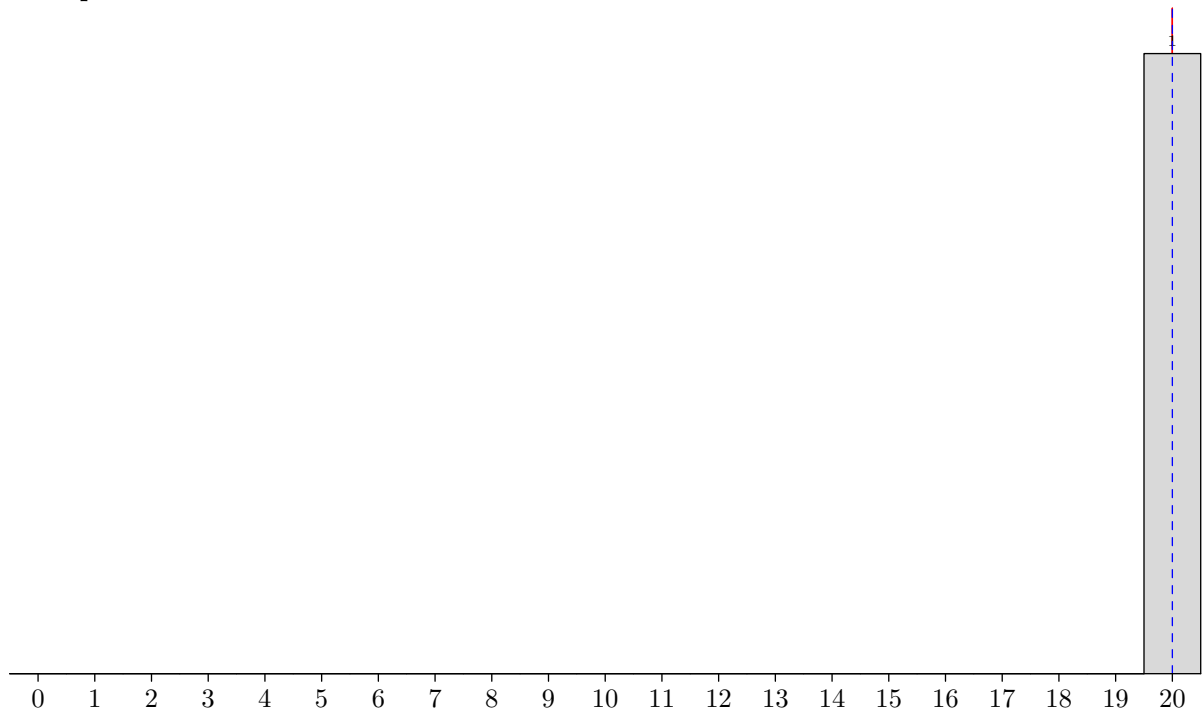
Roumain



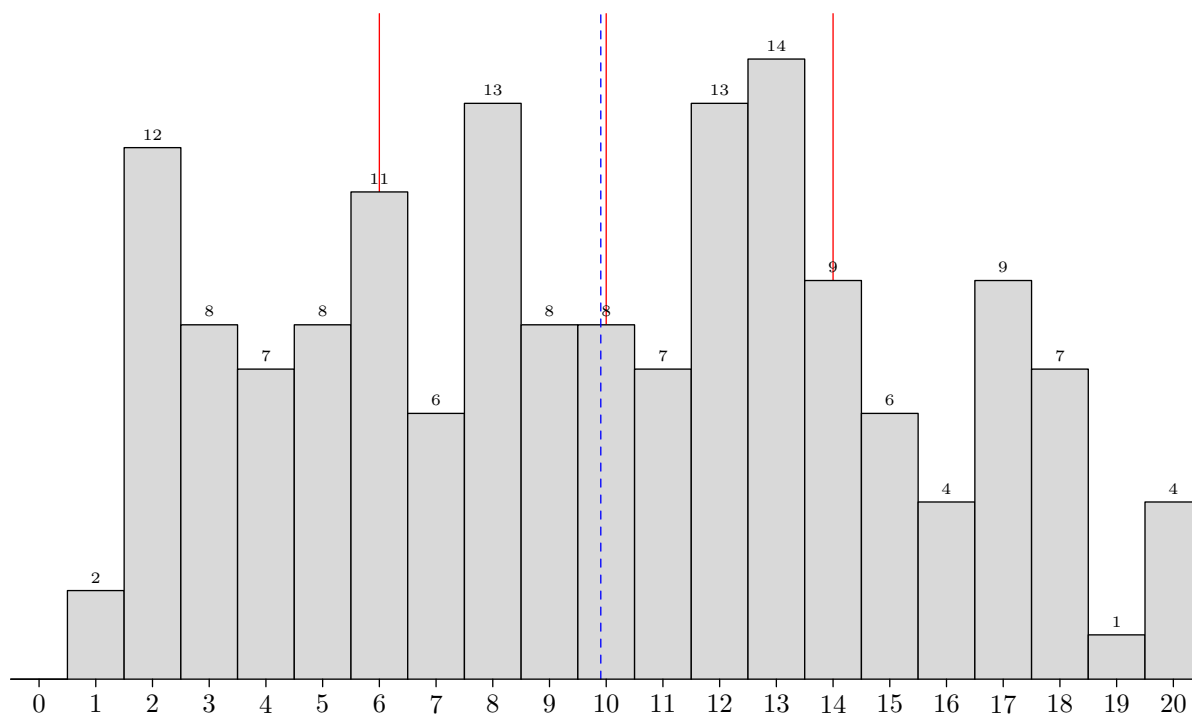
Russe



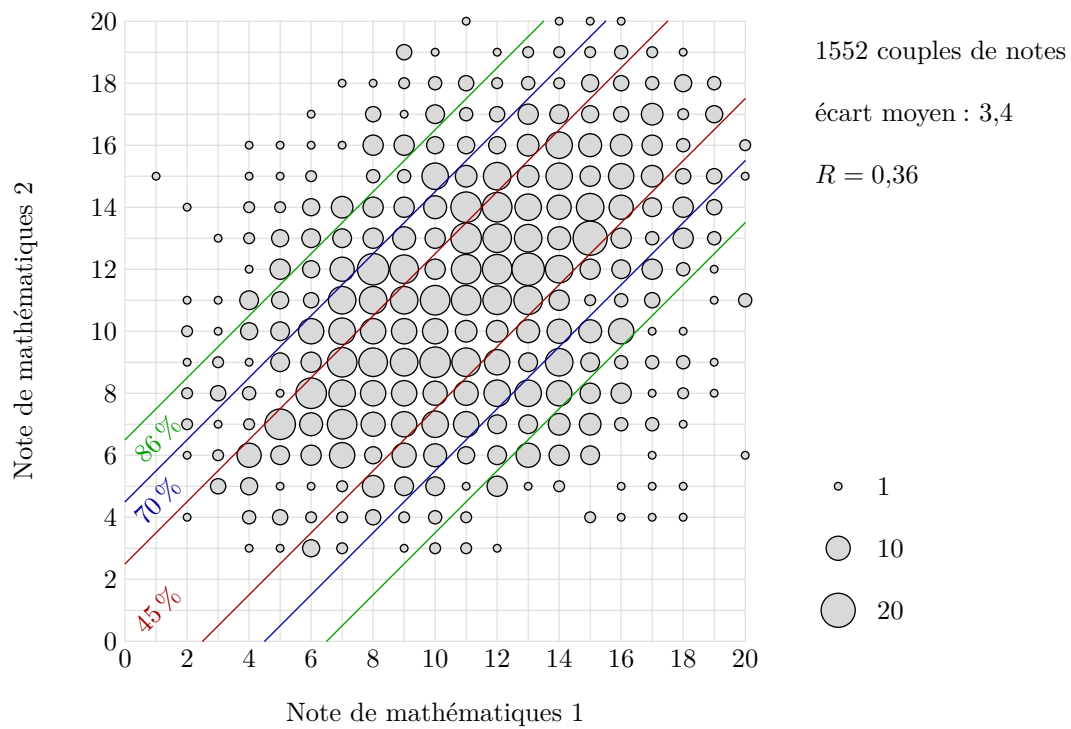
Tchèque



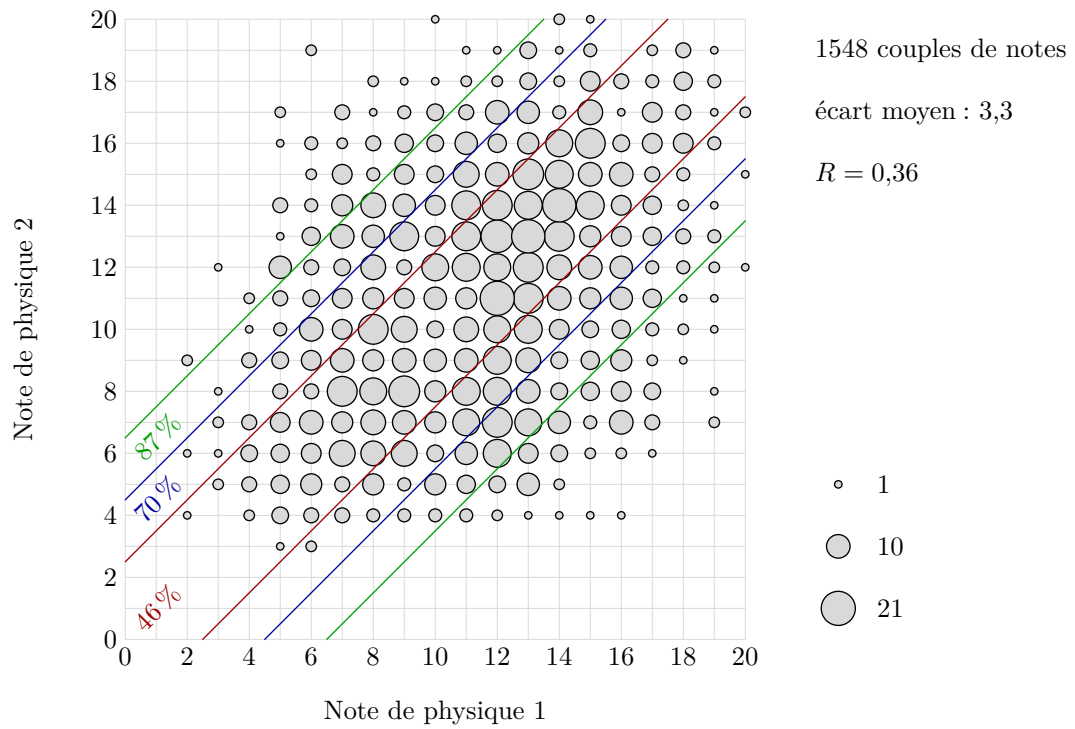
Sciences



Corrélation entre mathématiques 1 et mathématiques 2



Corrélation entre physique 1 et physique 2



Mathématiques

Présentation du sujet

L'épreuve de mathématiques 1 est un oral de 30 minutes, sans temps de préparation. Elle vise à évaluer la maîtrise des différents outils vus en cours, la capacité à élaborer une solution structurée et argumentée, la capacité à réagir aux indications et enfin la prise d'initiative.

L'épreuve de mathématiques 2 fait appel à l'outil informatique. Le format est de 30 minutes de préparation (temps d'installation du candidat inclus) puis 30 minutes d'interrogation. Le sujet est constitué d'un problème dont les questions sont de difficulté progressive et où l'outil informatique permet d'établir des conjectures que le candidat devra démontrer. Celui-ci dispose d'un ordinateur sur lequel sont installés la distribution Pyzo pour la programmation en Python et le logiciel Scilab.

Dans chaque épreuve, tous les examinateurs posent le même sujet au même moment. Le jury évalue ainsi généralement 10 candidats sur une même planche, ce qui permet de faciliter l'harmonisation de la notation.

Analyse globale des résultats

Conscient des conditions particulières des deux années de préparation pour une majorité des candidats, le jury de l'épreuve de mathématiques 1 remarque une difficulté pour certains à mettre en place des méthodes classiques et citer clairement les hypothèses des théorèmes fondamentaux.

Les candidats sont mieux préparés à l'épreuve de mathématiques 2 que l'an passé. La majorité mène un travail d'expérimentation numérique et de conjecture en préparation.

Les prestations répondent globalement aux attentes du jury même si celui-ci souhaiterait davantage de vivacité de la part des candidats, en particulier pour s'emparer plus efficacement des indications données par l'examineur. Le jury encourage donc les futurs candidats à être encore plus dynamiques et à l'écoute : trop de passivité, une attitude attentiste ou à l'inverse la non prise en compte des avertissements de l'examineur mèneront à une note faible, reflétant parfois peu le réel potentiel du candidat. En réponse à une question ouverte concernant des stratégies à envisager, le candidat doit éviter de répondre en fermant l'échange avec un « je ne sais pas » ou « je ne vois pas ».

Comme les années précédentes, le jury remarque une grande hétérogénéité dans la maîtrise des notions mathématiques. Quelques candidats font preuve d'une remarquable maîtrise des différents concepts, mais ceux-ci sont moins nombreux que les années passées. À l'inverse, trop de candidats n'ont qu'une connaissance approximative des définitions et théorèmes-clés du programme : sur des exercices-types, ce type de lacune est lourdement pénalisant.

Pour chacune des deux épreuves, le jury est attentif à la qualité du raisonnement mathématique des candidats, ainsi qu'au soin qu'ils prennent à communiquer leurs idées et résultats de manière claire et précise. Il faut veiller en ce sens à une gestion plus soignée du tableau pour certains.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Généralités

Les planches sont un support permettant au jury d'évaluer les compétences des candidats. La résolution complète de l'exercice n'est en aucun cas un objectif. Pour l'épreuve de mathématiques 2, quelques rares

candidats continuent à faire l'impasse sur l'outil informatique et certains vont même jusqu'à ne pas saisir les instructions fournies dans le sujet ; cet évitement est vain : ils seront invités à faire les saisies durant le temps d'évaluation. Certains d'entre eux insistent parfois lourdement pour sauter une ou plusieurs questions afin d'aller présenter un point qu'ils ont pu aborder en préparation. Cette stratégie n'est pas appropriée. En effet, l'évaluation porte notamment sur l'aptitude du candidat à aborder une difficulté technique, à proposer des stratégies, être attentif aux indications et les mettre en œuvre. Enfin, quelques candidats commentent parfois la pertinence du sujet ou des questions du jury ce qui paraît parfois assez incongru.

Comme les années passées, le calcul reste un point faible chez de nombreux candidats par manque de rigueur et d'efficacité et les notions de première année sont globalement moins bien maîtrisées, alors qu'elles font pleinement partie du champ d'évaluation.

Le jury est sensible à la rigueur manifestée dans les raisonnements classiques (récurrences, absurde...). Durant l'épreuve orale, qui reste beaucoup plus fluide que l'épreuve écrite, il importe d'exprimer clairement tout raisonnement un peu élaboré avec une présentation au tableau structurée et organisée.

De manière générale, la connaissance du cours est primordiale, ainsi que le travail d'articulation entre cours et exercices. Ainsi, en cas de blocage à une question, le jury attend des candidats que ceux-ci puissent néanmoins présenter quelques méthodes standard de résolution liées au thème traité.

Les candidats sont parfois déstabilisés par le format sans préparation de l'épreuve 1. Le jury les encourage à s'entraîner pendant l'année à ce type d'épreuve, qui nécessite plus d'efficacité et de réflexes, d'autant que le sujet est souvent construit de manière à laisser l'initiative aux candidats.

Algèbre / Algèbre linéaire

Le jury souhaite attirer l'attention des futurs candidats sur des thèmes fréquemment abordés et erreurs souvent commises : différentes caractérisations du groupe orthogonal, clarté du lien entre inversibilité et déterminant, formulaire sur la trace et le déterminant, différents critères de diagonalisabilité et méthodes de diagonalisation (autres que par le polynôme caractéristique), lien entre trace et valeurs propres, déterminants des matrices triangulaires, identification du spectre d'une matrice triangulaire, dimensions mises en jeu dans le théorème du rang appliqué à l'endomorphisme canoniquement associé, pleine exploitation de la théorie de la dimension dans les problèmes de bijectivité ou de bases, mention parfois nécessaire du cadre de dimension finie, différence entre projection orthogonale et endomorphisme orthogonal, liens entre matrices symétriques réelles et endomorphismes symétriques et symétries. Il convient également de bien faire la différence entre matrices équivalentes par lignes/colonnes et matrices semblables. La manipulation des nombres complexes est un obstacle majeur pour certains candidats.

Analyse

Lors des planches d'analyse, le jury a souvent constaté d'importants manques de rigueur : inégalité triangulaire erronée, oubli de la positivité dans des théorèmes de convergence, en particulier lors d'utilisation d'équivalents, inégalités fantaisistes en présence de signes alternés ou sans valeurs absolues, formules incorrectes (somme des termes d'une suite géométrique, expression développée du produit de deux sommes), rédaction imprécise pour montrer qu'une série ou intégrale converge ou encore pour appliquer la règle de d'Alembert, confusion sur les liens entre convergence absolue et convergence pour une intégrale ou une série. Le jury attend des candidats qui recherchent une solution développable en série entière d'une équation différentielle une rédaction rigoureuse et la capacité de justifier leurs calculs par les modes de convergence des séries entières.

Le jury rappelle aussi que les propriétés et définitions des fonctions de référence doivent être connues : fonctions trigonométriques, fonctions puissances (réelles ou entières), fonctions trigonométriques réciproques, fonctions hyperboliques. Les candidats qui rencontrent des difficultés sur ces différents points sont encore trop nombreux.

L'analyse asymptotique est un point faible chez grand nombre de candidats : la recherche d'un équivalent ou d'une domination est souvent bloquante, peu savent invoquer et détailler le théorème des croissances comparées. Ces difficultés s'accroissent par exemple lors de vérifications d'une hypothèse de domination pour une intégrale à paramètre. Lors de l'étude d'une intégrale, le jury a droit en général à une formulation du type « on regarde s'il y a un problème en... puis en... » ; la continuité par morceaux de l'intégrande et l'identification de l'intervalle d'intégration avec ouverture ou fermeture des bornes est presque systématiquement omise. Peu de candidats connaissent la définition du rayon de convergence d'une série entière et un grand nombre pensent qu'il y a convergence normale sur le disque ouvert de convergence.

Des erreurs persistent dans l'esprit de certains candidats : une suite réelle positive décroissante convergerait nécessairement vers 0, le théorème d'intégration terme à terme d'une série de fonctions sous hypothèse de convergence uniforme pourrait s'appliquer sur un intervalle quelconque, une série entière convergerait normalement sur tout son intervalle ouvert de convergence... Pour une fonction de la variable réelle définie par morceaux, l'étude de la continuité de la fonction se résume parfois à l'étude évidente de la continuité sur chaque morceau sans observer les limites à gauche et à droite aux bords.

En ce qui concerne le cours et ses applications directes, les candidats doivent maîtriser tout particulièrement les définitions de convergence (suites, séries, intégrales), normes, produits scalaires et convergence uniforme, s'engager de manière autonome dans un plan d'étude de suite récurrente linéaire d'ordre un ou une comparaison série-intégrale, connaître mieux les propriétés des fonctions usuelles ainsi que les propriétés des fonctions continues strictement monotones sur un intervalle. Pour démontrer qu'une intégrale est convergente, citer un argument global de continuité est attendu : trop de candidats n'en font pas mention, et certains ne connaissent pas les intégrales de référence, l'exemple de Riemann étant parfois appliqué sur R_+ . Pour l'étude des séries numériques, effectuer des opérations sans précaution sur des séries divergentes est lourdement sanctionné. L'étude de la convergence normale d'une série de fonctions devrait être en général menée avant l'étude souvent plus délicate de sa convergence uniforme. Plutôt que de se ramener au théorème de convergence dominée systématiquement et parfois laborieusement, l'application directe des théorèmes d'intégration terme à terme d'une série de fonctions devrait être privilégiée.

Enfin, le calcul différentiel reste difficile pour la majorité. Très peu de candidats parviennent à justifier qu'une fonction est de classe C^1 . La notion d'extremum global ou local reste floue, et le théorème relatif aux fonctions continues sur une partie fermée bornée est mal restitué dans ses hypothèses. Montrer qu'une fonction de deux variables n'est pas majorée sur R^2 pose parfois de grandes difficultés chez certains candidats. Le lien entre point critique et extremum n'est pas clair (ni dans un sens ni dans l'autre, les hypothèses topologiques étant souvent oubliées), et la règle de la chaîne pas toujours maîtrisée.

Les quelques notions concernant les arcs paramétrés sont dans l'ensemble méconnues : point régulier, tangente en un point régulier, arcs plans. Ces points sont au programme et ne doivent pas être négligés.

Probabilités

Le jury incite les candidats à mieux connaître les formules des probabilités totales et composées (énoncés avec les hypothèses), à savoir identifier un système complet d'événements adapté à une situation donnée, à ne pas confondre événements incompatibles et indépendants, à savoir décrire les événements de manière ensembliste, et à mieux reconnaître les lois de probabilités classiques dans les situations concrètes d'exercices, à mieux comprendre l'usage du théorème de transfert. Il importe que les candidats comprennent le sens de ce qu'ils rédigent : il arrive trop fréquemment que certains écrivent des choses aberrantes comme la probabilité d'une variable aléatoire ou même d'une intersection de variables aléatoires avant de rectifier,

suite à la question de l'interrogateur, en écrivant proprement des événements avec les variables aléatoires concernées. L'impression d'ensemble en est évidemment altérée.

L'outil informatique

Les candidats doivent s'efforcer d'écrire des programmes dans lesquels leurs notations sont aussi conformes que possible à celles du sujet. Court-circuiter les questions informatiques n'est pas une stratégie viable : celles-ci visent à établir des conjectures et sans celles-ci, un candidat se retrouve rapidement bloqué. L'autonomie est en hausse et de plus en plus de candidats parviennent à écrire un code fonctionnel durant la préparation et à l'exploiter. Pour gagner encore en aisance, on recense les points suivants : savoir commenter rapidement une partie du code, faire un usage adapté du `print` (pertinent dans l'éditeur mais pas dans la console, exception faite des polynômes), ne pas se bloquer devant un `[warning]` produit par `python`, oser poser $X = \text{Polynomial}([0, 1])$ pour manipuler les polynômes selon l'usage courant, savoir simuler des lois classiques comme une loi uniforme et en particulier une loi uniforme sur $\{-1, 1\}$.

Conclusion

Une grande partie des candidats est bien préparée et propose une prestation de qualité. Le jury rappelle que les compétences évaluées se développent par un travail régulier et approfondi des programmes de première et deuxième années, et qu'une maîtrise des définitions et résultats fondamentaux est indispensable. Afin de mettre pleinement en valeur ce travail, le jury encourage les futurs candidats à plus de vivacité et de rigueur et leur conseille de consulter les précédents rapports où ils trouveront d'autres conseils pour leur préparation.

Physique

Présentation des épreuves

Épreuve de physique 1

Rappelons-le car certains le découvrent trop tardivement, l'épreuve de physique 1 PC est une épreuve de **30 minutes sans préparation portant sur l'intégralité des programmes de sciences-physiques de PCSI et de PC**. Le sujet se situe dans un cadre identifié sans proposer toutefois de démarche à conduire, laquelle est essentiellement du ressort du candidat. Ce dernier aura à cœur de développer une résolution dynamique et autonome, tout en étant prêt à interagir de manière positive avec l'examinateur. **La calculatrice est bien sûr autorisée**, certains le découvrent également au dernier moment.

Le candidat, muni de sa convocation, d'une pièce d'identité valide et de sa calculatrice, attend dans un lieu dument indiqué d'être conduit par l'examinateur en salle d'interrogation. Après le contrôle des documents mentionnés et l'émargement, le candidat se voit proposé un exercice. Après environ trois minutes de lecture, le candidat présente sa résolution au tableau. Les téléphones portables demeurent éteints et rangés dans les sacs.

Cet oral évalue principalement les compétences suivantes : analyse des informations, réalisation de consignes, mise en place et validation d'une démarche, autonomie et capacité à communiquer.

Le respect des horaires a été quasiment parfait cette année comme les années précédentes.

Épreuve de physique 2

Les candidats disposent de *30 minutes de préparation* suivies de *30 minutes d'interrogation*. La calculatrice est autorisée, et un ordinateur est à leur disposition pendant la préparation et pendant la présentation.

Ils sont jugés sur leur capacité à mettre en oeuvre une démarche scientifique pour répondre à un problème posé. Ils sont ainsi évalués sur leur assimilation opérationnelle des notions, leur autonomie dans la mise en oeuvre d'une démarche, la rigueur et l'aisance dans leur raisonnement, la réflexion et la prise de recul sur la situation et les résultats obtenus, leur bonne maîtrise des outils mathématiques et informatiques et, enfin, leur capacité à interagir de façon constructive avec l'examinateur.

Les sujets sont tous contextualisés, peuvent aborder plusieurs thèmes (optique et thermodynamique, électronique et physique des ondes, etc.) des programmes de première et de deuxième année et de nombreux types de supports peuvent être utilisés pour décrire la situation physique et contribuer à la démarche de modélisation : programmes Python, vidéos, animations, graphes, photographies, documents, etc. Dans la mesure où le candidat dispose d'un temps de préparation, cette épreuve permet notamment de proposer de plus en plus de sujets de type « résolution de problèmes », où la phase de modélisation demande plus d'autonomie de la part du candidat.

Les situations physiques étudiées sont très souvent propices à une utilisation de l'outil numérique. Celui-ci est avant tout au service de la résolution du problème posé. Une grande majorité des sujets sont ainsi accompagnés d'un programme Python, qui consiste en général en la mise en oeuvre de méthodes élémentaires (tracés de courbes, méthode d'Euler, intégration numérique). D'autres logiciels peuvent également être utilisés pour permettre aux candidats de dégager rapidement le comportement de certains systèmes, leur prise en main étant toujours immédiate.

La préparation est ainsi proposée pour laisser aux candidats le temps de faire le point sur leurs connaissances, de s'appropriier le contexte, et d'utiliser des outils numériques de résolution, ce qui est toujours chronophage.

Analyse globale des résultats

Épreuve de physique 1

Avant tout, le jury de physique 1 tient à saluer l'immense mérite des candidats et de ceux qui les forment. Il reconnaît les efforts de tous au cours de leur formation aussi riche qu'exigeante. Les prestations fournies témoignent globalement d'un niveau général et d'une qualité d'investissement remarquables. Un certain nombre de points importants méritent toutefois d'être soulignés.

Le sentiment général cette année est celui d'un plus grand manque de maîtrise des points de cours portant sur l'ensemble des deux années. En corollaire, le jury note assez généralement un défaut d'analyse physique du problème posé. On peut affirmer que ceux qui se sont appliqués à faire en amont cette analyse ont réussi leur planche : ils ont compris la trame, su poser les bases de leur approche et comprendre les interventions de l'examinateur. De même a-t-on constaté très souvent une absence de retour sur les résultats obtenus ou fournis en cours d'exposition. Il est essentiel de s'interroger sur la justesse, la pertinence et la portée d'un résultat.

Le jury a également noté une certaine baisse dans la combativité et la qualité des interactions avec l'examinateur pour un grand nombre de candidats. La durée de l'oral est très courte, il faut veiller à être au maximum de son autonomie, de son dynamisme et de sa qualité d'écoute. Certains candidats attendent une approbation ou une relance après chaque proposition. Si l'examinateur veille à maintenir, le cas échéant, un continuum dans l'exposé il ne doit pas être le moteur de ce dernier. Certains candidats écrivent en silence tout en cachant leur production, cela est à l'exact opposé de ce qui est recherché ici. D'autres pêchent également au niveau de l'expression orale en parlant de façon syncopée. L'oral est très bref, il ne s'agit pas de gagner du temps mais de produire efficacement des résultats par un raisonnement construit et argumenté.

Comme les années précédentes et peut-être plus encore, le jury déplore un manque de maîtrise des outils et du formalisme mathématiques courants, notamment dans le domaine de l'intégration, de la dérivation, de la trigonométrie, de l'analyse vectorielle et de la géométrie avec une mention spéciale pour les coordonnées sphériques. Il regrette également l'absence assez courante de schémas soignés et orientés pourtant essentiels à la compréhension et à la résolution des exercices.

Au point de vue thématique, la mécanique (du point, du solide, des fluides et des systèmes ouverts) est globalement mal maîtrisée par les candidats.

Épreuve de physique 2

Comme la session précédente, certains candidats réalisent d'excellentes prestations : ils possèdent une solide culture scientifique, maîtrisent parfaitement tous les aspects techniques (calcul mathématique, programmation Python) et font preuve d'un excellent sens physique. Le jury n'a globalement pas noté de grandes différences avec la session précédente en terme de compétences acquises.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Épreuve de physique 1

Les candidats doivent conduire une démarche autonome et dynamique sans attendre de l'examinateur des relances et des confirmations continues mais en se tenant prêt à rebondir aux interventions de ce dernier. Redisons-le : le moteur de cet oral doit toujours être le candidat et jouer la montre n'est pas une

bonne option pour un oral aussi court. Une certaine tenue est bien évidemment attendue au niveau du langage et de sa fluidité.

Après avoir lu le sujet en entier, le candidat doit commencer par une analyse physique du problème posé, c'est elle qui va l'amener à construire une démarche susceptible d'aboutir. Les résultats intermédiaires seront également à analyser pour vérifier leur pertinence, la légitimité des hypothèses effectuées et l'avancement de la résolution.

L'oral de physique 1 exige de la part du candidat un recul et une grande capacité de modélisation. Il nécessite des allers-retours continuels entre les résultats obtenus, les hypothèses effectuées et la contextualisation du sujet.

Le jury a été surpris de constater que des points proches du cours posaient problème à bon nombre de candidats et demandaient une durée de traitement disproportionnée. Ce point sera repris dans les différentes thématiques qui suivent.

Le formalisme mathématique a été souvent malmené. On a vu de nombreuses difficultés liées à l'intégration, à la dérivation, au mélange des écritures scalaires et vectorielles et aux outils d'analyse vectorielle. Les coordonnées sphériques posent d'insolubles difficultés à de très nombreux candidats, il faut agir sur ce point.

La définition du système étudié et du référentiel d'étude est un préalable indispensable à toute démarche, même si ces derniers peuvent paraître évidents.

Un schéma de situation bien réalisé permet de gagner énormément en temps, en clarté et en justesse.

Épreuve de physique 2

L'oral débute dès l'appel dans la salle d'attente. La signature de la feuille d'émargement, la prise en main de la salle, du sujet et de l'ordinateur, le va-et-vient des candidats, effacer le tableau avant de partir... tout cela prend globalement plusieurs minutes. La seconde phase de présentation orale de cette épreuve dépasse donc rarement les 27 minutes.

La calculatrice est autorisée, mais il est aussi tout à fait possible d'utiliser une console Python sur l'ordinateur pour y effectuer les applications numériques. Notons de plus qu'il est important de *se munir d'une règle* pour exploiter pleinement certains supports graphiques. Depuis quelques années, un formulaire est mis à disposition des candidats sur l'ordinateur en PDF. Il est présenté par l'examineur et laissé ouvert sur le sommaire, cliquable. Il contient les éléments suivants :

- des données numériques - valeurs des constantes fondamentales, tableau périodique, données diverses (système solaire, ordres de grandeurs divers de capacités calorifiques, viscosités...);
- des formules mathématiques - opérateurs vectoriels, trigonométrie, primitives diverses...;
- des formules de physique à rappeler dans le cadre du programme, par exemple les relations de conjugaison, l'équation de Schrödinger, l'équation de Navier-Stokes...

Les sujets rappellent l'existence du formulaire lorsqu'ils y font référence, mais tout candidat peut s'y référer s'il le pense utile.

La spécificité de l'épreuve tient dans ses 30 minutes de préparation. Or la gestion de ce temps est très souvent inefficace. La préparation doit servir à :

- s'imprégner du contexte, se remémorer le cours afférent, comprendre les hypothèses (et ne pas passer à côté de certaines d'entre elles souvent fondamentales, ou comprendre de travers la première question) ;
- lire les codes python éventuellement proposés - la lecture des codes proposés est un minimum qui permet de ne pas se retrouver dépourvu lors de la présentation. La phrase « je n'ai pas eu le temps de regarder le code » est plus que dommageable et à proscrire ;

- réfléchir aux pistes de résolution, sans forcément les mettre en place. Un candidat ne doit pas passer l'intégralité de sa préparation sur la première question sans réfléchir à la suite du sujet. À l'inverse il n'est pas attendu qu'un candidat saute les questions comme il pourrait le faire pour un écrit : *il n'est pas possible de passer des questions sans y être invité par l'examineur*. Les problèmes proposés ont une structure qui se veut la plus proche possible d'un problème réel à analyser, et le candidat doit montrer sa capacité à construire un raisonnement logique pour les résoudre. Il faut donc avoir pris le temps de réfléchir à des pistes pour chacune des questions, car elles seront abordées linéairement pendant le passage ;
- enfin, s'il reste du temps, commencer à mettre en place les démonstrations de cours, calculs, applications numériques, écriture de code.

De plus, il est très important de prendre conscience que la note ne dépend absolument pas de la quantité de résultats trouvés pendant la préparation ou du nombre de questions traitées, mais bien de la qualité — et non de la quantité — de ce qui a été présenté et échangé oralement avec l'examineur pendant les 30 minutes de passage. La préparation reste bien cela : une *préparation* au passage à l'oral. Le jury valorise ainsi principalement une bonne prestation orale, que l'on espère magnifiée par une bonne gestion de la préparation, alliée à une compréhension profonde des concepts manipulés par le candidat, plutôt qu'une capacité à ressortir automatiquement et rapidement une démonstration apprise par coeur (équation de la chaleur, équation d'onde sur une corde, etc.). Une excellente connaissance *opérationnelle* des notions vues en cours est donc nécessaire.

Au titre d'une bonne prestation orale, le jury attend ainsi des candidats qu'ils présentent en premier lieu la situation physique étudiée, la démarche de résolution envisagée, pour qu'une discussion qualitative s'engage éventuellement avec l'examineur. La description soignée de la démarche, la justification rigoureuse des relations utilisées et l'analyse physique des résultats obtenus sont des critères d'appréciation essentiels pour le jury.

Enfin, le jury apporte une très grande importance aux applications numériques. Elles sont incontournables et il n'est pas possible d'ignorer ces étapes sans dénaturer complètement la démarche de résolution : elles permettent d'ancrer la démarche dans le réel, d'exercer un regard critique sur l'ordre de grandeur obtenu. Ainsi, chaque application numérique *doit* être commentée. De même il n'est pas concevable de demander « s'il faut les effectuer », l'évitement ne fait pas partie de la démarche scientifique. Les résultats des applications numériques sont encore trop souvent erronés, tout comme les conversions, même élémentaires. Ils doivent comporter un nombre de chiffres significatifs raisonnable et cohérent et être exprimés dans une unité appropriée. Enfin, le jury n'évalue pas la compétence des candidats à utiliser leur calculatrice, mais une aisance dans l'usage des fonctions trigonométriques (conversion des degrés en radians) ou de la notation scientifique affichée par leur calculatrice (combien comptent les zéros de leur calculatrice pour proposer une puissance de 10...) est a minima attendue. Si l'expression littérale est complexe, un code python pré-rempli est en général fourni permettant d'obtenir un résultat numérique rapidement.

Des exemples de sujets avec les supports associés sont mis à disposition des futurs candidats sur le site du concours.

Remarques générales communes aux deux épreuves

Mécanique

Les sujets de mécanique sont problématiques pour un grand nombre de candidats généralement en raison d'un manque de rigueur (vecteur/scalaire, schémas, définitions du système et du référentiel, dérivées, intégrales, conditions aux limites, bases de projections, représentations 3D ou en coupe...) et de méthode. Le simple calcul d'une accélération ou d'un moment cinétique prend parfois beaucoup de temps. Le moment d'une force est souvent incompris. Le théorème du moment cinétique a été très fréquemment maltraité :

vectorellement, il est posé sans justification ni point bien défini et le plus souvent sans légitimité ; en projection (ce qui suffit le plus souvent), son application est généralement très problématique. Le moment cinétique en un point n'est pas toujours colinéaire au vecteur rotation. Contrairement à ce que certains pensent, un théorème s'applique dans un cadre strict qu'il convient obligatoirement de préciser. Il vaut mieux éviter d'appeler PFD ou RFD le théorème de la résultante cinétique pour un solide (en rotation par exemple) car cela donne lieu à des confusions irrattrapables du style « accélération du solide ». Pour les mouvements à force centrale, l'exposé ne dépasse pas souvent l'exposé plutôt maîtrisé des concepts de base. La mécanique en référentiel non galiléen a été souvent problématique par une réelle méconnaissance des points de cours.

Mécanique des fluides

Comme l'an passé, la mise en place de bilan est souvent compliquée voire impossible : il faut impérativement revoir ce point en commençant par la définition du système ET du référentiel, ce dernier passant souvent à la trappe. Les hypothèses de la relation de Bernoulli sont généralement connues formellement mais semblent compliquées à vérifier in situ. La mise en équation des écoulements classiques (Poiseuille, Couette) n'a pas toujours été fluide, de même que la mise en place d'une forme de champ des vitesses ou la projection des équations usuelles (connaissance et maîtrise des opérateurs à revoir).

Ondes mécaniques

Il faut être capable de dépasser le simple établissement de l'équation de d'Alembert pour une corde vibrante. Attention à la notion de continuité très souvent invoquée sans réelle réflexion !

Thermodynamique

L'utilisation du premier principe industriel est rarement spontanée et souvent problématique. Il faut prendre conscience que le delta porte sur l'espace et pas sur le temps... L'utilisation des résistances thermiques n'est également pas proposée naturellement et leur définition même est problématique (la définition de la résistance thermique n'est pas $e/\lambda S$). Toute description plus élaborée est alors inenvisageable. L'application des deux principes est loin d'être parfaite, notamment dans la définition des différents systèmes, des évolutions et dans leur écriture même. Si l'équation de la diffusion thermique est correctement restituée, son établissement pose parfois de sérieux problèmes. Il serait bon de réfléchir à la notion d'ARQS thermique. Les lois de Fick et de Fourier sont plutôt bien maîtrisées.

Electromagnétisme

Beaucoup de formules sont connues à une constante multiplicative près (vecteur de Poynting, énergie électromagnétique, densité de courant...). Les surfaces de Gauss doivent être fermées et le théorème d'Ampère s'applique sur un contour ! Il est bon de savoir passer d'une équation locale à sa formulation intégrale, les deux écritures apportant des résultats complémentaires. Les symétries et invariances sont invoquées sans plus de précisions et leurs conséquences également... La maîtrise des différents opérateurs en coordonnées cartésiennes est indispensable (notamment divergence et Laplacien). Il existe un certain nombre de situations dans le programme à identifier rapidement (plasma neutre, zone vide de charge et de courant, métal...). On n'appliquera pas une relation de structure à une onde qui n'est pas plane.

Mécanique quantique

Les sujets s'articulent souvent autour de l'équation de Schrödinger rappelée dans les énoncés. Ils passent évidemment par une phase de calculs qui doit être maîtrisée et ne pas occuper toute la séance d'interrogation mais laisser place à une analyse du phénomène étudié. La notion de densité de probabilité de présence est à revoir pour certains. L'inégalité de Heisenberg est trop souvent malmenée. Il importe de sortir de la réalisation de calculs rituels sans vrai recul. Un minimum d'analyse et de compréhension serait souhaitable.

Optique

On note des difficultés dans les constructions géométriques menant au calcul d'une différence de marche. Certains n'hésitent pas à faire de la géométrie autour d'une lentille convergente, ignorant sa nature bombée... La condition d'interférences destructives/destructives portant sur le déphasage ou l'ordre d'interférence est méconnue, on lui préfère la formule de Fresnel et les calculs aboutissent alors rarement. Il serait bon de reprendre ce point. Le théorème de Malus porte hélas bien son nom. Il faut le reprendre pour bien l'exposer. Des tracés élémentaires d'optique géométrique ont posé d'insurmontables difficultés.

Conclusion

Au-delà de ces remarques qui se veulent constructives, les membres du jury tiennent vraiment à saluer une fois encore le très grand mérite des candidats et de leurs formateurs.

La réussite d'un candidat tient dans sa capacité à mener son oral de façon dynamique et autonome tout en interagissant de façon constructive avec l'examineur. Le préambule demeure toujours une véritable analyse physique du problème. Jamais le candidat ne doit s'en départir tout au long de ce court exposé, c'est véritablement sa boussole.

Il est essentiel de veiller au strict respect du formalisme mathématique sans lequel aucune démonstration n'est possible. Une maîtrise des points essentiels du cours et une vraie approche physique des problèmes posés s'imposent également.

Comme chaque année, les jurys de physique 1 et 2 forment le vœu que les remarques et conseils formulés dans ce rapport soient utiles aux futurs candidats et à leurs équipes éducatives.

Chimie

Présentation du sujet

L'épreuve orale consiste en une présentation en 30 minutes du traitement, préparé par le candidat pendant 30 minutes, d'un sujet comportant éventuellement deux parties distinctes. Les candidats ont à leur disposition des tables de données de RMN et IR et une classification périodique dont ils doivent, éventuellement et à leur initiative, extraire des informations utiles à la résolution de différentes questions. Certains sujets font intervenir quelques très courtes vidéos ou nécessitent quelques lignes de programmation en langage Python.

Les sujets conçus pour l'épreuve s'appuient sur les compétences de la démarche scientifique. Ils permettent aux candidats de montrer leur capacité d'appropriation et d'analyse du problème (reformulation d'une problématique, formulation d'hypothèses, analyse de données tabulées ou graphiques), leur capacité à proposer un axe de résolution et une résolution (réaliser une mise en équation, puis un calcul, en cinétique, en thermodynamique), leur capacité à réfléchir et à porter un regard critique sur les résultats obtenus ou fournis (ordre de grandeur des valeurs calculées, exploitation des conditions opératoires d'une transformation, évaluation de la pertinence d'une analyse rétro-synthétique).

L'autonomie, la prise d'initiative, la capacité d'interaction et d'échange, de communication orale dans un langage scientifique pertinent et adapté sont évaluées de manière transversale sur l'ensemble des questions du sujet.

Analyse globale des résultats

Le jury a assisté à d'excellentes prestations et à d'autres plus ou moins satisfaisantes, de ce fait, l'échelle de notes disponible est totalement utilisée. Les connaissances de la plupart des candidats sont bien maîtrisées mais leur mobilisation requiert souvent l'aide de l'examineur : l'autonomie dans la résolution d'une tâche complexe ou d'un problème, la prise d'initiative pour proposer une exploitation des données fournies ou une voie de résolution sont présentes dans tous les sujets mais insuffisamment maîtrisées chez un certain nombre des candidats. L'appropriation et la lecture intégrale du sujet ne sont pas toujours conduites avec la rigueur nécessaire.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

L'épreuve orale de chimie évalue les candidats sur leur capacité à élaborer et à présenter un raisonnement chimique argumenté.

Pour l'essentiel, la note obtenue ne dépend pas du nombre de questions traitées ou de la quantité de travail abattu, mais bel et bien de la qualité de l'échange qui a lieu avec le jury. Dans ce cadre, une solide maîtrise du cours, l'utilisation d'un vocabulaire précis, une lecture soigneuse et attentive du sujet, les qualités d'écoute sont autant de points qui préparent une prestation de qualité, par ailleurs fournie par une grande partie des candidats.

Lors du passage à l'oral, il est conseillé de structurer son tableau, en colonnes par exemple, de soigner la forme et la rigueur de la présentation, et de prendre le temps d'exposer, sans pour autant s'appesantir exagérément sur telle ou telle question. Ainsi, il n'est souvent pas utile de développer toutes les étapes des calculs ou raisonnements réalisés en préparation. L'exposé concis des hypothèses et principaux résultats

peut suffire, le jury se réservant toujours la possibilité de revenir sur un point du raisonnement, ou de poser une question sur les éléments avancés. Le temps ainsi gagné peut être consacré à la résolution de questions non abordées en préparation, ou à des échanges autour de certains items de la planche traitée.

Réactivité et transformations en chimie organique

La chimie organique a particulièrement mis en évidence la disparité des acquis des candidats.

D'excellents candidats ont une connaissance parfaite du cours et sont capables de le restituer et surtout de l'adapter à des situations nouvelles et originales par analogie. D'autres candidats, plus fragiles, ne maîtrisent pas et confondent les concepts de base tels que les concepts d'électrophilie-nucléophilie et d'acido-basicité. En conséquence, la synthèse des amides constitue une difficulté pour de nombreux candidats.

Les questions abordant un aspect quantitatif sont souvent mal traitées, notamment dans le cadre de mélanges en RMN.

De nombreux sujets proposent des documents avec des schémas de synthèses ou des protocoles expérimentaux à commenter : on peut regretter que les réponses fournies se limitent souvent à de la paraphrase. Dans le cas des synthèses, l'analyse doit être plus approfondie, mettre en lumière les stratégies, les différents types de sélectivités, le choix d'un éventuel catalyseur... Pour les protocoles expérimentaux, le rôle de chaque étape et de la verrerie sont attendus.

Néanmoins, malgré ces remarques, le niveau des candidats reste globalement très honorable en chimie organique.

Solutions aqueuses

Les questions impliquant des équilibres en solutions aqueuses ont très fréquemment posé problème aux candidats. Tout d'abord, les définitions des constantes thermodynamiques d'équilibre sont mal maîtrisées. Certains candidats proposent une utilisation de la constante de basicité, pourtant hors programme, qu'ils confondent avec la constante d'acidité. Les équilibres hétérogènes ont soulevé des difficultés similaires. À titre d'exemple, la condition d'apparition d'un précipité ne s'écrit pas $Q_r > K^\circ$ si ces grandeurs sont associées à une équation écrite dans le sens de la précipitation.

En oxydo-réduction, il n'est pas rare que des candidats tentent d'équilibrer une équation de réaction sans écrire les demi-équations électroniques au préalable, ce qui les conduit souvent dans une impasse. Les calculs de nombre d'oxydation ont souvent été déterminés.

De nombreux candidats éprouvent des difficultés à modéliser une transformation en solution aqueuse par une équation de réaction pertinente. Au préalable, il peut être utile de faire l'inventaire des espèces introduites, d'en identifier les réactivités (acide, base, oxydant, réducteur, ligand...), de commenter les ordres de grandeur des quantités introduites, d'établir des diagrammes de prédominance ou encore d'associer les domaines d'un diagramme potentiel-pH vierge aux espèces concernées. Ces outils précieux ne sont mobilisés que trop rarement par les candidats. Ainsi, le jury a souvent vu des candidats proposer, comme support de titrage, des réactions entre des espèces inexistantes ou encore des réactions thermodynamiquement défavorables, sans le moindre commentaire de leur part.

Concernant les titrages, nombreux sont les candidats qui lisent la valeur du pK_a à l'équivalence. Par ailleurs, certains candidats traduisent systématiquement les relations à l'équivalence en termes de concentrations puis se perdent dans les facteurs de dilution, alors que des raisonnements en quantité de matière seraient plus immédiats, notamment pour les titrages indirects.

L'utilisation des courbes courant-potentiel est difficile pour certains, et a conduit à des contre-sens, notamment des confusions entre oxydation et réduction, ou entre transformation spontanée et transformation forcée.

Thermodynamique

Le cours de thermodynamique est globalement bien maîtrisé par la majorité des candidats mais la rigueur du vocabulaire utilisé fait parfois défaut, conduisant à de graves confusions, notamment entre enthalpie, enthalpie libre et entropie, et état standard ou non. Les notions de réaction de formation et d'état standard de référence d'un élément ne sont pas toujours connues. L'établissement de cycles thermodynamiques pour déterminer une enthalpie standard de réaction est souvent laborieux. Certains candidats n'ont pas le réflexe d'exprimer une équation de réaction comme une combinaison linéaire d'autres équations de réaction afin de déterminer des grandeurs thermodynamiques d'équilibre. Le signe de l'enthalpie libre standard de demi-réaction d'oxydoréduction pose problème. L'expression de l'enthalpie libre en fonction des potentiels chimiques est inconnue d'un grand nombre de candidats.

La relation de Van't Hoff est en général bien connue mais son intégration pose parfois problème. Les calculs de l'enthalpie standard de réaction, de l'entropie standard de réaction et de l'enthalpie libre de réaction sont bien menés et des commentaires sur les valeurs déterminées sont appréciés. Pour l'étude de l'optimisation d'un procédé chimique, l'évocation de la loi de Van't Hoff, de Le Chatelier ou plus généralement des lois de modération ne peut être suffisante : une justification précise à partir de la condition d'évolution spontanée d'un système et donc du signe de l'affinité ou de l'enthalpie libre de réaction dont les expressions sont parfois erronées, ou de la comparaison du quotient réactionnel et de la constante thermodynamique d'équilibre est attendue. Un commentaire sur la cinétique ou les choix de l'expérimentateur est valorisé. L'écriture du quotient réactionnel pose parfois problème, l'expression de l'activité d'un constituant en phase gaz, ou en mélange idéal étant souvent fautive. Par ailleurs, il est étonnant que certains candidats confondent l'état liquide et l'état dissous en solution.

La détermination de la variance ne peut être effectuée par l'application de la règle de Gibbs : une justification rigoureuse s'appuyant sur les paramètres intensifs décrivant le système et les relations entre eux est attendue.

Le nom des courbes des diagrammes binaires n'est pas toujours connu et l'attribution des espèces aux différents domaines parfois erronée. Certains candidats rencontrent des difficultés lors de l'application du théorème des moments chimiques. L'utilisation de ces diagrammes pour l'analyse d'une distillation simple ou fractionnée pose problème à certains candidats qui peinent à déterminer la composition du distillat et du résidu et à justifier leur raisonnement. Enfin, il est regrettable que certains confondent colonne de Vigreux et réfrigérant.

Cinétique

Les sujets qui nécessitent l'exploitation de résultats expérimentaux afin d'établir une loi de vitesse sont souvent bien traités par les candidats qui sont familiers des méthodes classiquement utilisées. Toutefois, bien qu'une analyse préalable des conditions initiales soit indispensable, elle n'est pas toujours rigoureusement menée.

Il est fréquemment laissé au candidat le choix d'utiliser sa calculatrice ou d'exploiter un script python : les données à exploiter y sont déjà renseignées et un code, pour réaliser les régressions linéaires, déjà implémenté ce qui permet au candidat de gagner un temps précieux.

Les candidats rencontrent davantage de difficultés lorsqu'il leur est demandé d'établir un système d'équations différentielles à partir d'un mécanisme réactionnel très simple. Le jury a apprécié les échanges avec les quelques candidats qui ont su, en revanche, rapidement établir ces équations et pu exploiter les simulations numériques de résolution qui leur étaient proposées.

Enfin, la détermination de lois de vitesse à partir de mécanismes avec catalyse, de type Michalis et Menten, ont été la source de difficultés pour nombre de candidats, malgré les indications apportées par le jury et bien qu'aucune connaissance spécifique relative à la catalyse enzymatique ne soit nécessaire.

Cristallographie

Les candidats maîtrisent en général bien les compétences associées à cette partie du programme. Le jury note toutefois une confusion fréquente entre population d'une maille et coordinence. Le calcul de masse volumique est très souvent efficacement mené mais des classiques erreurs d'unité dans les applications numériques conduisant à des résultats aberrants demeurent.

Conclusion

L'oral de chimie évalue, outre les connaissances, méthodes et raisonnements figurant dans les programmes de CPGE, la capacité à les transposer dans un contexte inspiré d'expériences du quotidien, d'articles ou de travaux de recherche. Construite autour d'une problématique, l'épreuve évalue des compétences largement complémentaires à celles évaluées lors des épreuves écrites et nécessite que le candidat s'engage dans un échange avec l'examineur.

Dans ce contexte, le jury tient à souligner la qualité de la préparation de la grande majorité des candidats, qualité attestée par une moyenne supérieure à 11/20. Le format de l'épreuve est bien compris par les candidats.

L'écart-type, cette année encore élevé, témoigne à la fois de l'excellence de certaines prestations (attitude constructive, précision systématique des arguments, réactivité aux conseils formulés par les examinateurs) et des difficultés rencontrées par certains candidats (socle de connaissances fragiles, difficulté à les transposer dans un contexte nouveau malgré l'échange avec le jury...)

Certains sujets utilisent des scripts rédigés en langage python pour aider à la résolution numérique d'un problème chimique ou pour traiter des données. Les candidats ont semblé à l'aise avec l'utilisation de ces outils dans un contexte chimique.

De manière générale, le jury a particulièrement apprécié les candidats qui parvenaient à synthétiser les calculs réalisés en préparation pour en présenter les principales étapes ainsi que les lois et modèles mis en œuvre. Ces candidats ont pu avoir plus de temps au tableau pour avancer dans la résolution de la problématique par l'échange avec le jury.

Enfin, la réalisation des applications numériques reste essentielle aux yeux du jury pour évaluer le regard critique du candidat ou pour l'aider à déceler une erreur de raisonnement lorsque le résultat est manifestement aberrant.

Travaux pratiques de chimie

Présentation de l'épreuve

L'épreuve de travaux pratiques de chimie de la filière PC dure trois heures, consacrées à l'élaboration, l'analyse la mise en œuvre de protocoles, à l'exploitation des résultats expérimentaux ainsi qu'à la rédaction d'un compte rendu.

Cette épreuve pratique vise à évaluer les compétences expérimentales acquises lors des deux années de formation en classes préparatoires aux grandes écoles PCSI et PC. Elle permet aussi d'apprécier la capacité des candidats à organiser leur temps de travail et à s'adapter à une situation nouvelle.

Les sujets proposés prévoient des appels. Un appel est un échange oral entre le candidat et l'examinateur. Cet échange permet à l'examinateur de lever d'éventuelles situations de blocage et d'apprécier les compétences scientifiques, expérimentales et les qualités d'expression orale.

La remise d'un compte rendu permet de juger les qualités de rédaction et de présentation des candidats.

Les sujets proposés portent sur la chimie organique et/ou générale et sont contextualisés. Ils ont pour but de répondre à une problématique clairement identifiée en lien avec une synthèse organique ou inorganique, une analyse quantitative, un contrôle qualité, une optimisation etc.

Analyse globale des résultats

Les candidats maîtrisent le format de l'épreuve mais trop nombreux sont ceux qui ne parviennent pas à optimiser leur temps de travail. Les temps d'attente inhérents à certaines manipulations ne sont pas mis à profit pour mettre en œuvre une nouvelle expérimentation en parallèle si bien qu'à la fin de l'épreuve le sujet n'a été que partiellement abordé.

Les gestes manipulateurs ainsi que l'exploitation des manipulations classiques (titrage direct par exemple) sont bien maîtrisés. Le jury note cependant la difficulté de nombreux candidats à se confronter à une situation plus complexe (titrage indirect par exemple).

La grande majorité des candidats omet de porter un regard critique sur les résultats obtenus et sur les manipulations mises en œuvre. Pourtant, leur avenir professionnel les amènera plus probablement à fournir une analyse critique de résultats qu'à la mise en œuvre d'un protocole. La compétence Valider est peu évaluée car peu de candidats la mettent en place correctement.

La suite du rapport met en avant les points à améliorer. Il est néanmoins important de noter que le jury est globalement satisfait de l'ensemble des prestations des candidats qui montrent une bonne maîtrise expérimentale tant en chimie organique que générale. Le jury a eu le plaisir d'évaluer d'excellents candidats qu'il tient à féliciter.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Lors de la présentation de l'épreuve, des recommandations sont faites aux candidats notamment celle de lire rapidement l'intégralité du sujet. Comprendre les enjeux et l'objectif final du sujet proposé, repérer les parties indépendantes, prendre en considération les temps d'attente inhérents à une manipulation, prendre connaissance des données utiles à la réalisation du sujet, sont autant d'aides à l'organisation du travail

au cours de l'épreuve. Malheureusement, de nombreux candidats font le choix d'une lecture approfondie du sujet alors qu'une manipulation dont le protocole est fourni et mettant en jeu un long temps d'attente pourrait être mise en place très rapidement. Ils s'en trouvent pénalisés à la fin de l'épreuve.

Par ailleurs, le jury a souvent constaté que les candidats traitent presque systématiquement les sujets proposés dans l'ordre des parties proposées et n'abordent la partie II que lorsque la partie I est terminée. Quand l'ordre des parties ne peut être modifié, cela est clairement indiqué dans le sujet. Si tel n'est pas le cas, il est recommandé d'anticiper la planification des différentes manipulations dans un ordre pertinent. Quand une manipulation proposée en fin de sujet nécessite un temps d'attente relativement important, une mise en garde des candidats est faite en début de sujet ; il est regrettable que peu de candidats en tiennent compte.

Les appels sont des échanges entre le candidat et l'examineur. Le dialogue établi permet, en particulier, de lever des situations de blocage. Trop de candidats tardent à appeler l'examineur s'ils éprouvent des difficultés pour répondre aux attendus de l'appel. Il faut garder à l'esprit que le temps consacré à l'appel est du temps pris sur la réalisation des expérimentations et l'analyse des résultats expérimentaux. Il est rappelé ici que les candidats ont la possibilité de ne donner qu'une réponse parcellaire à un appel, qui sera de ce fait évaluée, ou de ne pas répondre au contenu d'un appel. Si ce dernier porte sur l'élaboration d'un protocole, le protocole peut être demandé à l'examineur. Ce choix est très rarement fait par les candidats. Il permet pourtant parfois d'optimiser la gestion de l'épreuve.

Une bonne gestion du temps est indispensable à la réussite de cette épreuve. Il est indispensable de mettre à profit les temps d'attente pour réfléchir à la suite du sujet ou mettre en place une nouvelle expérimentation. Les sujets à dominante chimie organique comportent une partie chimie générale qui peut très souvent être réalisée durant la durée d'un reflux par exemple.

Comme les années précédentes, le jury a constaté des difficultés récurrentes des candidats à traiter des sujets ou des parties de sujets portant sur l'analyse quantitative en solution aqueuse. La mise en œuvre de la manipulation ne pose pas de problème mais l'élaboration du protocole et l'exploitation des résultats expérimentaux de nombreux titrages s'avèrent difficiles voire insurmontables quand il s'agit de mélanges ou de titrages indirects. L'écriture d'une réaction d'oxydoréduction pose très souvent problème et la stœchiométrie de la réaction support du titrage n'est pas prise en considération si bien que la relation à l'équivalence s'avère fautive. Le jury insiste sur le fait qu'un titrage permet tout d'accéder à une quantité de matière. Cette dernière permet d'accéder à une concentration et c'est le but recherché lorsqu'il s'agit de l'étalonnage d'une solution par exemple. Mais, si une masse connue de solide est engagée, elle permet aussi d'accéder à la masse du composé réellement engagé et déterminer ainsi un taux d'hydratation par exemple.

L'exploitation des résultats expérimentaux pour la détermination d'une enthalpie standard de réaction par calorimétrie pose toujours autant de difficultés aux candidats.

Le fonctionnement d'une pile ou d'un électrolyseur n'est pas maîtrisé et l'interprétation des phénomènes par le tracé de l'allure des courbes intensité-potentiel est une difficulté insurmontable.

Cependant, il est remarquable de voir que des candidats très pragmatiques montrent une grande capacité d'adaptation devant des situations nouvelles. Ils acquièrent très rapidement de l'autonomie sur des appareils, des logiciels ou du matériel qu'ils n'ont pas utilisés dans l'année. Aussi, leur aisance pour mener de concert réflexion, manipulation et rédaction leur permet d'obtenir de très bonnes notes.

Les appels

Les appels sont les moments privilégiés pour un échange oral entre le candidat et l'examineur. Le contenu des appels n'a pas à être retranscrit dans le rapport écrit des candidats. Le jury attend un exposé :

- clair donc structuré et faisant appel à un vocabulaire scientifique juste et précis ;
- concis donc répondant strictement aux attendus de l'appel qui sont listés dans le sujet ;
- précis donc détaillé (verrerie utilisée par exemple) et quantifié (valeur de la masse à peser ou de la prise d'essai à prélever par exemple).

À titre d'exemple pour un titrage, les attendus sont : la nature de la transformation chimique mise en jeu et l'équation de la réaction support du titrage, le choix justifié du suivi du titrage, la valeur du volume ou de la masse à peser pour la prise d'essai, la verrerie ou la balance à utiliser pour les différents prélèvements.

Le vocabulaire employé doit être précis et compris. Beaucoup de candidat confondent burette et éprouvette ; azéotrope et hétéroazéotrope ; extraction et lavage ; isolement et purification ou utilisent le terme « relargage » sans trop savoir pourquoi.

Toutes les données utiles à la préparation de l'appel se trouvent dans le sujet.

Pour la chimie des solutions, le logiciel de simulation dozzzaqueux est à la disposition des candidats. La maîtrise de ce logiciel n'est pas au programme. Certains sujets suggèrent son utilisation sous la forme « On pourra utiliser le logiciel dozzzaqueux... » pour rappeler aux candidats qu'il est à leur disposition. Ce n'est en aucun cas une exigence du jury et une nécessité, les sujets proposés pouvant être résolus avec une simple analyse qualitative des données fournies. Ce logiciel est une réelle aide quand il est bien maîtrisé par les candidats. En revanche, son utilisation pour simuler la courbe de titrage d'un acide faible par une base forte n'est peut-être pas pertinente.

Le choix de l'indicateur coloré pour un titrage avec des réactions acide-base comme support du titrage pose toujours problème. Encore trop de candidats proposent un indicateur coloré dont la zone de virage inclut le pK_a du couple acide-base mis en jeu dans la réaction support du titrage. Alors qu'une simple analyse des espèces majoritaires à l'équivalence permet au minimum de prévoir si le pH à l'équivalence sera acide, neutre ou basique.

L'utilisation des diagrammes potentiel-pH pour interpréter un protocole ou des faits expérimentaux n'est pas bien maîtrisée. De nombreux candidats ont du mal à repérer la dismutation d'une espèce chimique dont le diagramme potentiel-pH de l'élément considéré est fourni. Bien souvent, seule l'oxydation de l'espèce chimique est proposée sans réduction en contrepartie.

La mise en œuvre des protocoles

Des gants sont mis à la disposition des candidats. Le jury en attend un emploi raisonnable et raisonné. Les données de sécurité des substances chimiques engagées dans les manipulations sont indiquées dans le sujet, il revient au candidat d'en prendre connaissance et de juger de la pertinence ou non de porter des gants.

Le jury a constaté un plus grand soin apporté à la réalisation des pesées. Cependant, l'utilisation de la balance de précision est perfectible, peu de candidats pensent à clore les battants de la balance lors de la réalisation de leur pesée. La pesée directe d'un solide dans une fiole jaugée est déconseillée. Il est conseillé de dissoudre au préalable le solide dans un bécher plutôt que directement dans la fiole jaugée. De façon générale, le transvasement de la coupelle (ou du sabot de pesée) est rarement quantitatif, très peu de

candidats pensent à la rincer ou à la reposer afin de déterminer la quantité de matière effectivement mise en jeu.

De même, les candidats rincent rarement le bécher ayant servi à la dissolution d'un solide.

Le jury attend des candidats une utilisation raisonnée de la verrerie. Prélever le solvant à la pipette jaugée témoigne d'une mauvaise maîtrise du protocole mis en œuvre. En chimie organique en particulier, l'utilisation de la verrerie la plus précise n'est pas forcément la plus adaptée. Les candidats sont encore très réticents à peser des liquides, or il s'agit d'une technique tout à fait pertinente pour le prélèvement précis d'une quantité de matière donnée. Le jury rappelle qu'il faut éviter le plus possible les transvasements et qu'il est aussi possible d'effectuer une pesée directement dans le ballon qui servira à réaliser la transformation chimique.

Le maniement des pipettes jaugées ainsi que des propipettes est perfectible. Remplir une burette ou compléter une fiole jaugée avec une pipette jaugée est peu pertinent.

Il est à noter qu'une burette peut aussi servir à préparer des solutions avec précision. Peu de candidats envisagent son utilisation pour la réalisation de solutions nécessaires au tracé d'une courbe d'étalonnage. Le remplissage des burettes n'est pas maîtrisé. Il est rappelé qu'un bon usage de la burette est conditionné par l'absence de bulles d'air.

En ce qui concerne les titrages, une prise de points rapprochés au voisinage de l'équivalence est attendue pour les suivis par potentiométrie. Le jury conseille aux candidats de tracer la courbe en même temps que la réalisation du titrage. Un titrage rapide et un titrage lent ainsi que deux titrages concordants sont bienvenus pour les suivis par colorimétrie.

En spectrophotométrie, il convient de faire les mesures dans la même cuve qui a servi à faire le blanc et la cuve doit être rincée avec la solution dont on souhaite mesurer l'absorbance. Le blanc n'est pas forcément réalisé avec de l'eau.

En chimie organique, le jury rappelle que les montages de verrerie doivent être sécurisés : support élévateur positionné de façon à pouvoir retirer la source de chauffage rapidement, fixation ferme avec une pince deux doigts du ballon, fixation des fioles à vide pour une filtration sur Buchner. Une fixation lâche du réfrigérant ne signifie pas que les doigts de la pince ne doivent pas être en contact avec lui. Certains candidats confondent réfrigérant droit avec réfrigérant à boules ou colonne de Vigreux. Le montage d'hydrodistillation n'est pas toujours maîtrisé. Les durées de reflux sont à comptabiliser à partir du début de la condensation des vapeurs et non à partir du début du chauffage. Si un contrôle de la température du milieu réactionnel doit être fait, le thermomètre doit plonger dans la solution.

Le type de barreau magnétique (droit ou ovoïde) doit être adapté à la verrerie utilisée.

Une filtration par gravité est usuelle après un séchage de la phase organique. Pour ce faire, un entonnoir et un bout de coton suffisent.

Une tare du ballon utilisé pour l'évaporateur rotatif est conseillée afin de faciliter la détermination d'un rendement. L'évaporateur rotatif est manipulé par le technicien mais c'est au candidat d'indiquer la nature du solvant à éliminer.

Lors de la filtration sur Buchner, le filtre est trop rarement humidifié avec le solvant. L'aspiration est rarement coupée lors du lavage du solide. Le transfert du solide est rarement quantitatif.

Le jury rappelle que seule une très faible quantité de solide est nécessaire pour la mesure d'une température de fusion. Le banc est étalonné avec des références de grande pureté et de ce fait fort coûteuses. Pour la mesure d'une température de fusion d'un produit inconnu, si la température de fusion trouvée dans la littérature n'est pas fournie, il convient de ne pas utiliser un étalon au hasard mais de tester la zone de fusion sur un petit échantillon pour choisir ensuite un étalon adapté.

La cuve de CCM est rarement saturée en éluant à l'avance et reste souvent ouverte. Cependant, les dépôts sont généralement bien réalisés.

Enfin, l'estimation du pH à l'aide du papier pH se fait en plongeant une baguette de verre dans la solution et non en immergeant le papier pH dans la solution.

L'exploitation des résultats expérimentaux

Identification de l'espèce chimique

Les caractérisations en chimie organique sont mal exploitées, trop nombreux sont les candidats qui se contentent de reporter la valeur d'une température de fusion, de joindre les plaques CCM ou les spectres IR et RMN sans le moindre commentaire.

La valeur d'une température de fusion doit être confrontée à la valeur tabulée et commentée en conséquence. Les plaques CCM doivent être révélées et analysées. Les spectres IR et RMN doivent être clairement exploités. Un signal en IR est repéré par son nombre d'onde et un signal en RMN par le déplacement chimique. Les valeurs correspondantes doivent être indiquées lors de l'attribution.

L'analyse quantitative de l'espèce chimique présente

Il est attendu que les candidats analysent d'eux-mêmes la pertinence des valeurs numériques obtenues, ces valeurs pouvant aller de 10^{-6} à 10^4 mol pour l'avancement de réaction d'une transformation chimique réalisée durant l'épreuve.

Un rendement se calcule par rapport au réactif limitant. Cela suppose que ce dernier a été clairement identifié par le calcul des quantités de matière mises en jeu.

Des logiciels permettant le tracé de courbes sont mis à la disposition des candidats. Aucune aide n'est apportée à la prise en main de ces logiciels mais des tutoriels sont accessibles sur le bureau de l'ordinateur.

Lorsque, par exemple, l'acquisition d'une grandeur physique en fonction du temps est disponible, il serait bon de tracer l'évolution de cette grandeur en fonction du temps avant de se lancer dans une régression linéaire pour l'exploitation des résultats expérimentaux. Suite à une erreur de préparation du mélange, un manque d'homogénéisation, une mauvaise utilisation du capteur... certains candidats obtiennent une grandeur quasi constante ou erratique sans y prêter attention. Leur seul regard « critique » se porte bien trop souvent uniquement sur la valeur de R carré.

La mise en œuvre d'une expérience est l'occasion pour les membres du jury d'évaluer la capacité des candidats à adopter une démarche critique et réflexive sur le contenu, les conditions opératoires et la nature des opérations d'un protocole donné. Il est ainsi nécessaire que les candidats vérifient la pertinence des résultats obtenus (comparaison à des références, informations tirées de la littérature...) et réfléchissent aux sources d'incertitudes. Malheureusement peu de candidats utilisent les arguments liés à la variabilité de la mesure, ou encore les évaluations de type A et de type B des incertitudes, pour interpréter et valider leurs résultats expérimentaux. Le nouvel esprit lié à cette notion d'incertitude de mesure est une priorité dans la réforme du baccalauréat 2021. Ce cadre d'évaluation des incertitudes tâche d'éviter toute dérive calculatoire au profit d'une prise de recul vis-à-vis des mesures effectuées. Ainsi, les candidats pourraient enrichir leur compétence « Valider » de la démarche scientifique décrite dans les programmes de lycée, CPGE et STS. Dans les nouveaux programmes de CPGE, des outils de validation pertinents ont été introduits comme l'écart normalisé (ou z-score) à la place de l'écart relatif, les simulations Monte-Carlo ou l'utilisation d'une procédure de validation fondée sur la régression linéaire. Les candidats pourront consulter avec intérêt la ressource « Mesure et incertitudes au lycée » <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>, publiées sur Eduscol le 5 juillet 2021, à propos du traitement des incertitudes au lycée.

Le compte-rendu

Le jury rappelle que ni le contenu des appels, ni les protocoles, ni les montages de verrerie mis en œuvre n'ont à y être reportés. Le rapport écrit est sensé rendre compte des observations faites lors des expériences et fournir une exploitation et une analyse des résultats expérimentaux obtenus. Pour ce faire, la démarche utilisée pour atteindre la valeur cible doit être explicitée de façon concise et précise. La valeur cible d'un titrage n'est pas un volume équivalent mais une quantité de matière. Cet objectif ne peut être atteint qu'après l'écriture de la réaction support du titrage. Cette étape présente de grandes difficultés en oxydoréduction et est difficilement surmontable pour certains candidats sans aide dans le cas de titrages de mélanges. Quand la valeur cible est obtenue, elle est rarement assortie d'une incertitude-type même si certains progrès ont été constatés. Elle n'est quasiment jamais confrontée à la valeur de référence attendue ou tabulée. Très peu de candidats font part de leurs observations expérimentales (changement de couleur, apparition ou disparition d'une phase, échauffement ou refroidissement du milieu par exemple) ou portent un regard critique sur les manipulations ou les résultats obtenus.

Conclusion

Le jury souhaite que le présent rapport aide au mieux les futurs candidats au concours Centrale-Supélec. Ce rapport tente d'identifier quelques 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 et la maîtrise des gestes dont beaucoup font preuve.

Travaux pratiques de physique

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. Il s'agit d'étudier un phénomène particulier (électricité, électronique, optique) 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'épreuve nécessite généralement l'élaboration et la mise en œuvre d'un ou plusieurs protocoles expérimentaux, une interprétation et une présentation des résultats, accompagnées éventuellement de quelques justifications théoriques. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou à proposer par 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, 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.

Cette épreuve ne nécessite pas de mesures de sécurité particulière. Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle) lorsqu'il n'est pas fourni par le concours. Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les appareils connectés (et en particulier les téléphones portables) et les clés USB sont interdits. Les montres sont interdites dans certains centres d'examen mais dans ce cas un réveil ou une horloge est mis à disposition des candidats. Durant l'épreuve, les étudiants disposent de la notice des appareils et des modes d'emploi succincts des différents logiciels mis à leur disposition. Dans certains cas, l'examinateur ou un technicien peut également expliquer le fonctionnement de certains dispositifs.

Analyse globale des résultats

Certains candidats 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, 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'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Certains candidats ont une attitude trop attentiste qui nuit à leur efficacité. Une utilisation raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examinateur en cas de difficultés améliorerait les prestations. Beaucoup de 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 permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité.

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

Enfin, les candidats doivent faire la différence entre un test qualitatif et une mesure précise de manière à ne pas perdre de temps. Dans le sujet, figurent deux ou trois appels à l'examineur, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs résultats. Certains déclenchent ces appels sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude évidemment contraire à l'esprit de l'épreuve.

La synthèse écrite demandée en fin d'épreuve est souvent absente ou se limite à un simple résumé, parfois de quelques lignes, parfois au contraire trop long, énonçant les résultats obtenus ou les difficultés rencontrées. Ce n'est pas du tout ce qui est demandé. Le but de la synthèse est de prendre du recul et de montrer l'intérêt de la manipulation.

Interaction avec l'examineur

Les candidats sont dans leur grande majorité courtois. Le jury regrette toutefois qu'ils ne soient pas toujours attentifs aux remarques et propositions de l'examineur car ces dernières sont formulées dans le but d'aider les candidats. Un nombre croissant de candidats attribue les résultats expérimentaux erronés à des dysfonctionnements présumés du matériel et ont des difficultés à prendre en compte les indications apportées par l'examineur pour les aider à corriger leur protocole expérimental (par exemple lors de mesures automatiques en AC+DC mal comprises).

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). Un mauvais choix de fonctions par certains candidats (maximum ou tension crête-à-crête au lieu d'amplitude, retard au lieu de phase...) rend les mesures moins précises ou moins faciles à effectuer. Beaucoup de candidats ont des difficultés pour la mesure de déphasages (notamment sur le signe) et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque l'oscilloscope ne fournit pas une mesure du déphasage. Enfin certains candidats font confiance à la fonction « mesure » alors même que le signal est à peine visible à l'écran.

Le choix des paramètres d'analyse spectrale est mal maîtrisé, en particulier concernant le choix de la durée d'observation.

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

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

On note toujours 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, le candidat ne doit pas hésiter à demander confirmation à l'examineur.

Certains candidats rencontrent des difficultés pour effectuer des tracés (échelle non présente, choix de l'échelle non adaptée). Beaucoup ne savent pas relever puis exploiter un tracé fréquentiel (identifier un gain statique ou une fréquence de coupure, calculer une pente en échelle logarithmique). Plusieurs candidats utilisent l'asymptote en hautes fréquences du tracé fréquentiel d'un filtre passe-bas, pour identifier sa constante de temps alors que c'est moins précis que l'intersection des asymptotes ou l'utilisation de la fréquence de coupure.

Très peu de candidats prennent le temps à la fin de l'épreuve pour faire la synthèse et une conclusion de l'épreuve. Quelques candidats attendent la fin de l'épreuve (15 min avant la fin) pour rédiger le compte-rendu, alors qu'ils devraient le rédiger tout le long de l'épreuve au lieu de consacrer la fin de l'épreuve pour faire la synthèse et la conclusion.

Concernant le matériel utilisé en optique, les candidats de la filière PC l'utilisent globalement en connaissance de cause, et font des réglages et mesures avec soin, ce qui est très appréciable. Certains candidats ne savent pas reconnaître une lentille divergente d'une lentille convergente ou utilisent des termes approximatifs, confondant les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). Mais globalement le niveau en optique est satisfaisant. 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). Sur le goniomètre, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles incidents et réfractés ou diffractés par un réseau.

Concernant les résultats expérimentaux, leur incohérence ne semble 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 ou l'ordinateur à leur disposition et dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte rendu.

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. Quelques candidats peu familiers avec le papier semi-logarithmique portent en abscisse le logarithme de la fréquence au lieu de la fréquence. Certains candidats ont des difficultés à exploiter le relevé expérimental (identifier un gain statique ou une fréquence de coupure à partir des tracés de la réponse fréquentielles).

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

Dans d'autres cas, les candidats ne pensent pas toujours à essayer de se ramener au tracé d'une droite pour démontrer une loi physique. Inversement, de nombreux candidats essaient de faire passer une droite par des points qui n'ont pas de raison particulière d'être alignés. Dire qu'une courbe est une droite après avoir placé seulement trois points n'est pas très rigoureux et il convient de placer tous les points mesurés avant de conclure.

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

Compétence « communiquer »

À l'oral

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

À l'écrit

Un compte rendu succinct rapportant les mesures et les exploitations est demandé. Là encore, le jury attend clarté et concision. Dans ce compte rendu le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Apporter une réponse argumentée à la problématique exposée en début de sujet est très apprécié. Toutefois, il ne faut pas développer les commentaires des résultats et le détail des protocoles déjà traités à l'oral car ils ont déjà été évalués.

Enfin, le candidat doit s'efforcer de rédiger son compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible. Les résultats doivent être soulignés ou encadrés. Les tableaux de mesures sont appréciés, mais trop rares. En fait, trop de candidats se satisfont d'une seule mesure. L'épreuve est certes en temps limité, mais répéter une mesure est utile pour comprendre quels effets peuvent intervenir dans l'évaluation de l'incertitude associée la mesure.

Conclusion

L'épreuve de travaux pratiques de physique requiert de la part des candidats des qualités d'appropriation du sujet et d'analyse. Après avoir réalisé les manipulations, il convient d'en exploiter les résultats expérimentaux et d'avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus. Réussir l'épreuve demande aussi une bonne organisation, une bonne gestion du temps et une communication exemplaire à l'écrit comme à l'oral. Le jury espère que ce rapport permettra aux futurs candidats de bien engager leur préparation.

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

Sciences (Arts et Métiers)

Présentation du sujet

Objectifs de l'épreuve

L'objectif de cette épreuve est de confronter le candidat au réel, d'apprécier sa capacité à mobiliser ses connaissances théoriques dans différents domaines de la physique (mécanique, électricité, thermodynamique,...) et à les appliquer sur un dispositif réel fourni lors de l'épreuve.

Dans cette épreuve les compétences générales évaluées sont : analyser, modéliser, résoudre et communiquer. Ces compétences sont à mobiliser afin d'expliquer le fonctionnement d'un système et en justifier les performances. Il s'agit d'identifier des phénomènes physiques et leur mise en œuvre pratique dans un système ou sous système de type industriel ou grand public.

Les pré-requis strictement nécessaires à l'épreuve sont liés aux enseignements de sciences industrielles du 1^{er} semestre de 1^e année, ainsi que de physique des 2 années, **quelle que soit l'option et la filière**.

Organisation de l'épreuve

Phase de préparation (30 min)

Le candidat est dans une salle de préparation séparée de la salle d'examen, le jury n'intervient pas durant cette préparation.

Le candidat dispose d'un système ou d'un sous-système réel, d'un document explicatif, associant schémas, graphes,... présentant ses composants et permettant d'en comprendre le contexte d'utilisation, les constituants, le fonctionnement, ainsi que si besoin des outils nécessaires au démontage. Selon les cas, le système peut être mis en fonctionnement.

Lors de sa préparation, le candidat doit observer, manipuler, analyser et éventuellement séparer les constituants de ce système (tout le matériel nécessaire est fourni au candidat). Le candidat doit également préparer des réponses aux différentes questions énoncées sur le document remis au début de l'épreuve.

Structure du sujet

Après les informations sur le contexte et la constitution du système, il est demandé aux candidats :

- d'expliquer la nature du matériel, de le resituer dans son contexte ;
- d'expliquer la chaîne de transmission d'énergie, le principe de fonctionnement interne, etc... ;
- d'exposer un phénomène physique (au choix du candidat) ayant un lien avec le système ;
- d'exploiter une modélisation d'une partie du système pour appliquer et transposer des connaissances.

Un questionnaire guide le candidat.

Phase d'interrogation (25 min)

Lors de l'interrogation, dans un premier temps, le candidat doit être capable d'identifier les principales fonctions du système et les éléments de son contexte de fonctionnement.

Il doit également préciser les frontières de l'étude, le contexte d'utilisation du système ainsi que les flux mis en jeu (matière, énergie et information). Cette analyse lui permet de justifier les fonctions assurées par le système étudié.

Le candidat doit également être capable de décrire les différents phénomènes physiques mis en jeu et de donner des éléments de modélisation de ces phénomènes dans le but d'étudier les performances du système. Le candidat doit être moteur et c'est à lui de choisir le ou les phénomènes à modéliser.

Dans un second temps, il doit fournir les réponses aux questions liées au système étudié, dans l'ordre qu'il souhaite. Toutes les questions ne sont pas forcément à traiter.

Au cas par cas, le jury guide et oriente, il s'adapte au profil du candidat. Il ne s'agit pas d'une épreuve écrite ; le jury privilégie la stratégie et les méthodes de calcul aux résultats. Toutefois, la calculatrice est autorisée.

Évaluation

Au cours de l'interrogation orale, le candidat est évalué sur les points suivants :

- analyse du système (présentation du contexte, limite de l'étude, exigences fonctionnelles, interactions avec l'extérieur, identification des flux MEL...) ;
- identification et modélisation d'un phénomène physique ;
- capacité à s'approprier les informations fournies par le jury, à les synthétiser et à « rebondir », esprit d'analyse, capacités déductives ;
- pertinence des réponses par rapport aux questions du jury ;
- comportement général du candidat (autonomie, dynamisme, curiosité, esprit critique, bon sens, élargissement, rigueur et soin) ;
- communication - expression orale et écrite (tableau), clarté et précision du vocabulaire.

Analyse globale des résultats

En général, les candidats réagissent de manière satisfaisante face à la confrontation avec un système réel à manipuler, même s'ils ne connaissent pas le contexte ou le système. Toutefois, encore beaucoup de candidats n'arrivent pas à mener un exposé de façon autonome et doivent être guidés et relancés. Les présentations au tableau manquent de structuration.

Les modèles sont en général connus (frottement, réduction de vitesse, puissances,... par exemple) mais les candidats peinent à les transposer et à les appliquer à bon escient au cas concret du système étudié.

Le jury constate globalement :

- des candidats mal préparés à mener de façon autonome et efficace un exposé synthétique sur un système réel, en exploitant les informations et illustrations de documents et en manipulant le système ;
- peu de candidats utilisent le tableau pour présenter leur travail ;
- une lecture insuffisante du sujet ; les valeurs données, les informations « constructeur », les schémas ne sont pas exploités et analysés, les candidats n'ont donc pas en main toutes les informations utiles ;
- des difficultés à décrire l'architecture du système étudié, ainsi qu'un vocabulaire technique pauvre ou mal adapté ;

- des candidats déstabilisés par un problème où tout n'est pas décrit ou paramétré ;
- des candidats qui ont du mal à poser un problème de façon simple et rigoureuse, ainsi qu'à réaliser des schémas clairs, lisibles et rigoureux au tableau ;
- des difficultés pour effectuer le passage du réel au modèle et du modèle au réel, ainsi qu'à définir un modèle réaliste et adapté au problème (avec hypothèses et justifications) ;
- des difficultés dans l'expression d'un bilan des puissances mises en jeu (mécanique, électrique, hydraulique...) ou d'un bilan des forces appliquées au système.

Le jury note cependant d'excellentes prestations, toutes filières et options confondues. Ces étudiants, qui obtiennent la note maximale, ont été capables d'observer et analyser un système inconnu et de mobiliser leurs connaissances de physiques et de science de l'ingénieur pour modéliser et estimer des performances, et exposer leur travail de façon autonome et structurée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Présentation globale du système

L'observation et l'exploitation des informations présentes sur les documents ou sur le système doivent permettre l'expression des fonctions, des entrées/sorties, des énergies mises en œuvre...

La chaîne d'énergie est souvent spontanément et correctement décrite.

Le jury constate parfois des difficultés à caractériser les différentes formes d'énergies (mécanique, électrique...), aussi bien qualitativement que quantitativement.

L'expression littérale des puissances est souvent difficile ou erronée. L'expression $P = F \cdot V$ est souvent connue, ce n'est pas le cas pour la rotation et $P = C \cdot \omega$.

Une méconnaissance des ordres de grandeur est également constatée.

Analyse du système et de son fonctionnement

Des candidats semblent déroutés et indiquent ne pas connaître le système. L'exploration des documents et l'observation/manipulation du système réel permettent pourtant de présenter contexte et fonction globale.

Beaucoup d'informations présentes sur les documents ne sont pas lues et utilisées (croquis, nomenclatures, caractéristiques techniques...). Alors que la lecture de schémas facilite la compréhension, ils ne sont souvent pas utilisés spontanément ; la mise en relation entre ces informations et le système réel est souvent partielle. L'analyse des degrés de liberté et de la schématisation en couleurs est souvent un outil pertinent pour décrire un mécanisme.

Des candidats font preuve d'un manque de curiosité et n'explorent pas et ne manipulent pas le système, ou ne le font pas fonctionner ; leur analyse est alors incomplète ou erronée.

Les justifications proposées par les candidats sont souvent imprécises ou incomplètes : l'explication d'un fonctionnement par les phénomènes physiques mis en œuvre est souvent réalisée de façon très partielle. Les relations de cause à effet des phénomènes physiques ne sont pas maîtrisées ou éludées.

Par exemple, « dans un frein, la pression hydraulique est responsable du freinage », la relation pression-force, le rôle des pièces mobiles puis du frottement, sont occultés. Dans certains cas, des confusions entre grandeurs sont constatées (par exemple confusion entre force et pression).

Le principe général de « moteur » et de génération d'énergie mécanique est parfois difficilement exprimé.

Il y a aussi parfois confusion entre rendement et rapport de réduction.

Enfin, quelques candidats semblent déconnectés de la réalité, ne rentrent pas dans le fonctionnement du système, n'arrivent pas à faire le lien entre les croquis et informations du sujet et le système réel, ou bien n'arrivent pas à transposer leurs connaissances théoriques au cas réel proposé.

Analyse physique

Les candidats doivent mobiliser des connaissances et savoir-faire acquis en CPGE, se rapportant au système étudié. Un certain nombre de candidats ne sait pas quoi faire lorsque le jury demande d'exposer un **phénomène physique en lien avec le système étudié**. C'est pourtant la partie du sujet qui se prépare le plus facilement en amont, et ce indépendamment des questions en lien avec le fonctionnement global du système.

Des confusions sont fréquentes entre puissance, travail ou énergie, ainsi que les unités « SI » associées ; leurs expressions ne sont parfois mal connues ($P = C \cdot \omega$ par exemple).

La confusion entre énergie cinétique et travail est assez fréquente.

L'identification des phénomènes physiques mis en œuvre dans le système est souvent incomplète, mais leur appréhension d'un point de vue théorique est correcte. Par exemple, les forces électromagnétiques sont connues, mais beaucoup de candidats ne sont pas capables de les associer au fonctionnement des moteurs électriques.

La notion de couple est souvent occultée.

Le principe de Coulomb est en général connu, mais difficilement relié au cas réel proposé. Certains candidats adoptent un vocabulaire confus pour décrire le phénomène du frottement, et ne dissocient pas les cas adhérence/glissement.

De même, le jury constate également beaucoup de difficultés à transposer les principes thermodynamiques sur des applications pratiques, par exemple une compression ou une détente. Le lien entre les principes de thermodynamique et les systèmes réels étudiés est rarement correctement réalisé. Le premier principe de la thermodynamique est rarement appliqué de façon cohérente sur le système réel.

Enfin, le jury déplore que de rares candidats fassent des affirmations sans lien avec l'existant étudié, sans savoir quelles sont les grandeurs physiques pertinentes ; ces candidats récitent des formules sans savoir à quelle réalité elles s'appliquent.

Méthode

Des candidats perdent beaucoup de temps dans l'analyse du système par manque de méthode. Cette analyse n'est souvent pas faite correctement ou entièrement, du fait d'un réel manque de **sens pratique** qui les conduit à des explications souvent confuses ou imprécises.

Quelques candidats pensent qu'ils ne sont pas capables de réaliser une telle analyse ; or il n'est pas demandé de deviner, mais bien d'observer, de manipuler, de décrire, en lien avec les documents.

Des candidats ont des difficultés à **poser et modéliser correctement un problème**, à proposer un petit modèle graphique simple, ainsi qu'à préciser un paramétrage (repère, points, angles,...) et les grandeurs impliquées. Les hypothèses conduisant au modèle sont rarement formulées et justifiées. De même, les limites du modèle proposé sont rarement évoquées.

Les notations utilisées manquent parfois de rigueur en particulier pour la représentation cinématique ou des efforts (ex. : V ou V_1 ou V_A pour $V_{A \in 1/2}$).

Le terme de principe fondamental de la statique est connu. Cependant, il n'en est pas de même pour son application. La démarche consistant à isoler un solide et faire le bilan des actions mécaniques extérieures n'est pas correctement effectuée. La modélisation des efforts est donc souvent problématique ; par exemple, les actions mécaniques ne sont pas représentées à leur point d'application.

L'équation des moments est parfois oubliée ; ou bien les candidats résumant le principe fondamental de la statique au « théorème du moment cinétique ». De plus, il y a souvent confusion entre moment d'une force, moment d'inertie et moment cinétique.

Il y a parfois confusion entre théorème de l'énergie cinétique et théorème du moment cinétique.

Par ailleurs, beaucoup de candidats s'orientent systématiquement vers le principe fondamental de la dynamique. Ainsi, ce principe débouchant sur des équations vectorielles, génère des calculs fastidieux. Les théorèmes énergétiques peuvent être plus pertinents.

Conseils du jury aux futurs candidats

Les candidats ne doivent pas se présenter à l'épreuve orale avec des signes distinctifs, indiquant la prépa ou le lycée d'origine (tee-shirt par exemple).

Le jury demande aux futurs candidats de s'entraîner à mener un exposé oral de façon autonome, en utilisant le tableau pour réaliser des schémas lisibles.

Le jury apprécie les candidats qui déroulent leur exposé, en mettant en relation leurs connaissances, les modèles et l'application sur le système réel.

Il apprécie également le dynamisme de certains candidats, qui ont montré leur intérêt à l'analyse de systèmes réels, qui ont su faire preuve d'initiative, de curiosité et d'observation, d'un esprit déductif et analytique, tout en étant capable de donner des ordres de grandeur.

L'exposé réalisé par le candidat est aussi un exercice de communication. Il convient donc de parler de manière intelligible, de dessiner des schémas lisibles et en couleur, de façon à convaincre le jury. Ce face à face avec le jury ne dure que 25 minutes. Il ne s'agit pas « d'aller vite », mais d'être efficace et de ne pas perdre de temps.

Pour une première approche globale du système, une description de la chaîne d'information ou d'énergie est souvent pertinente à ce stade.

Certains outils graphiques permettent au candidat de présenter de façon synthétique le contexte ou la constitution du système.

Il est également conseillé de s'imprégner d'un minimum de vocabulaire technique, afin de pouvoir décrire des mécanismes.

Il est important de s'attacher aux phénomènes physiques impliqués, quitte à ne pas faire certaines applications numériques. Il ne s'agit pas forcément de répondre à toutes les questions, ni de les traiter dans l'ordre de lecture.

Les candidats peuvent choisir de traiter les questions où ils se sentent à l'aise. Mais il est souhaitable qu'il effectue une lecture complète et attentive du sujet et de ses illustrations, afin d'exploiter les informations données dans le document (courbes, croquis, ...).

Les candidats ne doivent pas hésiter à manipuler le système pendant la préparation, mais également pendant l'exposé, de façon à montrer des pièces, une cinématique... et appuyer leur propos.

Il est également conseillé aux candidats d'avoir un regard critique sur les valeurs numériques calculées. La vérification des ordres de grandeur, des dimensions des équations peut permettre d'éviter de persister dans des erreurs.

La plupart des candidats semblent avoir les capacités nécessaires pour comprendre le fonctionnement des systèmes et identifier les phénomènes physiques impliqués. Mais le jury note que beaucoup de candidats manquent de sens pratique ; ils ne semblent pas jusque-là avoir **appliqué leurs connaissances sur des systèmes réels**. Il apparaît ainsi un décalage entre leurs connaissances et leur application pratique et concrète. Le jury déplore ainsi dans quelques cas, que des candidats complètement **déconnectés de la réalité**, qui exposent des principes ou des relations, **sans réelle compréhension ni lien avec le réel** (les candidats proposent des formules ou des principes appris par cœur, sans savoir si cela peut s'appliquer ou permet de résoudre la question posée).

Le jury suggère donc aux candidats d'être davantage curieux de leur environnement, pour par exemple identifier des cas concrets d'application de leurs connaissances théoriques.

Une adaptation des sujets en lien avec les nouveaux programmes sera réalisée pour la session 2023. Les contenus seront adaptés, mais l'esprit de l'épreuve ne sera pas modifié. Les conseils de ce rapport seront donc toujours d'actualité.

Conclusion

Peu de candidats ont une démarche construite pour mener à bien l'exposé avec un objectif précis et de façon autonome, en adoptant des modèles simples et adaptés à la situation, en posant spontanément des hypothèses et en utilisant des équations simples.

Parfois, un réel manque de bon sens, d'observation et de curiosité surprend le jury.

Allemand

Présentation de l'épreuve

L'épreuve orale d'allemand prend appui sur des articles extraits de quotidiens et hebdomadaires de la presse allemande et de médias en ligne. L'accent est mis sur des textes récents, mais qui permettent de mettre en valeur la préparation des candidats sur deux ans ainsi que leur maîtrise de la civilisation. Les textes pour l'épreuve obligatoire se distinguent des textes proposés à 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 de 20 minutes dans la salle d'examen, ils doivent proposer un compte-rendu et un commentaire (10 minutes en tout) suivis d'un entretien de 10 minutes avec le jury. Les candidats préparent dans la salle où ils passent ensuite devant le jury, ils ont donc à anticiper le bruit que peut occasionner le passage du candidat précédent (protections auriculaires).

Le jury privilégie les prestations qui rendent compte de la richesse des documents et de la manière particulière dont ces derniers abordent un problème.

Les premières questions du jury peuvent pousser le candidat à éclaircir un point de sa présentation ou un aspect du texte qui a été négligé, puis le candidat est guidé par des questions vers une exploitation plus large. Les questions sont ouvertes et doivent conduire à des réponses étoffées. Le jury ne se prive pas de poser une deuxième question quand une réponse est jugée trop brève, trop vague ou trop abstraite.

Le compte-rendu doit s'éloigner de la paraphrase et être autant que possible structuré. Le commentaire ne doit pas être un commentaire plaqué ni hors sujet bien entendu. Lors de l'échange, l'examineur évalue l'aptitude du candidat à s'exprimer spontanément en allemand et à communiquer en s'adaptant à son interlocuteur et à ses questions.

Analyse globale des résultats

Les prestations en langue obligatoire sont cette année encore généralement de très bonne qualité. Elles font état d'une excellente préparation en amont, notamment sur le plan méthodologique et en matière de civilisation. La capacité à proposer une langue authentique sur le plan phonétique se généralise et on est à présent pour la quasi-totalité des candidats très loin d'un écrit oralisé ou d'une conceptualisation en français traduite dans l'urgence. Les échanges avec le jury ont été généralement fluides et soutenus, et c'est souvent avec le regret de ne pas poursuivre que l'examineur a pris congé du candidat à l'issue de l'épreuve.

En langue facultative, les résultats sont plus hétérogènes. Le jury a pu toutefois noter que le nombre de prestations très faibles ou faisant état d'une préparation insuffisante a considérablement baissé. Il se réjouit de la motivation de ces candidats pour qui la LVB n'est pas seulement un acquis supplémentaire, mais un réel investissement et une compétence qui pourra être valorisée de manière décisive sur le plan professionnel.

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 rend 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 n'a pas de signification particulière ne fait qu'alourdir la présentation. Les erreurs de genre sur des mots aussi courants que *der Text*, *der Artikel*, *die Zeitung* et les compléments de temps erronés pour évoquer une date ou une année sont à proscrire.

Le compte-rendu lui-même ne saurait se réduire à une paraphrase, il doit en effet privilégier la structuration autour de thématiques pertinentes et la reformulation. Il convient en outre de bien doser la répartition entre compte-rendu et commentaire, de marquer clairement le passage du compte-rendu au commentaire et de concevoir cette transition comme un enchaînement logique. Un compte-rendu trop bref peut laisser penser que le texte survolé a été mal compris, un compte-rendu trop long peut laisser entrevoir que le candidat n'a pas assez de ressources pour le commentaire. Dans tous les cas il convient de rester dans le délai imparti de 10 minutes en tout pour ces deux phases. Rappelons enfin que si le texte prend à contre-pied une opinion généralement acquise, il convient dans cette phase de respecter l'opinion de l'auteur en notant l'originalité surprenante de son approche, et non de refondre la pensée de l'auteur dans un point de vue plus convenu.

Le commentaire doit être problématisé et structuré et il n'est pas question de faire un exposé plaqué résultant d'un bachotage. Il doit tenir compte de la spécificité du texte et ne doit pas se limiter à un exposé thématique général appris par cœur. Cette année, par exemple, trop de candidats ont voulu à tout prix répondre à la question „*Welche Veränderungen ergeben sich aus dem Angriff auf die Ukraine ?*“, alors que le texte concerné ne s'y prêtait pas vraiment. Ces considérations géopolitiques étaient en revanche pertinentes pour d'autres textes. De manière générale, les références concrètes à l'actualité et la civilisation des pays germanophones sont bienvenues. Ainsi, sur le sujet de la tolérance religieuse et de l'apport de la culture juive à la culture germanique, certains candidats ont pu valoriser leurs connaissances sur l'*Aufklärung*. Il en a été de même au sujet de la vie démocratique en Allemagne ou des institutions. Il a été toutefois constaté des lacunes chez certains candidats de langue optionnelle au sujet de la relation franco-allemande, des Traités de l'Elysée et d'Aix-la-Chapelle, ou encore au sujet des partis politiques allemands et de leur orientation idéologique.

L'entretien avec l'examinateur

Les examinateurs sont bienveillants dans la phase d'entretien de 10 minutes et cherchent surtout à favoriser l'échange pour que les étudiants puissent déployer leurs connaissances linguistiques. En aucun cas n'est attendue une érudition absolue ni une solution définitive aux problèmes de notre temps. Les candidats, qui sont invités à bien maîtriser le vouvoiement, doivent accepter avec enthousiasme et confiance ces questions ouvertes qui leur sont posées et ne pas se réfugier dans l'abstraction ni dans des réponses très brèves. Naturellement, dans cette phase, la connaissance de l'actualité et de la culture des pays germanophones est une fois de plus un point d'appui considérable pour le déploiement fluide de la langue. Pour ne pas rester bloqué dans des impasses du type „*es ist kompliziert*“, il convient de prendre ses distances vis-à-vis des généralités et de privilégier l'argumentation concrète.

La correction de la langue

La fluidité, le respect de la phonétique et la correction morphosyntaxique demeurent des critères pour départager les candidats. Certaines règles phonétiques sont malmenées (o long fermé dans *Hochschule* et o bref ouvert dans *Rolle* ou *wollen*, i long dans *Miete* et non i bref comme dans *Mitte*). Chez les candidats de langue optionnelle surtout, il convient de combler des lacunes portant entre autres sur l'ordre de la phrase, les degrés de l'adjectif, la conjugaison des verbes forts ou la rection des verbes. Pour mémoire, la déclinaison du groupe nominal n'est pas un casse-tête chinois, mais un mécanisme cohérent ayant pour but de délivrer du sens.

Sur le plan lexical, les candidats devraient veiller à enrichir leur lexique au niveau du groupe verbal et à ne pas systématiser l'usage de l'expression „*es gibt*“. Ils se prépareront de même à citer les noms de pays

et à pouvoir en évoquer les habitants (noms géographiques et ethnonymes). Parmi les lacunes relevées cette année, *die Ukraine, Russland, der Franzose (-n, -n), der Amerikaner (-), die neuen Länder, der Westen*, etc.

Ils se garderont enfin de toute confusion avec l'anglais. Dans cette perspective, il conviendra de maîtriser l'emploi du complément d'agent en allemand, ainsi que des expressions comme *Geld aus/geben, eine Partnerschaft auf/bauen, Zeit verschwenden, eine Frage auf/werfen (i,a,o)* et des mots comme *zeigen, werden, die Verbindung, das Klima, Asien*, etc.

Conclusion

Tant pour la langue obligatoire que pour la langue facultative, l'épreuve d'allemand se veut donc une épreuve ouverte, diversifiée, proposant plusieurs étapes, et donc plusieurs occasions de mettre en valeur son travail et ses qualités linguistiques. Les futurs candidats sont encouragés à aborder cette épreuve avec un allant 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 issus de la presse anglophone récente, préparer un compte-rendu synthétique structuré et un commentaire argumenté et étayé de l'article en question, qu'ils présentent ensuite à l'examinateur pendant dix minutes maximum. La deuxième partie de l'épreuve, qui dure une dizaine de minutes, consiste en un échange avec l'examinateur.

Les articles comportent entre 500 et 600 mots, datent de moins d'un an, et traitent par conséquent de l'actualité de l'année. 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. Il est à noter que les candidats préparent et passent dans la même salle : il est donc 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 s'ils le souhaitent.

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 prestations indigentes 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 compte-rendu

En préambule, il convient de proposer une phrase d'amorce dynamique et pertinente avant d'embrayer sur la présentation de l'article (type, auteur, date, titre du périodique, thématique). Bien que la majorité des candidats aient tenu compte de cette consigne, ils sont encore trop nombreux à occulter la spécificité de l'article et de son point de vue, comme en témoignent des formules passe-partout ("*the document talks about...*", "*it's an informative article dealing with...*"). De même, faire l'impasse sur le statut de l'auteur lorsqu'il s'agit d'une tribune ou d'un éditorial sur un sujet manifestement clivant revient à se méprendre sur la nature de l'article et la teneur de son argumentation. Pour éviter cet écueil, on sera attentif aux indices donnés sur l'auteur dans le titre et le corps de l'article (comme, par exemple, le témoignage d'un des déboulonneurs de la statue d'Edward Colston dans un article intitulé "*I'm one of the Colston Four...*") ou encore à partir de simples déductions (le point de vue d'un chef d'entreprise dans un article intitulé "*My Business Will Boycott the Metaverse*"). Dans de rares cas, la méconnaissance de termes politiques courants (*Tories* pour les conservateurs britanniques, *MPs* pour les députés de la Chambre des Communes, *Rep.* pour *Representative* et non *Republican*) aboutit à des contresens majeurs sur la perspective de l'article.

Même si la grande majorité des articles proposés s'inscrivent dans une certaine neutralité journalistique, il n'est pas inintéressant de relever la coloration politique de l'organe de presse en question, la qualité des personnes interrogées ou le recours à des études scientifiques ou des enquêtes menées par des organisations non scientifiques. De manière plus cruciale, il faut situer l'article dans son contexte géographique et

culturel ou mentionner a minima le pays anglophone concerné. De telles considérations seraient sans doute plus utiles que des remarques sur la division de l'article en trois voire quatre parties artificielles.

Quant au compte-rendu en lui-même, il est dans l'ensemble relativement bien maîtrisé et donne rarement lieu à des contresens en cascade. Comme dans les rapports précédents, il faut rappeler la nécessité d'articuler le compte-rendu autour de trois ou quatre idées-forces contenues dans l'article. Cette présentation synthétique permet d'éviter l'écueil de la paraphrase et celui du résumé paragraphe par paragraphe qui donne lieu à une accumulation de formules gauches (*"Then the journalist says that ..."*). Le compte-rendu permet d'évaluer la capacité du candidat à hiérarchiser les informations et à en restituer l'essentiel de manière fidèle et structurée, sans aucun apport ni avis personnel. Sont pénalisés les comptes-rendus trop brefs (moins de 2 minutes), souvent trop allusifs et lacunaires, et ceux qui souffrent de longueurs et de redites (plus de 6 minutes) et témoignent d'une certaine myopie face à l'article. Ces derniers sont de fait doublement sanctionnés puisque le commentaire se voit réduit comme peau de chagrin. Idéalement, un compte-rendu efficace doit viser une durée qui ne dépasse pas 4 minutes et ménager assez de temps pour une transition vers le commentaire.

Notons également que la fin de l'article est parfois escamotée dans la restitution, ce qui est d'autant plus préjudiciable qu'elle contient bien souvent une idée essentielle et des pistes de réflexion fécondes pour le commentaire.

Le commentaire

Le commentaire doit être précédé d'une transition qui permet au candidat d'explicitier sa démarche et de dégager une problématique à partir des enjeux soulevés par l'article. Il est également attendu du candidat qu'il annonce un plan pertinent et cohérent en adéquation avec la problématique choisie. Il s'agit d'une étape essentielle qui permet au jury de suivre la progression du commentaire.

La formulation de la problématique demeure le maillon faible de nombreuses prestations perfectibles : soit elle souffre d'un excès de généralité ou de naïveté (comme le recours au sempiternel *"To what extent... ?"* pour s'interroger sur l'utilité des technologies, l'existence du changement climatique ou encore l'injustice de la discrimination raciale), soit elle entretient un rapport ténu avec l'article choisi et cible mal les enjeux en regard de la thématique ou de l'aire culturelle concernée. Ainsi, de nombreuses problématiques abordent le système éducatif, le système de santé ou bien le système judiciaire sans préciser quels pays anglophones sont concernés et mis en regard. Par exemple, tel article sur le droit des femmes en Grande-Bretagne sert de prétexte à une discussion exclusivement tournée vers les États-Unis sans justification préalable.

Comme le soulignent les rapports précédents, le commentaire ne doit pas donner lieu à des plaquages de cours ou des développements malavisés sur l'actualité brûlante. Cette année ayant été particulièrement marquée par le conflit en Ukraine et la révocation de l'arrêt *Roe v. Wade* aux États-Unis, ces références ont été souvent convoquées à mauvais escient. À l'inverse de ces effets de loupe dus à l'actualité, certains commentaires s'inscrivent dans un cadre temporel bien trop large : par exemple, l'allusion à la révolution industrielle (laquelle ?) ou l'invention d'Internet pour tout article ayant trait à la pollution ou aux médias sociaux.

On peut aussi relever deux défauts récurrents dans les commentaires : ceux qui égrènent un catalogue d'exemples hétérogènes sans lien entre eux et ceux qui restent obstinément au niveau des généralités tant sur le plan de l'analyse que des « solutions » apportées. Cela a été souvent le cas pour des sujets tels que le changement climatique, l'impact économique et sociétal de la covid ou le droit à l'avortement.

La réussite d'un commentaire sur un article de presse dépend de quelques critères que nous pouvons rappeler ici : la capacité du candidat à construire une réflexion personnelle et nuancée autour du ou des points de vue exprimés dans l'article, la pertinence et la richesse des exemples donnés et le cas échéant, la prise en compte des spécificités civilisationnelles. Les meilleures prestations ont su créer un dialogue

avec l'article choisi en s'emparant des questions laissées en suspens et en offrant des prolongements à la réflexion.

L'échange

La très grande majorité des candidats réagissent avec une certaine aisance face aux questions posées lors de l'échange. Ils sont invités à préciser ou corriger un point de leur présentation, à fournir des arguments supplémentaires pour défendre leur point de vue. Des réponses trop brèves ou précipitées sont à éviter. Il ne s'agit pas non plus de garder la parole pour répéter ce qui a été dit lors de la prestation ou partir dans un long développement sans rapport avec la question posée. Bien que l'on constate une réelle volonté de communiquer, les réponses demeurent néanmoins parfois superficielles.

La qualité de la langue

Le niveau de langue est globalement satisfaisant. La plupart des candidats s'expriment dans un anglais relativement fluide. Mais il faut noter ici le manque de précision du lexique sur des thématiques courantes comme la protection de l'environnement ou la vie politique, ce qui conduit parfois à des gallicismes et à des barbarismes.

Autre point de vigilance pour les futurs candidats : l'authenticité phonologique, rythmique et intonative. Des terminaisons extrêmement courantes comme *-ed*, *-ism*, *-al* sont mal réalisées, tout comme le /h/ aspiré qui n'est pas là où il devrait l'être ou l'absence de distinction entre le /ð/ de *the* (qui devient /z/) et le /θ/ de *thorny* (qui devient /f/). En outre, le débit très monotone de certains candidats montre que la chaîne parlée anglaise est peu ou mal connue et que les accents de mot et les accents de phrase ne font pas l'objet d'un travail suffisamment attentif lors de la préparation.

Conclusion

Dans l'ensemble, les candidats ont su tirer parti d'une bonne préparation en amont comme en témoignent leur gestion efficace du temps de parole et leur bonne maîtrise du format de l'épreuve. Au-delà du respect des exigences méthodologiques, on saluera d'excellentes prestations de candidats qui, sans être bilingues, se sont distingués par leur grande aisance linguistique et leur connaissance fine des enjeux d'actualité.

Chinois

Présentation du sujet

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.

Voici quelques exemples de thèmes abordés par les sujets proposés lors de cette session :

- en 2022, quels sont les événements importants à connaître ?
- des robots pour servir à notre vie quotidienne ;
- le Wechat chinois-Weixin ;
- l'intelligence artificielle sur le marché chinois ;
- pour lutter contre les arnaques téléphoniques, il faut prendre des mesures drastiques ;
- comment construire un environnement Internet plus sain ?
- que nous ont apporté les nuages de pollution ?
- Pékin face à la pollution ;
- les progrès des Chinois ;
- la pensée des étudiants chinois de retour de France ;
- Pékin et Shanghai, les deux villes chinoises ;
- les vacances en Chine.

La longueur des textes proposés est adaptée 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, le candidat choisit librement celui sur lequel il désire être interrogé, et organise sa préparation à sa guise.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 68 candidats ont été interrogés en chinois (3 absents) : 22 en langue obligatoire et 43 en langue facultative. Le nombre de candidats est beaucoup plus élevé que ceux des années précédentes (47 candidats en 2021). Le jury a eu le plaisir d'assister à d'excellentes prestations révélant une bonne maîtrise de la langue.

Plus généralement, comme l'année précédente, trois catégories de candidats se dégagent :

- les candidats montrant un excellent niveau de chinois, de bonnes connaissances du monde francophone, 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 construire le commentaire, mais dont le niveau de lecture et d'expression en langue chinoise reste limité ;
- quelques candidats qui possèdent un vocabulaire 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, le candidat devra 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 désignée par l'examinateur. La conversation peut ou non porter sur le sujet. Pour tester la compréhension du texte, l'examinateur peut demander 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 la langue facultative :

- recevabilité linguistique (prononciation, lexicale, grammaire) ;
- expression en continu (compréhension du texte, prise en compte du contexte – point de vue, intention, ton structuré et pertinence du commentaire qui prend en 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, le candidat retiendra donc de préférence un texte dont le sujet et le contenu lui sont familiers.

Cependant, 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. Le candidat peut changer de texte pendant sa préparation mais ne bénéficiera d'aucun temps supplémentaire.

Il est important que le candidat prenne le temps de préparer le commentaire. Comme les années précédentes, 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.

Le jury relève également des problèmes de grammaire, exemples :

- l'utilisation des mots de classification : “一个年” au lieu de “一年” ;
- la place de l'adverbe “也” ;
- la différence entre les verbes : “去”, “在”, “到” ;
- Les deux verbes dans la même phrase : “我有看过” au lieu de “我看过” ;
- les nuances ou les différences entre l'utilisation des mots “或者 / 还是”, “文件 / 文章” “人口很大” au lieu de “人口很多”, “喜欢去了” au lieu de “喜欢去”, “生活很短” au lieu de “生命很短”, “不是一样” au lieu de “不一样” ou “是不一样的”, “认识的文化” au lieu de “了解别的文化”, “学中文更好” au lieu de “学中文学得更好”.

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

Cette année l'Amérique latine était à l'honneur dans le choix des textes de l'épreuve orale, aussi bien en langue vivante obligatoire qu'en langue vivante facultative, du fait des bouleversements sociaux et politiques survenus, notamment au Chili et en Colombie, et des débats ayant eu lieu lors du dernier Sommet des Amériques. Les problématiques liées à la pleine reconnaissance des peuples autochtones, à la perspective de genre et aux thèmes environnementaux ont complété la liste des sujets principaux.

L'épreuve orale, autant en langue vivante obligatoire qu'en langue vivante facultative, se déroule selon la même modalité. Les candidats sont priés de choisir entre deux articles journalistiques de différents types – articles de presse, tribunes d'opinion, chroniques, etc. –, parus dans l'année académique en cours, celui qui leur conviendra le mieux pour ensuite réaliser un compte-rendu et un commentaire. Les candidats disposent de vingt minutes de préparation avant de prendre la parole en continu pendant dix minutes. Un entretien avec l'examinateur, pendant dix minutes, clôt l'épreuve. Les documents proposés en langue obligatoire ont bien entendu une plus forte complexité syntaxique et lexicale et demandent une bonne connaissance de la civilisation hispanique.

Les articles ont été extraits des journaux suivants :

- Argentine - *Infobae, La Nación, Página 12* ;
- Chili - *La Tercera* ;
- Espagne - *Deia, El Confidencial, elDiario.es, El País, El País Semanal, InfoLibre, La Vanguardia, nuevatribuna.es, Público* ;
- États-Unis - *El Nuevo Herald* ;
- Mexique - *La Jornada* ;
- Pérou - *El Comercio*.

Analyse globale des résultats

Tout comme lors des précédents concours, le jury confirme cette année le bon niveau linguistique et la bonne connaissance de la civilisation hispanique chez les candidats en langue obligatoire, à quelques exceptions près. Les résultats sont plus hétérogènes en langue facultative, ce qui est d'ailleurs tout à fait prévisible. Il faudrait tout de même signaler un pourcentage croissant de très bonnes prestations, mais, dans la plupart des cas, les notes en langue facultative dépassent de peu la moyenne à cause des problèmes de compétence linguistique ou de la faible maîtrise de la méthodologie. Les prestations indigentes ont été rarissimes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le compte-rendu et le commentaire

Le jury ne peut que réitérer les conseils prodigués les années précédentes. Le titre du texte contient en général des pistes sur la thématique. Par conséquent, il faut être sûr d'avoir compris le sens des mots clés qui y figurent. Ce conseil tombe sous le sens, mais le jury le rappelle tout de même, car certains candidats avaient mal compris ou n'avaient pas du tout compris le titre de l'article qu'ils avaient pourtant choisi, ce qui donne comme résultat une compréhension assez biaisée du texte qui peut aboutir par la suite à un commentaire hors du sujet. Pour préparer le compte-rendu, le candidat ne pourra pas faire abstraction

de l'étape d'analyse avant de passer à la synthèse. Un bon compte-rendu doit comporter une brève introduction avec une accroche pertinente conduisant tout naturellement vers la problématique générale du document pour ensuite construire un résumé structuré, en hiérarchisant correctement les informations essentielles. Les paraphrases du texte sont lourdement sanctionnées. Il faut à tout moment veiller à la cohésion du discours en faisant bon usage des connecteurs discursifs, en évitant la juxtaposition de bribes du texte, car cela donne lieu inexorablement à un discours haché et peu cohérent. Le commentaire doit avoir un rapport strict avec la spécificité du sujet, avec une problématique formulée en bonne et due forme qui permettra de définir un axe précis d'analyse. Dans le développement, il faut faire constamment référence à la problématique choisie, sous peine de s'éloigner de l'axe d'analyse et d'élaborer ainsi un commentaire conçu comme un vrai fourre-tout dans lequel on plaque pêle-mêle des connaissances qui n'ont aucun rapport avec le sujet. Il est conseillé aussi de soigner les transitions entre les parties du développement.

L'entretien avec l'examineur

Le jury conseille vivement aux candidats de tirer parti de l'échange avec l'examineur en prenant une part active à la conversation et en facilitant le dialogue. Cela ne peut que tourner à l'avantage du candidat. Dans cette partie l'examineur vérifie des points qui n'ont pas été abordés d'une façon suffisamment claire ou suggère des pistes au candidat pour rectifier d'éventuels erreurs de compréhension du texte. L'examineur manifesterà toujours une attitude bienveillante, car il s'agit de mettre en confiance le candidat pour l'inciter à prendre la parole.

La correction linguistique

Il est peut-être superflu de rappeler que l'épreuve orale est avant tout une épreuve de langue dans laquelle le jury a comme souci principal de vérifier la recevabilité linguistique. L'absence de maîtrise de structures syntaxiques et d'un répertoire lexical varié constitue un défaut rédhibitoire. Le jury ne peut pas admettre des prestations dans lesquelles les candidats fournissent un discours très approximatif aussi bien sur le plan syntaxique que sur le plan lexical. Le jury a déploré le fait qu'un certain nombre de candidats, notamment en langue facultative, aient eu recours systématiquement à des mots inventés de toutes pièces. Comme lors de sessions précédentes, le jury constate des problèmes syntaxiques concernant l'ordre des constituants dans le syntagme nominal et le syntagme verbal. La confusion entre les catégories nominales est malheureusement toujours d'actualité, notamment celles de l'adjectif et du nom. L'accord à l'intérieur du syntagme nominal pose aussi quelques problèmes ainsi que la non-maîtrise du genre des noms ou des règles morphologiques de formation du pluriel. Le jury retrouve cette année les mêmes fautes que les années précédentes relatives à la suffixation en *-ema* et *-ista* ainsi qu'à la suffixation de certains ethnonymes. Enfin, les problèmes relatifs à la morphologie verbale se répètent invariablement, à savoir la confusion entre la première et la troisième personne du singulier du présent de l'indicatif et du passé simple ainsi que la confusion entre les modes due à la méconnaissance du groupe verbal.

Conclusion

Un fois de plus, le jury a fortement apprécié l'attitude positive des candidats, très à cheval sur les principes de respect et les règles de politesse vis-à-vis des examinateurs, ainsi que la rigueur dont ils ont fait preuve tout au long du déroulement de l'épreuve, ce qui ouvre des perspectives encourageantes en vue de la poursuite des études supérieures au sein des grandes écoles.

Le jury espère retrouver lors de la prochaine session des candidats qui sauront être, comme d'habitude, à la hauteur des enjeux. Il souhaite aussi que les quelques conseils prodigués ici puissent leur être utiles dans le cadre de la préparation de l'épreuve orale.

Le jury tient à vivement remercier nos collègues des classes préparatoires de l'excellent travail accompli.

Concours Centrale-Supélec 2022

Épreuves d'admission à l'École navale

Filière PC

Table des matières

| | |
|--------------------|---|
| Table des matières | 1 |
| Mathématiques | 2 |
| Physique 1 | 3 |
| Anglais | 8 |

Mathématiques

Présentation de l'épreuve

Le candidat entre dans la salle avec en main sa feuille de passage ainsi qu'une pièce d'identité, signe la feuille de présence et découvre le premier exercice. Il dispose d'un tableau noir et de craies blanches pour sa présentation.

Ce premier exercice dure une vingtaine de minutes et sera couplé à un deuxième exercice sur un thème différent d'une dizaine de minutes.

Dans un souci de gain de temps, il est vivement souhaitable que les candidats entrent dans la salle avec à la main leur feuille d'embarquement et leur pièce d'identité afin d'éviter une recherche de deux ou trois minutes dans leur sac. Même si cela peut s'avérer frustrant, il est également demandé aux candidats de stopper leur travail, d'effacer rapidement le tableau et de sortir à la fin de l'épreuve, afin de ne pas empiéter sur le temps dévolu au candidat suivant.

Analyse globale des résultats

Cette année, le niveau moyen des candidats est satisfaisant, mais on relève des lacunes : le rôle de la valeur propre particulière nulle n'est pas suffisamment bien connu des candidats ; les exercices portant sur les probabilités ont souvent posé des soucis aux candidats, même dans des cas basiques d'utilisation, avec des confusions sur les lois usuelles.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

L'objectif de cette épreuve n'est pas la résolution parfaite des deux exercices (qui nécessiterait sans doute davantage de temps) ni une rédaction rigoureuse au tableau de solution mais d'établir un échange constructif avec le jury afin de présenter une démarche de résolution. Il n'est donc pas nécessaire de bien répondre à l'ensemble des questions des deux exercices pour obtenir une excellente note.

Il est important de prendre conscience que l'épreuve n'est pas un écrit au tableau mais bien un oral. Il est donc vivement conseillé de présenter l'exercice brièvement et d'être capable d'énoncer certains points sans procéder à la rédaction totale (lors d'un raisonnement par récurrence par exemple). Plusieurs candidats ont ce défaut de chercher à rédiger la solution d'un exercice au tableau là où une explication orale suffit, par exemple la justification des hypothèses d'application d'un théorème peut tout à fait se faire oralement (à condition bien sûr que cette justification soit correcte).

Si les connaissances scientifiques et les capacités de raisonnement sont évaluées dans cette épreuve, le jury est particulièrement attentif aux qualités de communication, de gestion du tableau, de gestion du stress, à l'autonomie, à la prise d'initiatives et aux capacités d'adaptation aux remarques et indications.

Face à un exercice, certains élèves proposent des pistes dans toutes les directions, sans les approfondir ni même en tenter une seule, à la manière d'un catalogue du cours. Le choix d'une mauvaise piste n'entraîne d'ailleurs pas nécessairement une mauvaise note, au contraire, la prise de décision est primordiale. La capacité à poursuivre dans une voie et d'être capable à posteriori d'en faire un bilan positif ou négatif est très appréciée du jury.

Il convient également que le candidat soit capable de donner des définitions propres de notions importantes, par exemple l'utilisation d'une matrice et du polynôme caractéristique n'est pas acceptable pour définir ce qu'est une valeur propre. De même, les probabilités sont une partie du programme souvent négligée : définitions des lois classiques, confusion union et intersection, probabilités qui dépassent 1, confusions dans les formules...

Physique 1

Présentation de l'épreuve

L'épreuve de Physique 1 dure 30 minutes. Le candidat entre, tend à l'examineur sa feuille de passage et une photocopie de sa pièce d'identité, signe la feuille de présence et découvre l'énoncé de l'exercice ; le passage au tableau est immédiat, sans temps de préparation.

Le candidat dispose de deux tableaux noirs et de craies blanches et de couleur, qu'il utilise à sa guise.

Les exercices débutent par des questions proches du cours. Cette épreuve valide un travail de fond, une maîtrise du cours et de sa compréhension. On insistera donc :

la réussite à l'épreuve orale de Physique 1 requiert une bonne connaissance du cours.

Certains énoncés sont longs et ne peuvent être terminés que par les candidats les plus véloce ; la notation en tient compte. Des questions additionnelles, de niveau de plus en plus élevé, sont ajoutées graduellement pour les meilleurs candidats terminant en avance ; ceux-ci ne doivent en aucun cas craindre de perdre des points, toutes les réponses sont écoutées avec bienveillance à de tels niveaux d'interrogation, elles ne peuvent qu'ajouter un bonus.

Analyse globale des résultats

Les notes s'étalent de 5 à 19 avec une moyenne de 12,6. Le jury fut impressionné par la remarquable qualité de certaines prestations. Se perpétue ainsi une tradition du concours de l'École navale, de travail soutenu pendant les années de préparation, d'apprentissage réfléchi de la physique, de motivation des candidats et de formation de haut niveau délivrée par les professeurs de CPGE.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Lors de l'épreuve

Attendu que l'exercice est à traiter sans préparation, le jury attend que le candidat commence par s'approprier et analyser le sujet qui lui est soumis. S'engage alors une véritable discussion avec l'examineur, pour proposer une stratégie de résolution, un modèle... La compétence « communiquer » est ici primordiale, pour présenter sa pensée, mais aussi écouter et dialoguer avec le jury lorsqu'il doit guider le candidat afin de ne pas le laisser bloqué. le jury pose régulièrement des questions, pour préciser un point qui resterait obscur, mais aussi pour s'assurer de la bonne compréhension du cours. Toutefois, le candidat ne doit pas chercher l'assentiment du jury pour chaque réponse.

L'autonomie du candidat est valorisée. On attend de lui qu'il sache construire un raisonnement, sans que le jury ne doive le relancer à chaque étape. Le manque d'autonomie est évidemment pénalisé. Les candidats sérieux développent de véritables raisonnements en plusieurs étapes, sans oublier les résultats des questions précédentes.

le jury eut le plaisir d'entendre des exposés bien menés, au cours desquels les candidats ne perdaient de temps à écrire ce qu'ils énonçaient à l'oral ou en explications redondantes, avec un tableau, reprenant les étapes essentielles des calculs, bien tenu, rempli en colonnes et non masqué par la position du candidat.

La calculatrice

Les calculs d'ordre de grandeur sont la règle, donc sans calculatrice. Dans quelques rares cas, quand une application numérique précise est requise, le candidat l'effectue lors de son passage.

Les questions systématiques

La question posée régulièrement à chaque sujet est : *pourquoi* ?

- *Pourquoi* utiliser telle surface de Gauss et non pas telle autre ?
- *Pourquoi* utiliser ce contour d'Ampère ?
- *Pourquoi* choisir ce système de coordonnées ?
- *Pourquoi* projeter sur tel axe ?
- *Pourquoi* la vitesse d'une onde sonore à l'interface entre deux fluides est-elle continue ?
- *Pourquoi* négliger les effets de bord ?

La liste est longue ; le candidat doit être capable de tout justifier et montrer ainsi qu'il a compris et maîtrisé son sujet.

Remarques générales

Les candidats doivent veiller à l'*homogénéité* des formules, tant pour les unités qu'au niveau des écritures scalaire ou vectorielle. Il doivent savoir postuler une formule par analyse des unités des différents termes qui interviennent, dans le système international.

Savoir résoudre une *équation différentielle* linéaire à coefficients constants du 1^{er} ou du 2^e ordre, même avec second membre, et connaître quels termes représentent mathématiquement les régimes transitoire ou permanent, sont indispensables. Il est conseillé de savoir normaliser une équation différentielle et d'en connaître les paramètres caractéristiques, par exemple pour un second ordre sous la forme (qui n'est pas unique) :

$$\frac{1}{\omega_0^2} \frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{2\xi}{\omega_0} \frac{ds}{dt} + s = 0.$$

Le jury attend, pour un système du 2^e ordre soumis à une entrée constante, que le candidat extraie de lui-même les valeurs de ω_0 , ξ (ou du facteur de qualité $Q = 1/2\xi$), sache tracer sans calcul l'allure de la sortie en fonction de ξ .

Les *notations intégrales* ne doivent pas être mélangées. Ainsi :

$$\iint_{\Sigma} \vec{B} \cdot d\vec{S} \neq \oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}_{ext}.$$

L'utilisation des *opérateurs* doit être aisée en cartésiennes, comme le développement de $(\vec{v} \cdot \vec{grad})\vec{v}$ ou de $\vec{\Delta}\vec{E}$ par exemple pour un champ en $\sin\left(\pi\frac{z}{a}\right)\cos(\omega t - kx)\vec{u}_y$. Remarquons qu'une tentative de calculer $\text{rot}\vec{E}$ en coordonnée cylindrique ou sphérique, via $\vec{\nabla} \wedge \vec{E}$ ne mène pas au bon résultat.

Aucune grandeur n'est intrinsèquement négligeable, elle n'est *négligeable* que devant une autre, qui lui est homogène.

Lors du tracé de courbes, le jury s'attend à ce que les candidats sachent tracer l'allure de fonctions polynomiales, par exemple $\frac{x+1-x^2}{a^2}$ ou $\frac{x+x-x^3}{a^2}$ en examinant les termes prédominants.

Mécanique des fluides

Les bons candidats valident systématiquement à l'oral les hypothèses de validité du *théorème de Bernoulli* et dessinent un *schéma clair* où figure la ligne de courant étudiée.

Ils dressent un *schéma clair* du système à deux instants successifs lorsqu'ils établissent un *bilan macroscopique*. Ils ne perdent pas de temps à développer un bilan de masse quand ils ont déjà justifié et écrit la conservation du débit. Ils savent proposer immédiatement l'expression de la résultante des forces de pression atmosphérique sur une surface solide et l'orientent correctement.

Le jury rappelle que l'équation de Navier-Stokes n'est d'aucune utilité sans information *a priori* sur le champ des vitesses, sa direction, les variables d'espaces dont il dépend.

Électromagnétisme

Dans les bonnes prestations en *induction*, une analyse physique de la situation, finissant avec la loi de Lenz, expose le plan de mise en équation du problème. Un *schéma clair*, compréhensible, correctement utilisé, montre quelles sont les orientations, qui ne doivent pas être contradictoires à chaque étape, comment sont placés les vecteurs, en particulier $d\vec{\ell}$ ou $i d\vec{\ell} \wedge \vec{B}$. Les meilleurs candidats savent détecter une erreur de signe sur le résultat final, en particulier s'ils obtiennent une équation différentielle caractéristique d'un système instable, et remontent pour corriger leurs calculs.

Rappelons qu'il est souvent beaucoup plus simple de calculer le moment des forces de Laplace qui s'exercent sur un circuit filiforme fermé par $\vec{\Gamma} = \vec{\mathcal{M}} \wedge \vec{B}$.

Lors des calculs de champs, les *symétries* et les *invariances* doivent être systématiquement étudiées, quelles que soient la source du champ et l'équation de Maxwell dont la forme intégrée doit être connue, comme le théorème d'Ampère complet (ou généralisé) :

$$\frac{\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{\text{entrelacé}} + \varepsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \iint_{S/C} \vec{E} \cdot d\vec{S}}{c}$$

ainsi que la loi de Faraday

$$\frac{\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \iint_{S/C} \vec{B} \cdot d\vec{S}}{c}$$

Cette dernière équation sert à calculer le *champ électrique créé par un champ magnétique variable dans le temps*. Dans le cas d'un champ électrique créé par un champ magnétique, lui-même créé par un courant d'intensité variable, les symétries du courant se retrouvent in fine dans celles du champ électrique.

Diffusion thermique

Les bons étudiants savent *établir l'équation de la diffusion thermique* via un bilan d'énergie interne en géométrie cartésienne ou dans le cas général.

Ils utilisent à bon escient la *continuité du flux thermique* à travers une interface.

Lorsque l'énoncé modélise le transfert thermique à une interface par la loi mathématique $\delta Q = hS(T_1 - T_2) dt$ ou son expression par une phrase en français, on s'attend à ce que le candidat en tienne compte et sache expliquer pourquoi il manipule $T_1 - T_2$ et non $T_2 - T_1$ et que la température n'est alors pas continue à l'interface dans le modèle adopté.

Les candidats doivent savoir modéliser une situation avec le formalisme des *résistances thermiques*, lorsque les hypothèses d'utilisation sont réunies (régime indépendant du temps et absence de terme source). La connaissance des lois élémentaires sur les circuits électriques (loi des mailles, diviseur de tension, convention récepteur, fléchage des tensions) est alors indispensable.

Optique physique

Dans l'étude des *interférences*, les bons candidats exposent sans hésitation les raisons de la cohérence ou de l'incohérence des sources.

La formule des interférences à deux ondes est connue et d'utilisation immédiate, tout comme les expressions classiques des différences de chemin optique entre deux sources avec leur hypothèses d'application. Un tracé rigoureux des rayons lumineux est attendu dans le cas d'une lentille de projection. Le jury attend un exposé essentiellement qualitatif sur la diffraction, afin d'expliquer la forme des franges d'interférences.

Dans des cas plus compliqués avec des différences de marche avant et après les trous d'Young, les bons candidats proposent des expressions des différences de marche dont les signes sont cohérents.

Mécanique

Une *étude physique* est souvent la bienvenue, afin de ne pas se lancer dans d'inextricables calculs pour des forces qui n'ont aucune influence sur le mouvement (dont le moment par rapport à l'axe de rotation est évidemment nul par exemple). Le bon sens est plus important que les gros calculs.

Le *calcul vectoriel* (projections, produit scalaire, produit vectoriel) doit être maîtrisé. Les bons candidats vérifient rapidement la pertinence du résultat sur des cas limites (angles nul ou droit).

Lorsque le contact entre un mobile et un support est étudié, il convient d'utiliser une base où la réaction du support s'élimine sur une des composantes. De plus, le contact disparaît dès que la réaction s'annule.

Le jury attend des candidats qu'ils prennent l'initiative d'un *schéma*, avec le sens et la direction des *forces d'inertie* clairement indiqués a priori, afin de grandement simplifier la mise en équation ultérieure.

Rappelons que si la force résultante développée sur un solide est nulle, cela n'implique pas que son moment le soit aussi.

Le jury apprécie lorsque les candidats modélisent correctement les *ressorts*, sans mélanger la longueur à vide avec celle à l'équilibre. Les candidats sérieux peuvent vérifier, sur des cas limites, le signe de la force de rappel élastique.

Lors de l'étude des *positions d'équilibre* d'un système, l'examineur fut surpris d'entendre des candidats établir les expressions des énergies potentielles dont dérivent les diverses forces, pour dériver dans la foulée afin de trouver le minimum. Lors des meilleures prestations, les candidats linéarisèrent rapidement le principe fondamental de la dynamique autour d'une position d'équilibre pour en étudier la stabilité.

Physique des ondes

On s'attend à ce que les candidats maîtrisent le cours, c'est-à-dire qu'ils sachent démontrer l'équation de d'Alembert pour une corde vibrante, une onde acoustique, une onde électromagnétique, en précisant les hypothèses et le cadre de l'étude.

D'un point de vue mathématique, $\frac{\partial}{\partial t}$ et $\vec{\text{grad}}$ ne deviennent en notation complexe $j\omega$ et $-j\vec{k}$ que si l'onde étudiée est plane progressive et harmonique ; ce passage aux complexes est par exemple faux dans le cas d'une onde stationnaire ou qui n'est pas plane.

Lors de l'étude de la *réflexion* et de la *transmission* d'une onde, sur une interface immobile, on s'attend à une justification physique simple de l'égalité des pulsations des ondes incidente, réfléchie et transmise.

La direction de polarisation d'une *onde électromagnétique* ne doit pas être confondue avec celle de propagation.

Sur le chapitre sur les *ondes sonores*, les bons candidats savent écrire directement les équations linéarisées ; lors de l'étude de la réflexion et de la transmission d'ondes sonores planes entre deux milieux, ils justifient que les conditions aux limites soient écrites, dans l'approximation acoustique, en $x = 0$ (position de repos de l'interface), alors que l'interface bouge sinusoïdalement.

La notion d'*impédance acoustique* simplifie grandement les calculs, à condition d'utiliser le bon signe entre le champ des vitesses et le champ de surpression de l'onde réfléchie et que l'onde soit bien plane et progressive.

Anglais

Présentation de l'épreuve

L'ensemble de l'épreuve se déroule en anglais. 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 la restitution, 20 minutes pour préparer le compte-rendu et le commentaire de l'article de presse.

Lors du passage de l'épreuve qui dure 20 minutes maximum, le candidat commence par le compte-rendu de l'enregistrement, il passe ensuite à l'étude de l'article de presse : résumé et commentaire qui donne lieu à un échange avec l'examineur. Il est ensuite demandé au candidat de lire à haute voix un court passage de l'article sélectionné par l'examineur et de le traduire.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Compréhension de l'enregistrement

La restitution du document sonore doit être aussi précise que possible. Il ne s'agit pas pour autant d'un mot à mot. Il n'est pas attendu de commentaire.

Les candidats peuvent procéder à autant d'écoutes qu'ils le souhaitent, effectuer des pauses, retours. Une mauvaise gestion du temps, avec notamment une restitution du contenu de l'enregistrement beaucoup trop lente, ne laisse à certains candidats que trop peu de temps pour le compte-rendu de l'article et son commentaire.

Article de presse

Le *résumé* de l'article consiste en un compte-rendu organisé et non une paraphrase. Il s'agit de hiérarchiser les idées de l'article, non de les énumérer et encore moins de citer le texte pour étayer son propos.

Le *commentaire* doit permettre au candidat de partir de la problématique du texte pour ensuite s'en détacher, prendre une distance critique et élargir sa réflexion. Il met en avant ses capacités de synthèse, d'argumentation et de réflexion personnelle, sa connaissance de l'actualité et sa culture des pays anglophones.

Quelques candidats semblent plaquer un plan appris en cours, ne témoignant pas d'une véritable réflexion personnelle.

L'*entretien* permet d'évaluer la prise de parole en interaction, la réactivité des candidats, leur capacité à se dégager de leurs notes, à rebondir et à ne pas se limiter à une réponse laconique.

Il donne également aux candidats la possibilité de préciser leur pensée et d'affiner leur réflexion.

La *lecture* d'un court passage de l'article est suivie de sa *traduction* improvisée. Celle-ci permet de vérifier que le candidat n'a pas commis de contre-sens.

Maitrise de la langue

Il est attendu des candidats une maîtrise de la langue satisfaisante : fluidité, richesse lexicale, correction grammaticale.

Des progrès ont été effectués depuis quelques années dans la compréhension orale et dans l'expression.

Le niveau de certains candidats témoigne d'un entraînement régulier qui ne peut se limiter aux interrogations orales en classe préparatoire.

Les meilleures prestations ont été celles de candidats parvenant à se détacher de leurs notes, s'exprimant avec enthousiasme et conviction, témoignant d'une réelle personnalité et faisant preuve d'une grande réactivité lors de l'entretien.

Chez certains candidats, l'accumulation de fautes de grammaire ou de prononciation compromet la compréhension du message.

Conseils de préparation

Le choix des articles extraits de la presse anglophone (*The Guardian*, *The Economist*, ...) portait sur des sujets d'actualité : pandémie, questions sanitaires, situation internationale, problèmes économiques et sociaux, environnement, éducation, ...

Lire la presse en langue anglaise est indispensable pour se tenir au courant de l'actualité et acquérir du lexique.

Les journaux cités sont accessibles en ligne.

Écouter des enregistrements anglais authentiques le plus souvent possible permet d'améliorer la compréhension, la fluidité du discours et la qualité phonétique de la langue. *BBC Radio 4*, *Today*, par exemple. De même les journaux télévisés de *BBC News*, *Sky News* constituent un excellent entraînement à la compréhension en offrant, de plus, un support visuel.

La connaissance des acronymes les plus couramment utilisés est nécessaire à la compréhension des articles.

Conseils pratiques

La salle dans laquelle se déroule l'épreuve est équipée d'une horloge et de réveils. Comme pour tous les examens et concours, les montres connectées sont strictement interdites.

Des écouteurs sont mis à disposition des candidats lors de l'écoute de l'enregistrement, toutefois il est possible d'apporter des écouteurs individuels.

Des bouchons d'oreilles sont fournis, la préparation de l'épreuve s'effectuant dans la même salle que l'interrogation du candidat précédent.

Les annotations sur l'article de presse n'étant pas autorisées, les candidats peuvent apporter un plastique transparent et des surligneurs.

L'épreuve étant strictement minutée, tout ce matériel doit être prêt et le téléphone portable éteint avant d'entrer dans la salle.

Les feuilles de brouillon sont fournies aux candidats. Il est utile de les numéroter.