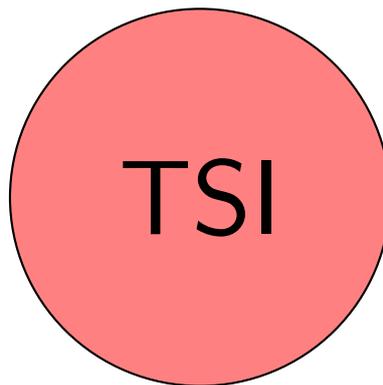


CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

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	14
Mathématiques 2	17
Physique-chimie 1	20
Physique-chimie 2	22
Sciences industrielles de l'ingénieur	25
Informatique	29
Allemand	30
Anglais	33
Chinois	39
Espagnol	41
Italien	44
Russe	47
Épreuves d'admission	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	16
Physique-chimie	20
Travaux pratiques de physique-chimie	24
Sciences industrielles de l'ingénieur	33
Allemand	46
Anglais	49

Chinois	51
Espagnol	54
Italien	56
Russe	58

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

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
Centrale Casablanca	312	1250	51	—	—
Centrale Lille	578	1448	61	43	2845,30
Centrale Lyon	560	1499	55	37	2924,10
Centrale Marseille	547	1290	97	60	2580,50
Centrale Nantes	624	1500	61	31	3036,10
CentraleSupélec étudiant	630	1363	100	8	3554,40
CentraleSupélec apprenti				65	2796,70
IOGS	339	1068	114	73	2060,30
Arts et Métiers	836	1206	179	125	2444,10
ENSEA				162	2127,80
ESTP	360	583	301	163	717,00

Concours Centrale-Supélec 2022

Épreuves d'admissibilité

Filière TSI

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	11
Mathématiques 1	14
Mathématiques 2	17
Physique-chimie 1	20
Physique-chimie 2	22
Sciences industrielles de l'ingénieur	25
Informatique	29
Allemand	30
Anglais	33
Chinois	39
Espagnol	41
Italien	44
Russe	47

Résultats par épreuve

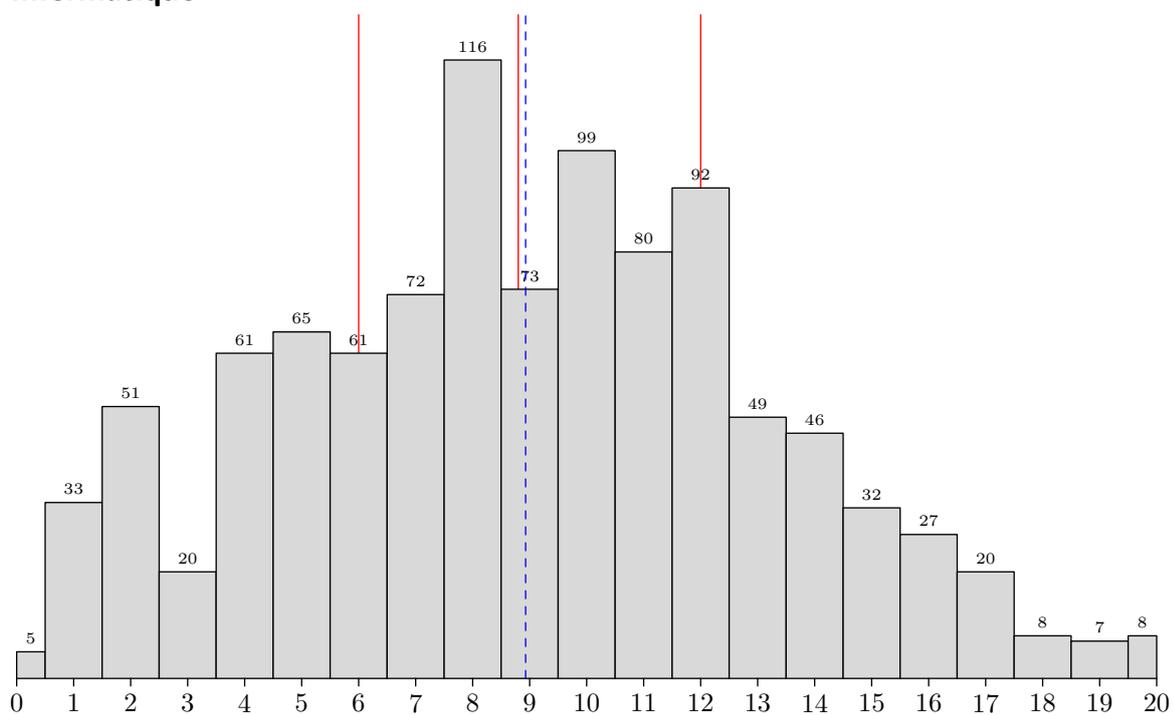
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

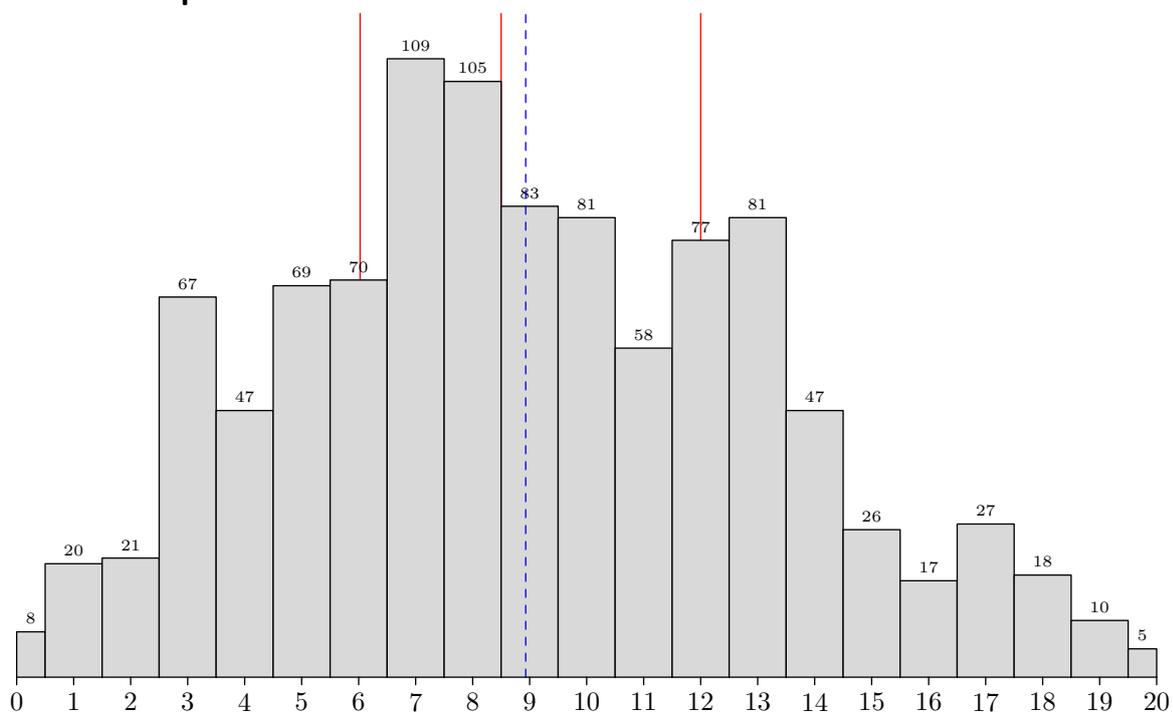
Épreuve	Inscrits	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
Informatique	1164	11,9%	1025	8,93	4,21	6,0	8,8	12,0	6,0
Mathématiques 1	1164	10,1%	1046	8,93	4,23	6,0	8,5	12,0	6,0
Mathématiques 2	1164	11,9%	1026	8,70	4,26	6,0	8,8	12,0	6,0
Physique-chimie 1	1164	10,9%	1037	8,94	4,22	6,0	8,7	12,0	6,0
Physique-chimie 2	1164	11,7%	1028	8,95	4,20	6,0	8,7	12,0	6,0
Rédaction	1164	10,5%	1042	9,05	4,16	6,0	8,4	12,0	6,0
S2I	1164	11,3%	1033	9,17	4,27	6,0	8,8	12,0	6,0
Langue	1164	11,6%	1029	11,90	3,90	8,4	12,4	14,8	6,4
Anglais	972	9,8%	877	11,37	3,79	8,4	11,4	14,4	6,0
Arabe	184	21,7%	144	15,14	2,81	13,4	15,4	17,3	3,9
Chinois	1	0,0%	1	18,90	—	18,9	18,9	18,9	0,0
Espagnol	4	0,0%	4	11,25	2,75	9,6	11,1	12,7	3,1
Italien	1	0,0%	1	13,00	—	13,0	13,0	13,0	0,0
Portugais	1	0,0%	1	8,10	—	8,1	8,1	8,1	0,0
Russe	1	0,0%	1	10,80	—	10,8	10,8	10,8	0,0

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

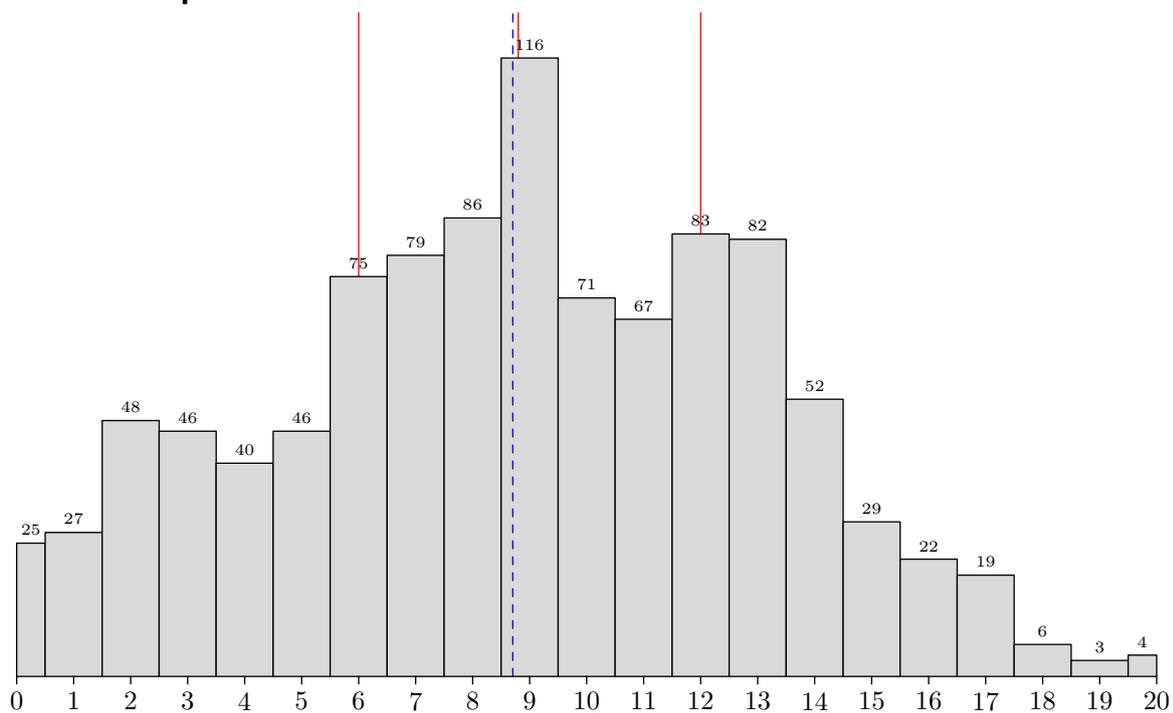
Informatique



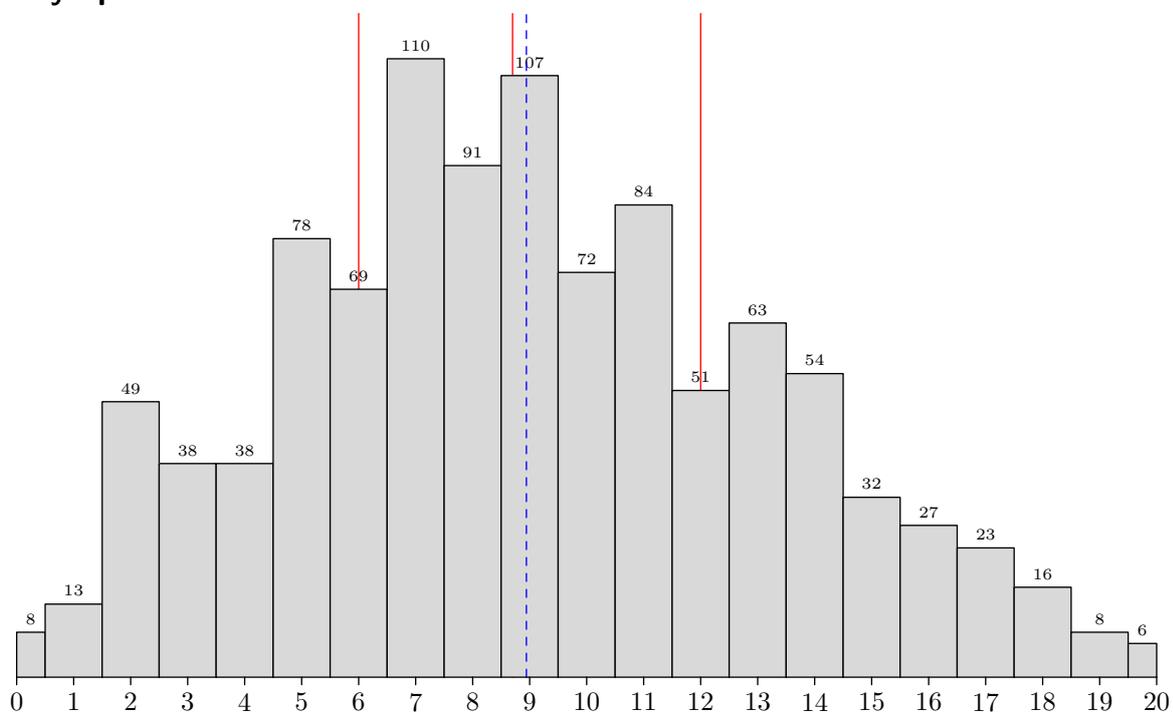
Mathématiques 1



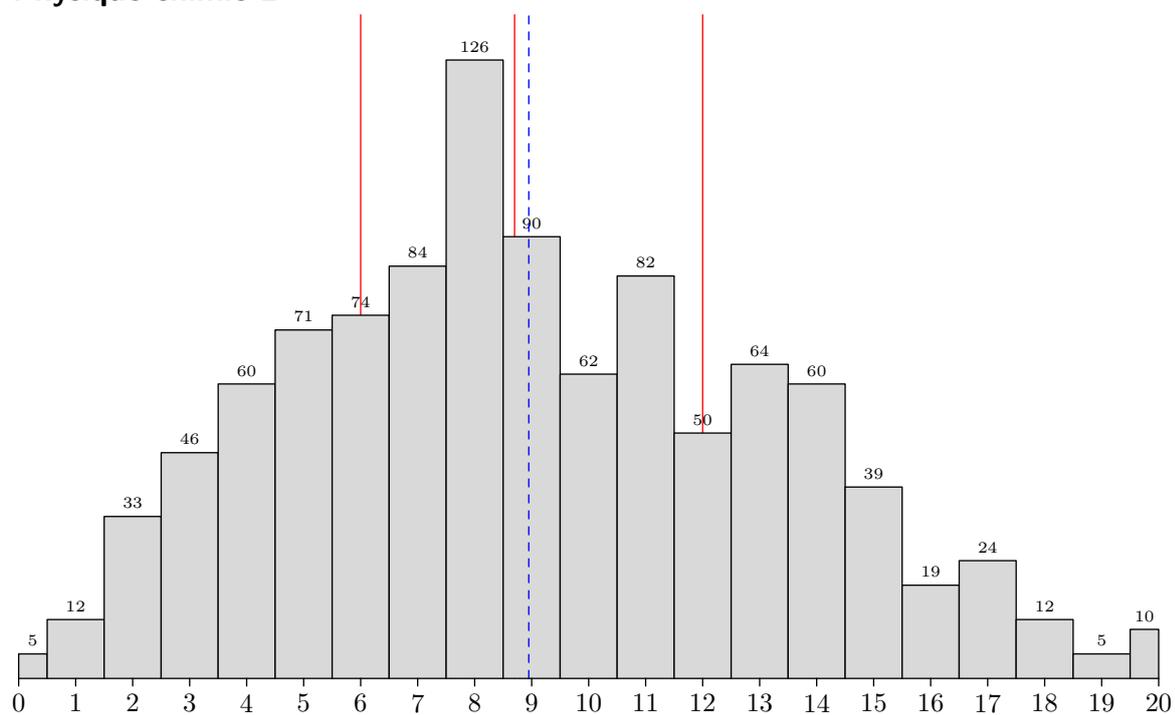
Mathématiques 2



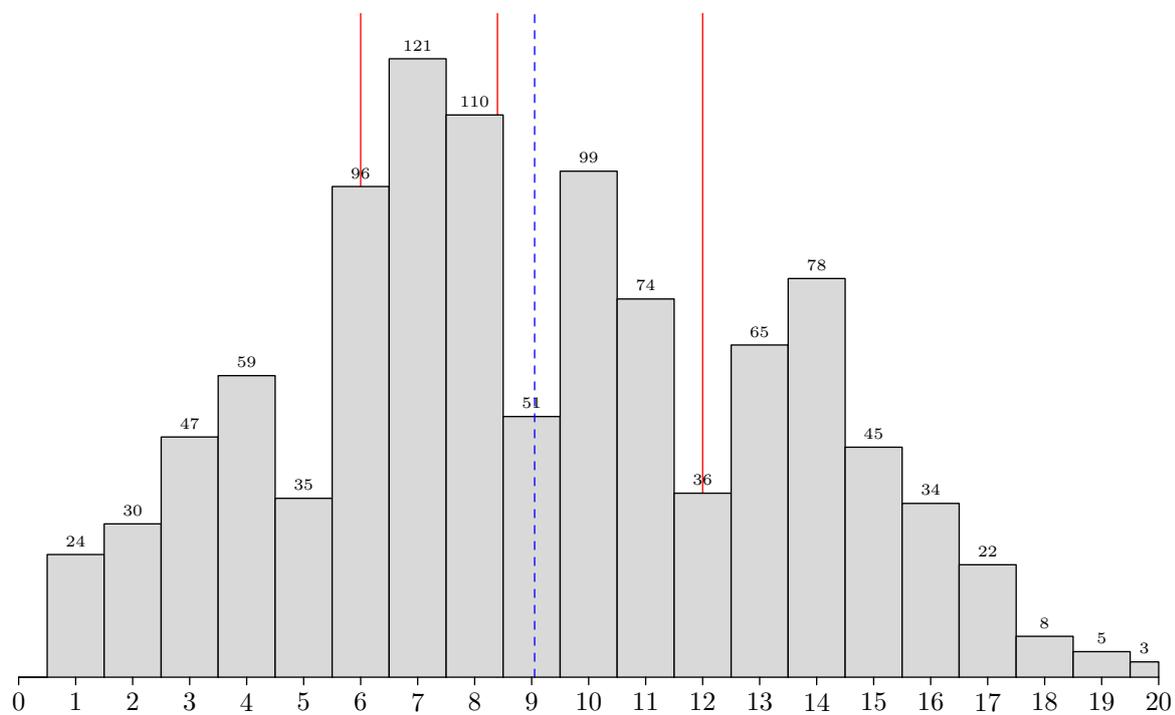
Physique-chimie 1



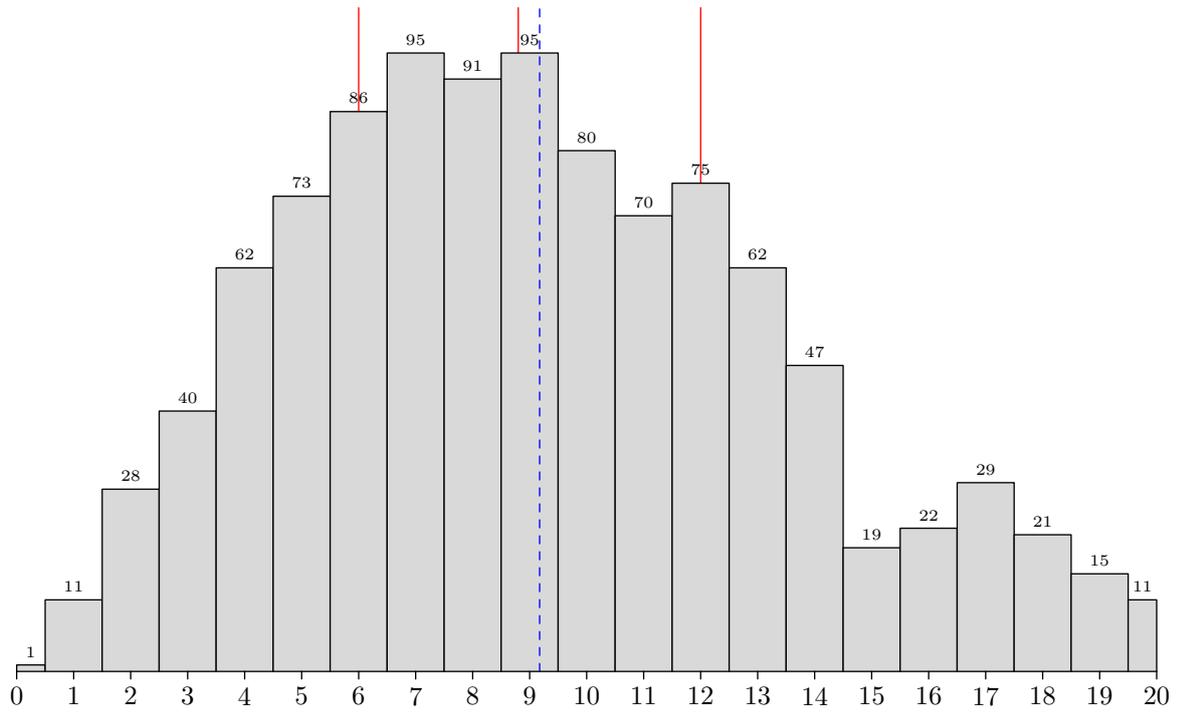
Physique-chimie 2



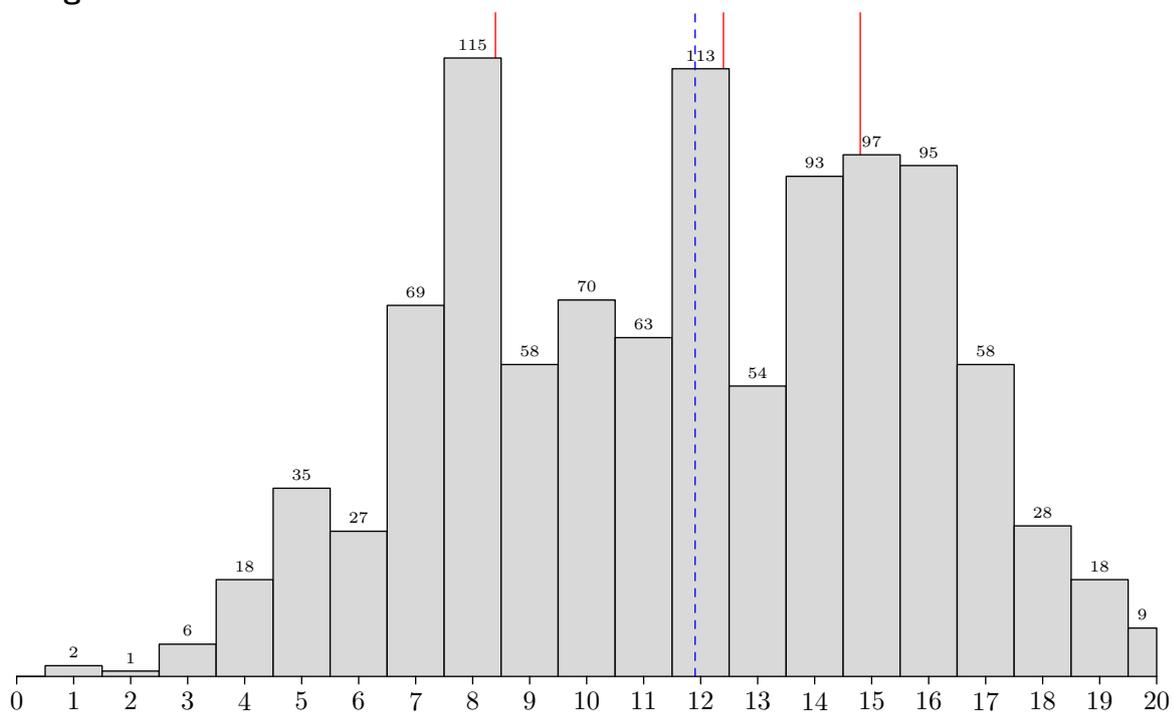
Rédaction



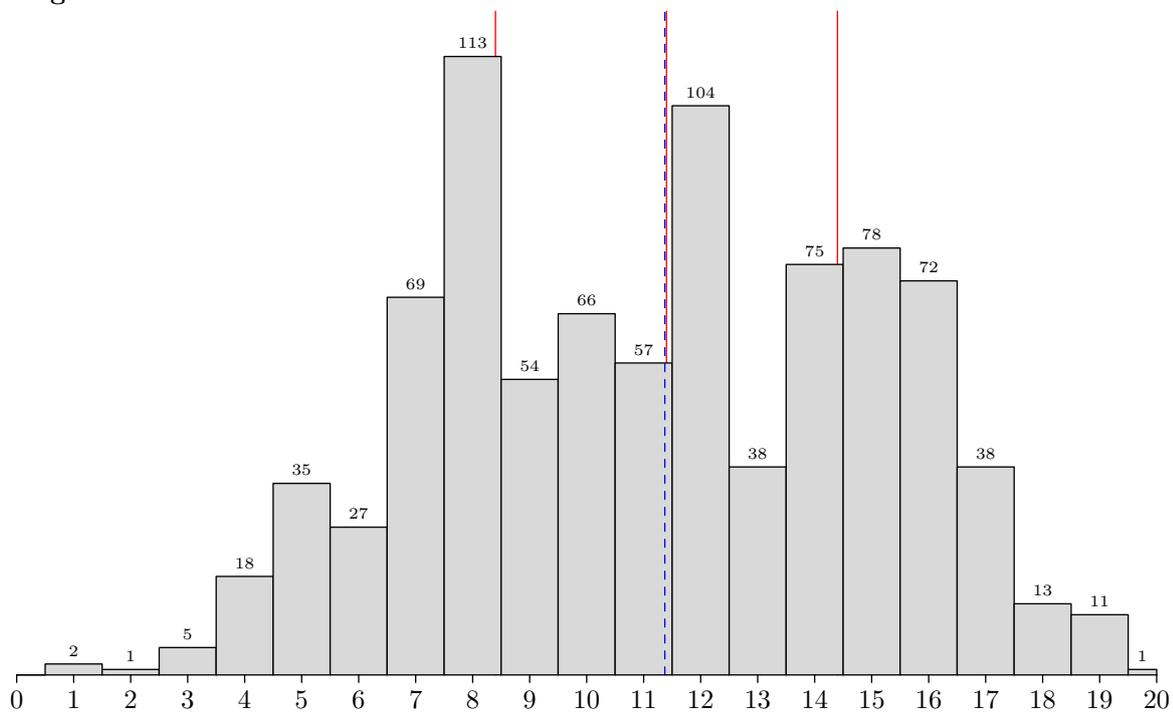
S2I



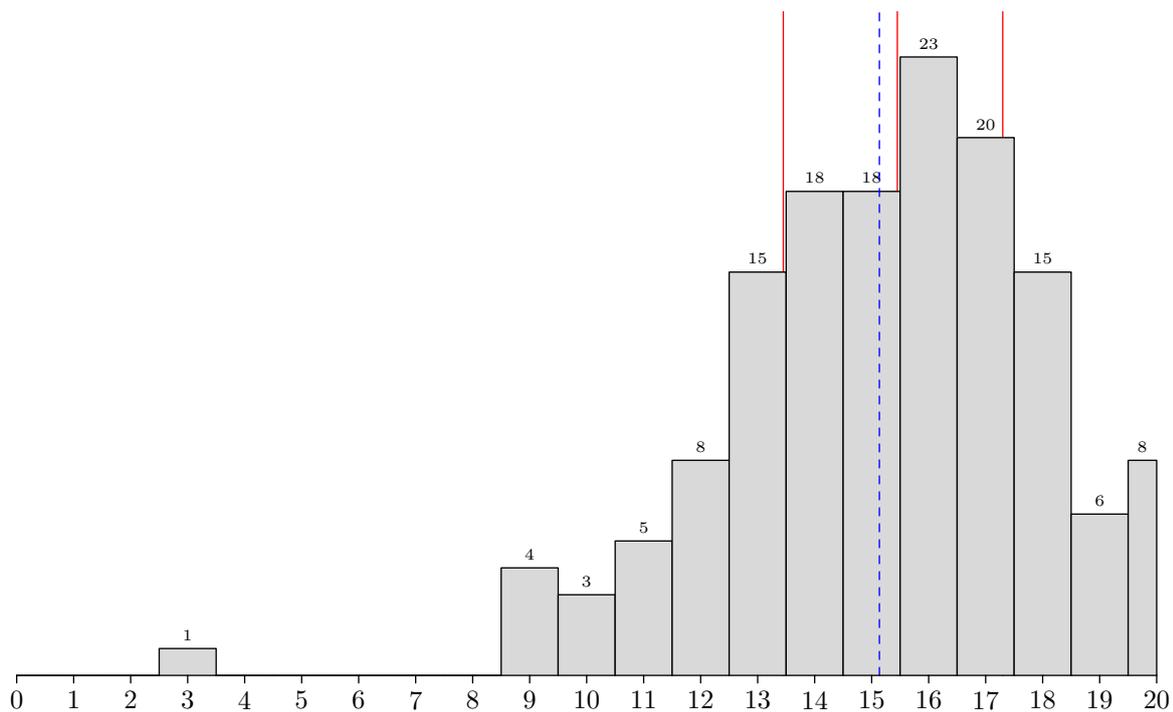
Langue



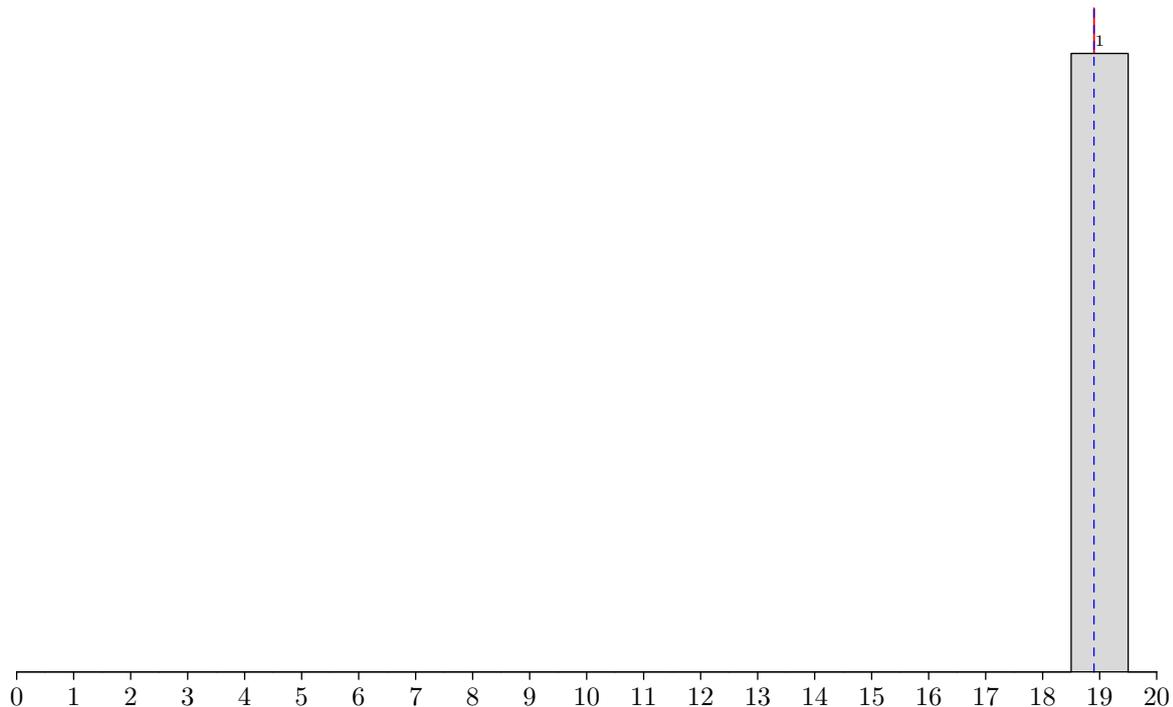
Anglais



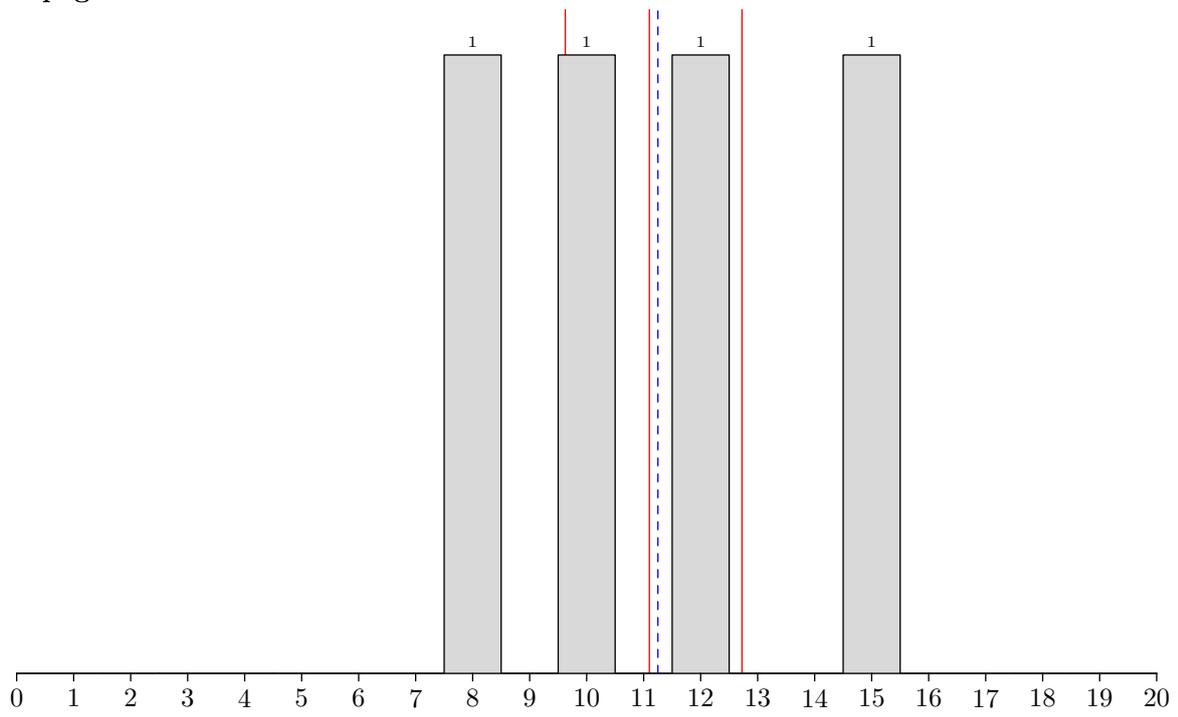
Arabe



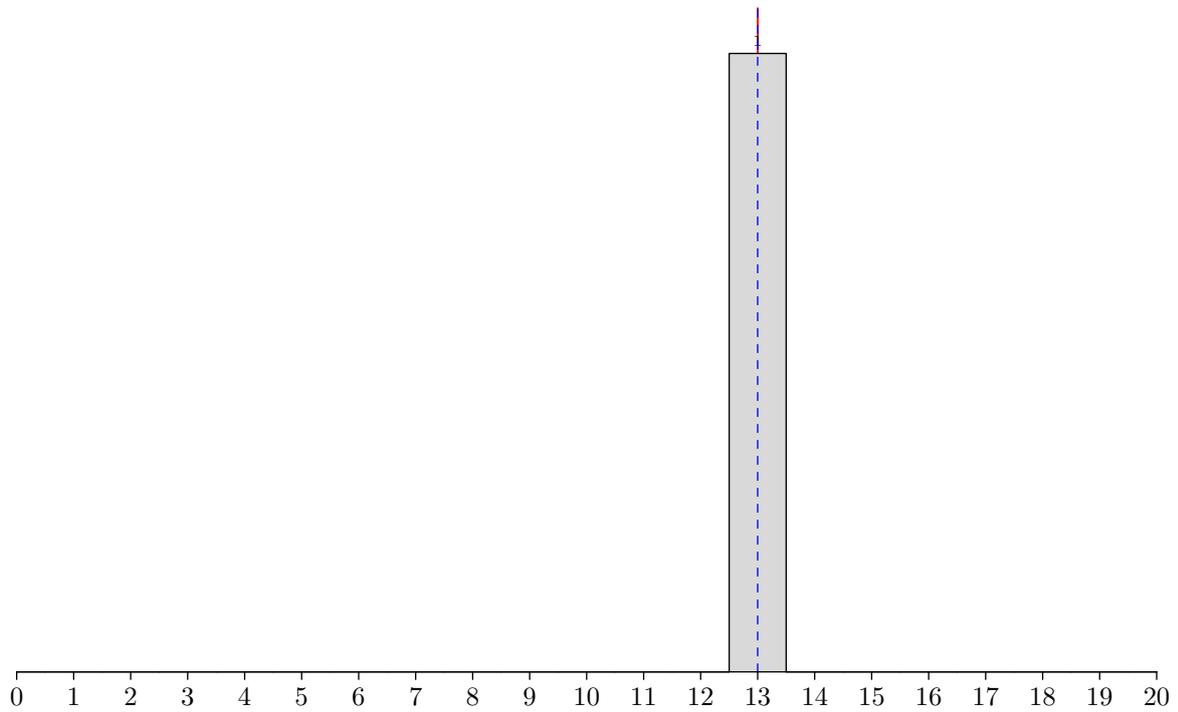
Chinois



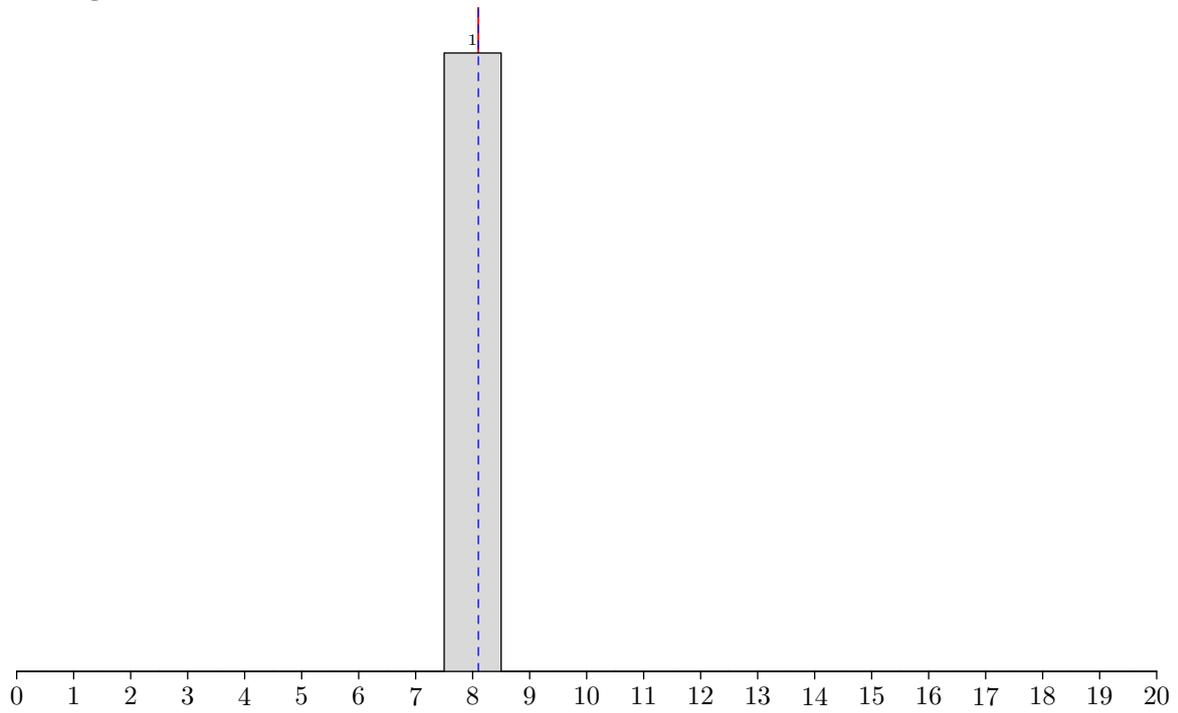
Espagnol



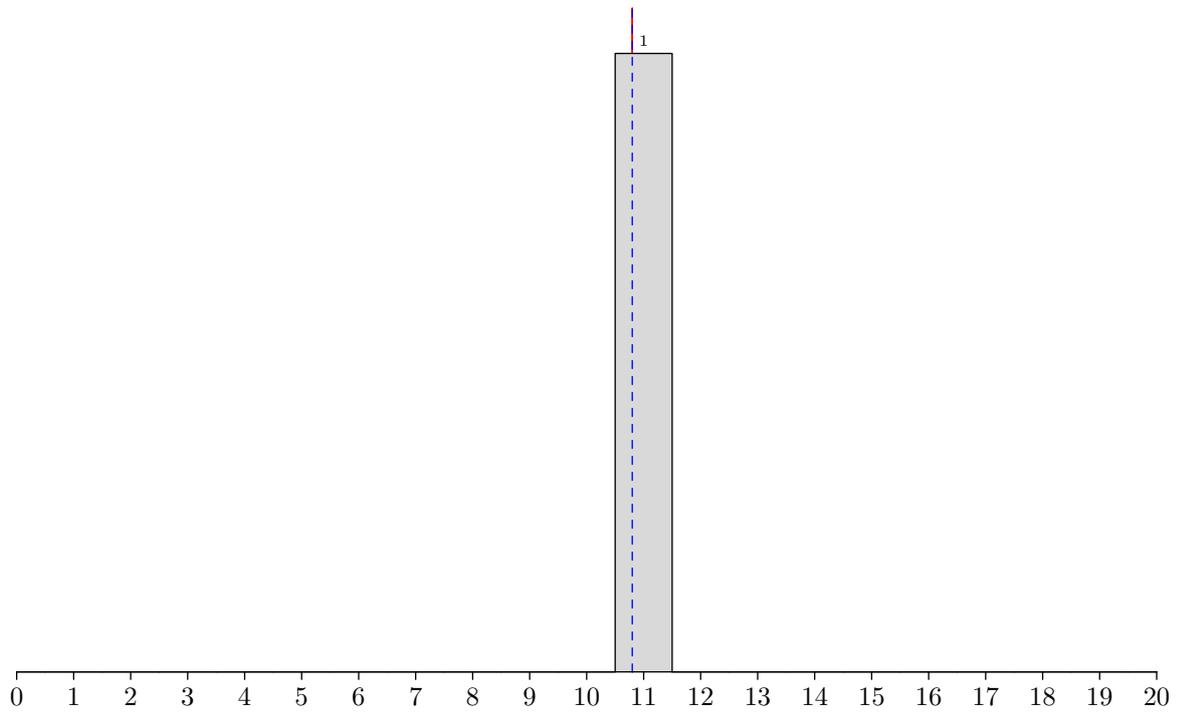
Italien



Portugais



Russe



Rédaction

Présentation du sujet

Le texte de Pierre Péju est extrait d'un article intitulé « L'art d'écrire l'enfance », paru dans *La Nouvelle Revue Française* en juin 2013. Comme son titre l'indique, le texte proposé aux candidats oriente la réflexion sur l'écriture de l'enfance. Le propos du texte est moins centré sur la matière de « l'enfance » que sur la manière de l'écrire désignée par le terme « l'enfantin », qui substantive l'adjectif. L'auteur constate que les autobiographies échouent le plus souvent à restituer cette petite musique, propre à l'enfance, désignée par l'expression empruntée à Vladimir Jankélévitch : « le je ne sais quoi ou le presque rien ». Trois temps distincts sont repérables : le premier paragraphe remarque qu'il est difficile d'écrire « l'enfance », considérée ici comme un moment de la vie dont la « substance » est spécifique et qui ne se satisfait pas, ou mal, de l'importance que lui accorde en général l'autobiographie. Pour Pierre Péju, la qualité de l'écriture de l'enfance relève de la rhétorique du *nescio quid* retravaillée par V. Jankélévitch. Les perspectives sont même inversées : l'individu ne se met pas en quête de son enfance ; c'est cet « enfantin » qui vient le « solliciter » et surgit de manière surprenante dans une œuvre, même hors du temps de l'enfance. Les quatre paragraphes suivants s'efforcent de préciser au plus près ce qui échappe à l'analyse conceptuelle, la nature de ce surgissement inattendu et toujours discret de l'enfantin en « blocs de clarté » dans la vie adulte, la capacité de cet enfantin à « incarner des instants décisifs » susceptibles de se rappeler à nous et à s'exprimer dans un style singulier, étranger à la « littérature », plus proche souvent de la rêverie. Il s'agit d'observer comment l'enfantin « s'écrit » de toutes les manières, sans même notre intervention consciente, « en nous » et « comme sous nos yeux ». Les deux derniers paragraphes interrogent la raison qui pousse à « tenter d'écrire l'enfantin », remarquant, après Henri Bergson, qu'il fait de l'enfance un « bouquet de possibles » certes voué à se faner, mais définitivement riche du passé dans toutes ses virtualités.

Toute la réflexion est tournée vers la qualité de cet « enfantin ». C'est probablement ce qui constitue la difficulté du passage, néanmoins accessible à un candidat de la filière TSI attentif au texte, chaque étape donnant des appuis pour la compréhension. Le sujet de la dissertation est extrait du dernier paragraphe et reprend le propos plus général de Henri Bergson sur l'enfance considérée comme « bouquet de possibles », métaphore préparée par un ensemble de termes spécifiant les qualités de l'enfance, ouvertes à l'interprétation des candidats et dont le jury attendait qu'elle soit cohérente.

Analyse globale des résultats

L'originalité du passage n'a visiblement pas déconcerté la grande majorité des candidats : le texte a été la plupart du temps compris et a permis de mettre en lumière les qualités de rédaction d'un bon nombre d'entre eux. Si toutes les finesses du passage n'ont pas été nécessairement rendues en 150 mots, la reformulation personnelle et attentive d'un certain nombre d'entre elles a été appréciée du jury. La maîtrise insuffisante de la syntaxe, de l'expression et d'un vocabulaire approprié ont en revanche été pénalisées.

La dissertation a connu des réussites diverses : l'explication du sujet a souvent été tenue pour une étape négligeable et remplacée par une très vague paraphrase, soulevant des problématiques qui rejoignaient des terrains sans doute croisés dans l'année, mais ici insuffisants à rendre compte de l'orientation donnée par l'énoncé. Rappelons que le problème suggéré sous forme de question indirecte dans la phrase d'accompagnement a pour fonction d'aider les candidats à ne pas se fourvoyer d'entrée de jeu. Pourquoi s'en priver ? De fait, les moins bonnes copies, s'aventurant vers des hors-sujet et obtenant les notes les plus basses, ont ignoré la spécificité de l'énoncé et la perspective d'étude proposée. Ce sujet interdisait cette année encore la récitation de passages de cours ou la reprise littérale de devoirs antérieurs. Il obligeait à considérer sous un angle neuf les développements sur la place de l'éducation ou les relations entre l'enfant

et l'adulte. Tous les candidats qui se sont efforcés d'effectuer ce travail ont produit de bonnes, voire de très bonnes dissertations. Le jury a ainsi pu attribuer plusieurs fois la note de 20 sur 20. Les œuvres au programme sont en général bien connues : elles ont été manifestement lues et travaillées. On regrette cependant que les analyses soient trop souvent accumulées sans distinction dans un même paragraphe — parfois trop long — à l'appui d'un argument avancé hâtivement. Rappelons qu'un exemple isolé ne prouve rien et que les analyses prennent tout leur sens quand elles viennent étayer une démonstration.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Résumé

Le jury a corrigé encore trop souvent des résumés en un seul paragraphe, qui ignorent les articulations internes du texte et les inflexions de la pensée, ou inversement des résumés éclatés en autant de paragraphes que le texte en comporte. Rappelons ici que l'un ou l'autre choix est toujours pénalisé. Les candidats doivent manifester leur compréhension du parcours argumentatif du texte, en restituant les principaux mouvements du texte dans des paragraphes commencés par un alinéa, afin d'écartier toute ambiguïté de lecture. Les textes retenus pour l'exercice proposent toujours une réflexion organisée, qu'il s'agit de restituer par des articulations logiques. Celui de Pierre Péju ne manquait pas à la règle. Travailler patiemment pendant les deux années de classe préparatoire la qualité de son expression et de sa syntaxe doit également faire partie de son programme de travail. Nous avons enfin pu constater avec satisfaction que les décomptes faussés sont devenus très minoritaires.

Dissertation

Rappelons à nouveau que le plan peut comporter deux ou trois parties, dès lors qu'il propose une réflexion construite fermement rattachée à l'énoncé. Le jury a apprécié les copies qui observaient attentivement le sujet dès l'introduction et qui fondaient leur progression sur l'examen de sa pertinence relative à partir des œuvres au programme. Les candidats qui s'efforcent de revenir aux termes mêmes de l'énoncé tout au long de leur développement se mettent à l'abri du hors-sujet. Le retour artificiel au « bouquet de possibles » dans la seule conclusion ne peut suffire à masquer les manques d'une dissertation qui a méconnu en partie ou totalement la spécificité du sujet proposé. Si la méthode de l'introduction est visiblement connue de la grande majorité des candidats, elle n'est cependant pas toujours maîtrisée dans sa mise en œuvre. L'explication de l'énumération — « son opacité », « ses grossissements », « ses lumières vives et ses petites ténèbres » — a souvent été passée sous silence. Toutes les copies qui s'y sont attelées, en prenant le risque de l'interprétation, ont toujours été valorisées. Enfin, les citations sont bienvenues si elles sont le point de départ d'une analyse. Elles ne peuvent en aucun cas tenir lieu d'arguments.

Conseils aux candidats

Rappelons qu'une mise en page claire et méthodique du développement facilite la compréhension du correcteur : la pratique des paragraphes précédés d'un alinéa, les sauts de ligne et les transitions nettes, isolées entre deux parties, sont toujours le signe d'une bonne connaissance et d'une maîtrise de l'exercice, fruit d'une pratique régulière tout au long de l'année. Soigner sa graphie, la présentation de son travail — proscrire autant que possible les ratures — sont des exigences attendues des candidats au concours. De même, il faut ménager le temps de la relecture à la fin de l'épreuve pour corriger autant que possible l'orthographe et les impropriétés lexicales.

Conclusion

Les exigences de l'épreuve de rédaction du concours de Centrale-Supélec sont réelles, le jury en est conscient. Mais elles ne sont pas insurmontables pour tout candidat qui s'est raisonnablement entraîné

toute l'année aux deux exercices du résumé et de la dissertation, qui manifeste une familiarité évidente avec les œuvres au programme pour les avoir fréquentées régulièrement. Les bonnes, voire très bonnes copies que le jury a pu lire lors de cette session prouvent que l'exercice est à la portée du candidat qui a abordé sérieusement l'épreuve de rédaction.

Mathématiques 1

Présentation du sujet

Cette épreuve propose plusieurs applications de la fonction exponentielle définie sur différents ensembles. Elle comporte quatre parties indépendantes.

Dans la première, on construit l'exponentielle réelle à l'aide d'une équation fonctionnelle puis cette fonction est utilisée pour modéliser une expérience aléatoire. Dans la deuxième partie, on étudie une courbe paramétrée définie à l'aide de l'exponentielle complexe. Dans la troisième partie, on calcule l'exponentielle d'une famille de matrices de taille 2. La quatrième partie est consacrée à la réduction d'une matrice de taille 3 permettant de résoudre un système différentiel.

Le sujet couvre une grande partie du programme de première et deuxième année. Toutes les parties sont accessibles, particulièrement la dernière. Les méthodes proposées sont souvent élémentaires et de nombreuses questions peuvent être traitées avec les connaissances de première année.

Analyse globale des résultats

Le sujet permet de différencier les candidats. Cette épreuve sans difficulté majeure et de longueur raisonnable révèlent les meilleures copies qui proposent une argumentation précise et une rédaction rigoureuse.

La plupart des candidats ont traité un nombre très important de questions. Ils ont pu développer leurs connaissances et leur savoir-faire.

Les notions élémentaires en probabilité et en algèbre linéaire sont mal maîtrisées dans de nombreuses copies. Dans les plus faibles d'entre elles, on décèle des confusions entre les objets (noyau, vecteur, matrice, système linéaire) soulignant de grandes difficultés dans la compréhension de certains domaines du programme de classe préparatoire.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Quelques candidats persistent à mal numéroter les pages et les questions. Le jury insiste sur la nécessité d'une numérotation rigoureuse qui permette au correcteur de se repérer dans la copie. Une mauvaise présentation ne peut qu'être pénalisée.

Plusieurs candidats s'imaginent qu'il est possible de répondre en recopiant simplement l'énoncé ou d'une simple phrase affirmative sans justification. Par exemple, la réponse à la question **Q 7.** ne peut pas être « $k = 1$ et $f'(0) = 1$ », sans démonstration ; la réponse à la question **Q 25.** doit permettre au correcteur de comprendre la méthode utilisée pour décrire les projecteurs demandés.

La calculatrice pouvait être utilisée dans plusieurs questions. Cependant, il faut préciser quelle grandeur est obtenue et à partir de quels éléments.

Les questions nécessitant des calculs doivent faire apparaître les différentes étapes amenant au résultat. En **Q 16.** par exemple, la preuve de l'égalité $z(t+2\pi) = z(t)$ doit reposer sur des égalités faisant intervenir la formule $e^{a+b} = e^a e^b$ et $e^{2ik\pi} = 1$ quand $k \in \mathbb{Z}$. Chaque réponse doit être justifiée par un argument mathématique, qu'il s'agisse d'une hypothèse de l'énoncé, d'un point de cours ou d'un résultat montré dans une question précédente. Le sujet comporte quelques questions de cours. Elles permettent le contrôle de son assimilation et incitent à appliquer un résultat connu pour répondre à une prochaine question.

Il est possible d'apporter une réponse partielle ou de proposer un début de réponse. À défaut de pouvoir répondre complètement, des tentatives doivent toujours faire sens dans le cadre de la réponse attendue.

Remarques sur certaines questions

Q 1. à Q 7. Trop de candidats ont considéré que la fonction f solution de l'équation fonctionnelle est la fonction exponentielle. C'est seulement à la fin de **Q 7.** que l'égalité $f = \exp$ est démontrée. Les candidats devraient passer plus de temps à lire l'objectif annoncé pour comprendre la démarche proposée.

Q 5. Cette question a été très rarement réussie alors qu'il suffisait de dériver par rapport à s en fixant t comme un paramètre. Trop peu de candidats considèrent la fonction $(t, s) \mapsto f(s + t)$ pour former leur raisonnement.

Q 6. Il s'agissait d'établir que f est solution de l'équation différentielle $y' = f'(0)y$ et de résoudre cette équation. Les correcteurs attendent une maîtrise du cours relatif aux équations différentielles, d'autant que la forme des solutions est donnée. Les candidats devaient préciser le cadre – une équation linéaire homogène du premier ordre à coefficients constants normalisée – puis rappeler la forme de l'ensemble des solutions énoncée dans le cours avant de revenir au cas particulier considéré par le sujet.

Q 7. Beaucoup de candidats partent du problème de Cauchy pour déterminer k et $f'(0)$. Ils confondent le résultat avec l'hypothèse.

Q 8. Même si l'argument d'unicité a été souvent repéré, il ne fallait pas oublier l'existence en se référant à **Q 1.**

Q 10. L'expression de la dérivée de h est généralement correct mais la construction du tableau de variation est rarement justifié. L'inégalité stricte est mentionnée mais n'est pas démontrée. Il s'agissait de prouver que h admet 0 comme minimum atteint seulement en 0.

Q 11. Dire que α et θ sont strictement positifs ne suffit pas, on attend deux fois l'argument de positivité stricte du produit $\alpha\theta$: la première fois pour appliquer **Q 10.**, la seconde fois pour écrire l'inégalité $1 - e^{-\alpha\theta} > 0$ et pouvoir diviser par le produit $\alpha\theta$ sans changement de sens de l'inégalité.

Q 12. - Q 14. La description d'une loi conditionnelle en analysant l'expérience aléatoire, est chaotique. Trop peu de candidats repèrent la succession d'épreuves de Bernoulli indépendantes et de même loi. L'écriture de la formule des probabilités totales est très souvent approximative, le système complet d'événements utilisé doit être précisé. Le résultat de **Q 13.** permettait de déterminer la loi cherchée.

Q 16. - Q 22. L'épreuve précise les étapes pour tracer une courbe paramétrée décrivant la trajectoire d'un arc défini à l'aide de l'exponentielle complexe. L'égalité $z(-t) = z(t)$ est rarement obtenue. Beaucoup de candidats semblent mal à l'aise avec l'exponentielle complexe et se tournent vers la forme algébrique bien moins efficace. La calculatrice n'a pas été assez utilisée que ce soit en **Q 18. - Q 19.** pour effectuer un calcul de distance ou pour tracer la courbe. Plusieurs candidats ignorent les propriétés de morphisme de l'exponentielle, qui faisaient pourtant l'objet de la première partie.

Q 23. La formule donnant la longueur d'une courbe simple est peu connue, son calcul en simplifiant et en intégrant n'a jamais été mené à son terme.

Q 24. Bien que le calcul des vecteurs directeurs n'a pas présenté de difficulté, la preuve de la supplémentarité des droites propres a donné lieu à de nombreuses réponses partielles ou incohérentes. Trop peu de candidats ont reconnu les espaces propres d'une matrice diagonalisable.

Q 25. - Q 26. Certains candidats ont cru pouvoir deviner les matrices Q_i en anticipant la question **Q 26.** Si celle-ci peut permettre d'éviter les erreurs, elle ne peut pas servir de point de départ. Cependant, plusieurs candidats qui échouent à déterminer ces matrices, cherchent à montrer les égalités de la question **Q 26.** par un argument géométrique ou algébrique. Cette démarche a été évaluée favorablement.

Q 27. On peut utiliser la formule du binôme de Newton à condition de justifier son emploi. Un raisonnement par récurrence a été souvent employé. Il devait faire apparaître les produits Q_1Q_2 et Q_2Q_1 avant d'utiliser les égalités de **Q 26**.

Q 32. Certains candidats identifient une isométrie directe mais échouent à reconnaître une rotation ou ne donnent pas son angle.

Q 33. La décomposition d'une somme à l'aide des termes d'indice pair et impair a été souvent erronée.

Q 36. - Q 37. Les calculs de rang ont donné lieu à bien trop de réponses incomplètes. Beaucoup de candidats se contentent d'écrire que deux colonnes sont identiques et la troisième nulle, sans préciser que la première est non nulle. Plusieurs copies proposent un calcul sans aucune explication. Présenter la méthode choisie, en lien avec un résultat du cours, fait partie des exigences de l'épreuve. L'utilisation de la calculatrice aurait permis d'obtenir la bonne valeur des rangs demandés.

Dans la question **Q 36.**, pour justifier que la famille de vecteurs est une base d'un sous-espace, on attendait une réponse avec trois arguments justifiés : la famille (v_1, v_2) est constituée de vecteurs de $\text{Ker}(A - I)$, elle est libre (ou génératrice) et son cardinal égal à $\dim(\text{Ker}(A - I))$ déterminée en appliquant le théorème du rang.

Q 38. On lit beaucoup trop souvent que les trois vecteurs « ne sont pas colinéaires », ce qui n'a pas de sens pour plus de deux vecteurs. Démontrer plutôt que les vecteurs sont linéairement indépendants ou que la famille formée par ces vecteurs est libre. Dans cette question, l'utilisation du déterminant est appropriée.

Q 39. On pouvait à l'aide des questions précédentes construire la matrice P et vérifier que la matrice $P^{-1}AP$ est diagonale, par exemple à l'aide de la calculatrice. Très peu de copies ont recours à ce raisonnement. On pouvait aussi observer que les questions **Q 36.** à **Q 38.** prouvent l'existence d'une base de vecteurs propres. Au lieu de cela, trop de candidats ignorent ces questions et se lancent inutilement dans le calcul du polynôme caractéristique suivi de la dimension des sous-espaces propres. On attend sur ce thème de réduction une certaine efficacité dans l'utilisation des méthodes de diagonalisation.

Q 40. Cette question a été bien traitée par de nombreux candidats. Cependant, un nombre non négligeable d'entre eux semble n'avoir jamais résolu un système différentiel à coefficients constants.

Conclusion

Cette épreuve autorise la calculatrice. Elle constitue une aide au calcul et est un outil de vérification, elle peut être aussi un point du raisonnement. Nous conseillons aux candidats de l'intégrer le plus possible dans leur préparation.

Le jury a rencontré un nombre conséquent de très bonnes copies qui progressent efficacement et proposent une rédaction claire et argumentée. Cependant, un grand nombre de candidats ont abordé beaucoup de questions, au risque d'en bâcler certaines. La partie probabilité est mal maîtrisée, les calculs avec l'exponentielle complexe incertains et la partie algèbre linéaire souvent confuse ou dénuée de sens.

Apprendre et comprendre le cours reste essentiel pour pouvoir le restituer avec précision lors d'une épreuve de concours. On doit aussi retenir des règles et des méthodes mais il faut comprendre et savoir quand les utiliser. Travailler le cours à l'aide de nombreux exercices sur toutes les parties du programme des deux années de classe préparatoire, reste incontournable.

Mathématiques 2

Présentation du sujet

Le sujet était composé d'un problème en cinq parties dont le thème principal était l'étude de la transformation de Fourier rapide (utilisée entre autres pour la compression d'images numériques). Une première partie permettait de faire quelques rappels et de (re)démontrer certaines propriétés usuelles sur les racines de l'unité et les coefficients de Fourier utiles pour la suite. Cette partie utilisait des techniques élémentaires et proches du cours.

La deuxième partie s'attachait à étudier la diagonalisation des matrices circulantes. Les dernières parties permettaient de détailler le processus de discretisation (partie 3), de l'améliorer à l'aide de l'algorithme (partie 4) et d'en donner une application dans la dernière partie.

Dans ce sujet, il y avait de nombreuses questions proches du cours qui recouvraient une grande partie du programme d'algèbre, du calcul intégrale élémentaire et quelques résultats usuels sur les séries de Fourier. Les nombres complexes et les calculs de somme tenaient une place importante dans le sujet.

Analyse globale des résultats

Le sujet était de longueur raisonnable. Les candidats ayant une bonne connaissance du cours et utilisant correctement les définitions rappelées dans l'énoncé pouvaient obtenir un résultat honorable.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Commentaires généraux

Compréhension du sujet

La bonne lecture du sujet et le respect des notations étaient encore une fois capitale pour bien pouvoir aborder cette épreuve. Il est regrettable qu'une grande partie des candidats ne différencie pas une puissance inverse et le conjugué d'un nombre complexe ou ne prennent en compte que le cas d'entiers positifs tout le long du sujet. La définition des coefficients de Fourier complexes était rappelée dans l'énoncé qui précisait bien une définition différente pour les coefficients d'indices positifs et négatifs.

Cours

Le jury rappelle à nouveau qu'une connaissance solide du cours de mathématiques des deux années est indispensable afin de bien figurer lors des concours. Les candidats sachant citer et reconnaître les théorèmes du cours ont pu se démarquer.

Ci-après quelques remarques non exhaustives sur les points de cours abordés lors du sujet et quelques remarques qui demandait à plusieurs reprises des questions de cours directes. Insistons sur le fait que l'utilisation d'un théorème doit s'accompagner de la vérification d'hypothèses.

- Les nombres complexes ne sont pas assez bien maîtrisés par l'ensemble des candidats. Le calcul des racines de l'unité (**Q 1.**) n'a pas souvent été correctement redémontré.
- Le théorème de Parseval (**Q 7.**) a souvent été cité correctement mais de nombreux candidats n'en avait pas connaissance. Certaines formules données n'avaient aucun sens.

- Les hypothèses permettant d'intégrer une fonction sur un segment (soit la continuité) ont souvent été oubliées (**Q 9.** notamment). De même, lors d'une intégration par parties il faut s'assurer du caractère C_1 des fonctions en jeu (**Q 10.**).
- Le théorème sur les sommes de Riemann (ou méthode des rectangles) n'a pas souvent été reconnu. Rappelons encore que l'hypothèse de continuité est requise pour son application.
- Certains candidats trouvent des espaces propres réduits au vecteur nul, ou des matrices de passage avec une colonne nulle.
- Certaines réponses étaient parfois confuses concernant le lien entre la diagonalisation et le caractère scindé du polynôme caractéristique. Rappelons que tous les polynômes non constants sont scindés sur \mathbb{C} mais que pourtant toutes les matrices complexes ne sont pas diagonalisables.

Calculs

- Le calcul des déterminants pour les matrices de taille 3 sont bien menés mais les candidats ont eu plus de difficulté avec des matrices de taille quelconque.
- Les calculs de sommes ont posé des difficultés à de nombreux candidats surtout lorsque des nombres complexes étaient en jeu.

Raisonnement

Beaucoup de copies ne sont qu'une succession de calculs sans aucune explication. La communication est une compétence importante pour un futur ingénieur. Un effort de clarté est attendu par le jury. En ce qui concerne la logique, il faut clairement préciser si le raisonnement se fait par équivalence, double ou simple implication. Un raisonnement par équivalence ne doit pas être confondu avec une simple implication. Dans le même registre, des difficultés d'expression dans la langue française ou de soin ont été remarquées (et pénalisées) dans plusieurs copies même si pour de nombreux candidats des efforts appréciables ont été remarqués.

Détails sur certaines questions

Partie I

- Q 1.** Il fallait détailler la recherche des racines $n^{\text{ième}}$ de l'unité.
- Q 3.** Une mauvaise de lecture d'énoncé fréquente a fait confondre aux candidats le nombre conjugué et l'inverse.
- Q 6.** et **Q 10.** Il ne fallait pas oublier de traiter le cas d'un entier négatif.
- Q 9.** Le jury attendait simplement que l'on fasse référence à la continuité de l'intégrante.

Partie II

Q 15. Une somme de matrices diagonalisables n'est pas forcément diagonalisable. Il fallait expliciter le calcul à l'aide de la matrice de passage.

Pour la fin de la partie, les candidats étaient invités à généraliser les résultats précédents pour des matrices de taille quelconques. Les calculs matriciels devaient être détaillés une simple analogie n'était pas une preuve suffisante.

Q 24. On attendait un calcul détaillé en mettant en évidence le calcul des puissances d'une matrice diagonale.

Parties III, IV et V

Les dernières parties permettaient d'utiliser les résultats établis précédemment et ont été abordés correctement par les meilleurs candidats.

Dans **Q 28.**, **Q 31.**, **Q 41.** et **Q 43.** il était demandé de donner le nombre d'opérations nécessaires pour réaliser certaines transformations de Fourier discrètes. Certains candidats donnent une réponse à la volée sans aucune justification. Ce type de réponse ne peut pas être pris en compte. À l'inverse, des démarches argumentées ont été valorisées même si celles-ci n'étaient pas complètement abouties.

Conclusion

Ce sujet permettait de balayer une large partie des programmes des deux années. De nombreuses questions proches du cours et utilisant les définitions du cours ont permis aux candidats aux connaissances solides de se distinguer.

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

Cette épreuve s'intéresse à quelques aspects du prototype du projet KRUSTY, réacteur nucléaire pour l'exploration spatiale.

Il comporte de la physique et de la chimie, des programmes de première et deuxième année.

Dans un premier temps, le sujet étudie le cœur du réacteur. La partie suivante aborde quelques aspects de la chimie du sodium. Ensuite, une partie étudie le moteur Stirling. Enfin, la dernière partie présente un modèle simplifié de génératrice.

Analyse globale des résultats

Le sujet comportait 53 questions. Parmi celles-ci, il y avait 12 questions très simples. Aucune partie n'a été délaissée que ce soit en chimie ou en physique.

La progressivité du sujet a permis à de nombreux candidats d'aborder toutes les parties, parfois uniquement sur les premières questions plus simples. Les candidats qui ont bien réussi cette épreuve sont ceux qui ont réellement exploré le sujet et ayant une bonne connaissance du cours.

Le jury a vu quelques excellentes copies couvrir la quasi-totalité du sujet et arriver aux conclusions de chaque partie.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

De manière générale

Le jury donne, notamment à destination de futurs candidats, quelques conseils pour préparer et réussir l'épreuve.

La rédaction, les explications et la présentation constituent la première image que donnent les candidats aux correcteurs.

Les résultats doivent être encadrés.

Il faut veiller à expliquer le raisonnement suivi quand cela est nécessaire. Cela permet au correcteur de juger le niveau de compréhension et d'attribuer une partie des points même si la réponse est incomplète.

Les candidats doivent s'interroger sur l'unité, à chaque fois qu'il est demandé une application numérique. Tout résultat sans unité est systématiquement compté faux.

Partie I – Le cœur du réacteur

Q 1. et **Q 2.** En général bien traitées.

Q 3. L'interprétation est rarement bien faite. Beaucoup d'erreurs sur les dimensions, confusion entre énergie et puissance.

Q 9. La justification demandée est rarement correcte.

Q 10. et **Q 11.** L'expression littérale est fréquemment obtenue. De nombreuses erreurs en revanche dans l'application numérique.

Q 14. Question qui demandait une part d'initiative. Le jury constate que les candidats ayant fait l'effort d'y consacrer un peu de temps, l'ont bien réussie. Cette question était bien valorisée.

Partie II – Quelques aspects de la chimie du neutron

Q 15. De nombreuses confusions dans le nombre d'électrons et de neutrons.

Q 16. à Q 18. Souvent abordées.

Q 21. La loi de Hess est mal connue.

Q 23. L'expression et la valeur de la constante K° posent souvent des difficultés.

Q 24. Peu de candidats pensent à commenter le signe de la dérivée.

Q 25. Le calcul des populations est mal maîtrisé.

Q 27. La recherche de la solubilité est très rarement bien traitée.

Q 28. et Q 29. Les notions de base d'oxydoréduction ne sont pas assimilées et le jury voit beaucoup de confusions sur les piles.

Partie III – Le moteur Stirling

Q 30. Dans beaucoup de copies, la justification de la nature du cycle n'apparaît pas.

Q 31. Le calcul de l'aire menant au travail a été peu fait.

Q 32. Les isothermes deviennent des droites dans une majorité de copies.

Q 33. à Q 36. Les expressions demandées ont été rarement bien justifiées. Il y a des confusions sur les hypothèses des transformations.

Q 37. La définition du rendement doit être claire. De nombreux candidats ayant obtenu les travaux et transferts thermiques n'arrivent pas à obtenir l'expression du rendement.

Q 39. à Q 40. Questions moins abordées.

Partie IV – Modèle de génératrice linéaire

Q 42. Beaucoup d'erreurs sur l'expression de la force de Laplace, ce qui conditionne la suite.

Q 43. Manque de rigueur dans les orientations des grandeurs demandées.

Q 44. à Q 48. Ensemble de questions bien traitées dans les copies ayant réussi le début.

Conclusion

Une connaissance solide du cours, la maîtrise des méthodes classiques de raisonnement permettent de réussir ce type d'épreuve.

Le candidat doit également veiller à soigner la rédaction qui est une trace de son raisonnement.

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

L'épreuve de Physique-Chimie 2 rassemble quelques problématiques physico-chimiques sur le thème de la santé humaine.

La partie I, consacrée à divers outils d'un cabinet dentaire, permet la mise en pratique :

- de notions de chimie en solution aqueuse pour l'opération de blanchiment des dents ;
- de compétences relatives à la thermodynamique des systèmes diphasés et à la transmission par ondes électromagnétiques wifi pour la stérilisation des instruments ;
- de connaissances de mécanique du solide en rotation autour d'un axe fixe lors de l'étude d'une fraise actionnée par une turbine à air comprimé.

La partie II est consacrée au cœur en tant que pompe responsable de l'écoulement visqueux sanguin et à l'activité électrique qui permet la surveillance de son fonctionnement par l'enregistrement d'ECG. L'activité électrique, modélisée par un dipôle variable, est l'occasion de restituer, dans un premier temps, des connaissances élémentaires sur le champ et le potentiel électrostatique de la charge ponctuelle, pour passer ensuite au doublet puis au modèle dipolaire, dont le potentiel électrostatique est fourni puisqu'il ne figure pas au programme officiel de la classe de TSI. L'étude de la circulation sanguine est l'occasion d'interroger sur l'ordre de grandeur du travail quotidien de la « pompe » cardiaque, sur le caractère non-newtonien du sang dans une grande partie du système vasculaire et sur le principe d'une méthode d'évaluation de la viscosité dynamique d'un fluide (viscosimètre de Couette).

Ce sujet balaie donc un champ particulièrement large et diversifié du programme de physique-chimie de TSI, et l'indépendance de ses différentes sous-parties aura certainement permis aux candidats de bénéficier d'impulsions nouvelles lors de la composition.

Analyse globale des résultats

La chimie (partie I.A) a initié le tri des candidats sur les quatre premières questions puisque certains ne font pas la différence entre réaction et demi-réaction redox ou éprouvent les plus grandes difficultés à équilibrer une équation-bilan. Signalons à cette occasion qu'une erreur d'écriture de l'espèce HO_2^- (retranscrite H_2O^- dans le tableau des données annexes) n'a perturbé qu'une fraction infime des candidats dont les propositions d'équations-bilan erronées ont alors été évaluées avec indulgence.

La partie I.B a révélé des lacunes –très largement partagées– sur les points suivants :

- confusion entre diagrammes (p, T) et (p, v) ;
- incapacité à traiter un mélange air-vapeur d'eau ;
- difficulté à développer une rédaction convaincante (test de Bowie et Dick) ;
- perte du caractère vectoriel du vecteur de Poynting par l'opération moyenne temporelle ;
- ignorance de la relation entre vecteur de Poynting et puissance transférée à travers une surface.

En mécanique, le théorème du moment cinétique scalaire a été plutôt bien appliqué dans l'ensemble, mais l'utilisation de la notation complexe pour les fluctuations sinusoïdales de vitesse angulaire relative n'est maîtrisée que dans les meilleures copies.

Plus inattendu, nous avons été très défavorablement surpris par la méconnaissance générale des expressions littérales du champ et du potentiel créés par une charge ponctuelle, ainsi que de la définition des lignes de champ et des surfaces équipotentielles. Autre sujet d'étonnement : la définition du caractère non-newtonien d'un fluide (explicitement au programme officiel de ces classes) est également inconnue de la quasi-totalité des candidats qui inventent donc une définition flirtant généralement avec le modèle du fluide parfait.

Cette épreuve s'est donc révélée très classante : les meilleures copies sont naturellement celles qui évitent un maximum des écueils précédemment cités et trop fréquemment observés.

Rappelons également ici que tout ce qui nuit gravement à la lecture, l'identification et la compréhension des réponses apportées par les candidats est désormais sanctionné par différents niveaux de malus. Cela concerne un peu moins de 5 % des copies.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Dans l'ordre des questions, les erreurs fréquemment observées :

Partie I.A : Produit de blanchiment pour les dents

Q 2. Très peu de candidats semblent savoir que la réaction thermodynamiquement favorisée correspond à l'action de l'oxydant le plus fort sur le réducteur le plus fort. L'utilisation d'un tracé de gamma n'est qu'une représentation graphique de cette règle.

Q 3. Avec un minimum de bon sens, les candidats devraient s'interdire de répondre que H_2O est l'agent blanchissant.

Q 4. La maîtrise du tableau d'avancement et de la constante d'équilibre a nettement discriminé les bonnes copies.

Q 5. Le calcul cohérent du pH a été très rare.

Partie I.B : Utilisation d'un autoclave

Q 7. Confusions très fréquentes entre les coordonnées (p, T, v) et les diagrammes associés.

Q 8. La vapeur saturante est simplement l'état vapeur en équilibre thermodynamique avec la phase liquide. Une majorité de copies décrivent le cas limite de la vapeur « saturante sèche ». Ce qui porte à croire que la confusion est partagée par certains enseignants.

Q 9. Les bonnes copies se distinguent par une utilisation correcte du modèle d'une transformation isochore et des pressions partielles dans la phase vapeur.

Q 11. Une soupape réglée pour une différence de pression plus élevée n'entraîne pas raisonnablement une explosion de l'auto-cuiseur !

Q 14. On attend un rappel de l'explication du principe du test. Affirmer la réussite ou l'échec d'un test est insuffisant.

Q 16. Les équations de Maxwell sorties des calculettes ont beaucoup de mal à restituer proprement les grandeurs vectorielles.

Q 20. Pour plus de 90 % des candidats ayant traité cette question, la moyenne temporelle d'un vecteur devient étrangement scalaire.

Q 21. Le vecteur de Poynting trouve principalement son intérêt lors de l'estimation d'une puissance électromagnétique traversant une surface. Il est bien dommage que seule une petite minorité d'étudiants soit capable de le mettre en pratique.

Partie I.C : Instrumentation rotative

Q 24. Inattention lors de la mise en forme de l'équation différentielle : la division par J a souvent été ignorée d'un côté de l'équation, ruinant ainsi la suite de la question et la suivante. Les candidats doivent faire preuve de plus d'attention lors de ces phases de calcul littéral et porter un regard critique (homogénéité) sur leurs expressions.

Q 27. Très peu de copies démontrent une maîtrise des grandeurs complexes pour l'obtention d'une amplitude et d'un déphasage

Partie II.A : Activité électrique du cœur

Q 32. « Donner » n'est pas synonyme de « Démontrer » ou « Établir ». La connaissance du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle fait partie des notions et capacités exigibles au programme de TSI. La démonstration par le théorème de Gauss ne faisait donc l'objet d'aucune rétribution supplémentaire.

Q 33. Dans l'ignorance des définitions de base des lignes de champ et surface équipotentielle, pléthore de candidats choisissent l'écriture d'invention. Ajoutons qu'une ligne de champ est orientée et donc que la tangence au champ n'est pas suffisante.

Partie II.B : Écoulement sanguin et cœur

Q 44. L'expression d'un bilan énergétique de type « Bernoulli généralisé » a été très rare.

Q 47. Quasiment aucun candidat ne propose la bonne définition d'un fluide newtonien.

Q 48. Les arguments d'invariance sont confondus avec des arguments de symétries planes et l'utilisation de l'analogie électromagnétique conduit à oublier de revenir au champ des vecteurs-vitesse.

Q 50. Ce sont les composantes de vitesse *relative* aux parois qui sont nulles aux interfaces. Confusion également fréquente entre vitesse angulaire et vitesse linéaire.

Q 51. Expressions littérales à simplifier au maximum. Il ne faut pas se contenter d'une présentation de fractions à plusieurs niveaux.

Q 53. La répartition des contraintes se fait sur une surface à distance R_1 de l'axe. Comment peut-on alors proposer des moments de forces élémentaires de type $d\Gamma = dF \cdot dr$?

Conclusion

Lors de la correction de cette épreuve, nous avons constaté moins de copies quasi vides que lors des sessions précédentes et moins de résultats numériques sans unités par exemple. Mais les très bonnes copies restent rares. Un effort supplémentaire de réflexion est attendu pour améliorer la pertinence des commentaires : ils restent souvent vagues et confus, ou se bornent à des affirmations péremptoires et excessives. Une lecture plus attentive des énoncés de questions éviterait également les réponses hors-sujet.

Nous attirons par ailleurs l'attention des futurs candidats sur les exigences de lisibilité et d'intelligibilité. Les mises en garde du rapport de la session précédente n'ont pas suffi : nous avons toujours autant de copies difficiles à déchiffrer ou à l'expression française défailante.

Enfin, sur le fond, les notions de base d'électrostatique et de thermodynamique sont nettement à consolider.

Nous sommes convaincus que les commentaires de ce rapport d'épreuve (détaillés et spécifiques à ce sujet Physique-Chimie 2 mais souvent généralisables) avantageront ceux qui feront cet effort de lecture attentive.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Présentation du sujet

Le support de l'épreuve 2022 concerne l'étude des performances du vélo d'appartement Pro-Form « Tour de France » qui permet, en plus des fonctionnalités classiques d'un vélo d'appartement traditionnel, de bénéficier d'une immersion dans un environnement réaliste. Ainsi, ce vélo permet au cycliste de s'entraîner à domicile en suivant à l'écran une des vingt-quatre étapes du Tour de France enregistrées. Le vélo va ajuster son inclinaison et la résistance au pédalage pour reproduire l'effort réel du cycliste en situation, tout en affichant à l'écran la vitesse, le rythme cardiaque, la distance parcourue et les calories brûlées.

La première partie du sujet étudie les performances de la connexion WIFI entre le vélo et le réseau local à domicile lui permettant d'accéder à Internet et de récupérer notamment les données d'altitude en ligne.

La deuxième partie permet de modéliser la résistance totale à l'avancement lors d'une utilisation réelle du vélo en extérieur puis d'analyser la solution technologique permettant d'imposer cette résistance à la roue du vélo.

La troisième partie permet de modéliser puis de régler le correcteur de l'asservissement de position des biellettes permettant un contrôle du dispositif de freinage.

La quatrième partie permet de valider le dimensionnement en puissance du vérin du dispositif d'inclinaison du vélo Pro-Form et de vérifier l'absence de risque de basculement du vélo lorsque le cycliste se met en danseuse pour palier une augmentation de la résistance au pédalage.

Pour terminer, une partie de synthèse justifie les démarches utilisées pour la vérification de chaque exigence du cahier des charges et permet d'évoquer les avantages et inconvénients du vélo d'appartement Pro Form par rapport au vélo d'appartement traditionnel. Cette partie suppose de prendre du recul par rapport à l'ensemble des études effectuées précédemment.

Analyse globale des résultats

L'ensemble des questions couvre de nombreux points du programme et les différentes parties de l'épreuve, progressives et cohérentes, permettent à une majorité de candidats de s'exprimer. Toutes les questions sont abordées, et certains candidats ont produit de bonnes copies.

Le jury note que les questions de synthèse sont plus souvent abordées par les candidats cette année. Néanmoins, le jury rappelle que les réponses à ces questions doivent se baser sur l'ensemble cohérent des études menées dans le sujet et des exigences présentées en début de sujet. Des réponses sans rapport avec les analyses des parties précédentes sont à proscrire.

Si une grande majorité des candidats rédige avec soin leur copie, le jury regrette de trouver encore trop de copies mal rédigées, où les questions, traitées dans le désordre, ne sont pas correctement identifiées et les résultats ne sont pas mis en évidence. Ces copies ont été sanctionnées par le malus de présentation. Le jury rappelle à ce propos que la démarche d'étude proposée dans le sujet est cohérente et progressive, et que les candidats qui traitent les questions dans le désordre ne sont pas en mesure de s'approprier correctement la problématique.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le sujet comporte de nombreuses applications numériques qui permettent de conclure. Le jury rappelle qu'une application numérique doit comporter une unité et doit avoir un nombre de chiffres significatif cohérent vis-à-vis de l'énoncé.

Questions 1 à 6 : récupération du parcours virtuel sur internet

Si la notion d'adresse logique au sein d'un réseau est bien connue des candidats, les différents types de réseau et la notion d'adresse physique sont mal connus. Les tracés effectués sur le relevé spectral expérimental fourni sont partiels, peu précis et rarement argumentés correctement. Ces imprécisions de tracé ont conduit certains candidats à des données statistiques fausses. Le tableau de synthèse des résultats demandé au regard des exigences du cahier des charges doit être amélioré. La dernière question, permettant d'exercer des compétences du programme d'informatique pour tous, est bien traitée. Le jury regrette toutefois que les types des arguments de la fonction demandée ne soient pas bien analysés et interprétés.

Questions 7 à 15 : résistance au pédalage

Le jury constate que les candidats ont des difficultés à faire des applications numériques exactes à partir de l'expression littérale fournie de la résistance totale et à analyser la contribution de certains paramètres du calcul. L'analyse, l'interprétation et l'exploitation du modèle affine de la résistance totale en fonction du carré de la vitesse posent certains soucis ; le jury rappelle que l'observation du paramètre en abscisse est essentielle et qu'il est nécessaire de différencier une fonction linéaire et une fonction affine.

Le passage du modèle local au modèle global, dans le cadre de la modélisation des actions mécaniques du freinage magnétique, est trop souvent effectué sans prêter attention aux bornes d'intégration, notamment angulaires. Le jury note des confusions sur l'analyse de l'expression du moment de freinage obtenue. En effet, ce moment est proportionnel à la vitesse de rotation et doit évoquer un type de frottement visqueux et non sec, ne permettant donc pas de stopper complètement la roue.

La loi entrée-sortie géométrique du système de biellettes obtenue par bouclage géométrique est correctement abordée, en dehors de quelques erreurs de signe et de projection.

L'analyse des différents tracés fournis pouvait être abordée de manière littérale (après linéarisation) ou graphique. Dans le cadre d'une analyse graphique, le jury rappelle aux candidats qu'il est nécessaire de légender précisément le graphique proposé et d'en expliciter sur la copie un modèle linéaire, conformément à la question posée. Un graphique tracé approximativement, sans préciser les grandeurs des différents axes et leurs unités, et sans proposition d'un modèle de comportement linéaire dont le coefficient directeur est précisé sur la copie ne peut pas constituer une réponse complète à la question posée.

Questions 16 à 27 : contrôle du freinage

Le jury rappelle aux candidats que les unités des différentes constantes proposées doivent être indiquées. Des soucis d'homogénéité ont conduit certains candidats à des valeurs erronées dans les valeurs numériques.

La justification de la structure de la commande de l'actionneur doit être faite en lien direct avec l'application étudiée. Le moteur du dispositif de freinage permet le déplacement (dans un sens ou dans l'autre) des aimants. Le jury regrette que certains candidats évoquent le cas général d'une éventuelle récupération de l'énergie lors du freinage, récupération hors sujet par rapport au dispositif étudié ici.

Le jury conseille aux candidats d'évoquer en premier lieu les sources de non linéarités traditionnelles rencontrées en travaux pratiques, comme les saturations en tension des alimentations des hacheurs. Le jury s'étonne que la présence d'un intégrateur ou d'un correcteur soit vue comme une non-linéarité.

L'identification d'un modèle de comportement du premier ordre (de type passe-bas ou à constante de temps) autour d'un point de fonctionnement a posé souci aux candidats, en raison des valeurs des conditions initiales non nulles.

Le jury s'inquiète des confusions entre fonction de transfert en boucle ouverte et fonction de transfert en boucle fermée ainsi que de la prise en compte ou non de certains blocs de la chaîne de retour dans

la fonction de transfert en boucle ouverte. Le jury conseille aux futurs candidats de savoir exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte, même lorsque le retour n'est pas unitaire. Le lien entre précision et classe de la fonction de transfert en boucle ouverte est correctement fait. Le jury regrette néanmoins les traditionnelles confusions entre stabilité et précision.

De nombreux candidats ne précisent pas correctement les sens des inégalités obtenues sur les valeurs limites du correcteur proportionnel permettant de satisfaire les différentes exigences, ce qui pose par la suite des soucis dans les conclusions et encadrements demandés.

Dans l'objectif de la détermination de la valeur du gain K_c du correcteur proportionnel, l'expression littérale de la fonction de transfert en boucle fermée demandée doit faire apparaître ce paramètre.

La condition sur la valeur du facteur d'amortissement d'une fonction de transfert classique du second ordre afin de ne pas avoir de dépassement dans la réponse indicielle n'est pas correctement maîtrisée.

Il est regretté que l'exigence de rapidité ne soit que très rarement reliée à la valeur souhaitée de la pulsation de coupure à 0 dB de la boucle ouverte fournie dans les exigences.

Questions 28 à 34 : étude du dispositif d'inclinaison

Le jury est très surpris par le manque de soin apporté dans la réalisation du graphe des liaisons et des actions mécaniques du modèle proposé. Il est rappelé que la nature des mouvements (par exemple translation) ne doit pas figurer dans ce graphe et que les caractéristiques des liaisons et des actions mécaniques doivent être clairement indiquées. C'est notamment sur ces caractéristiques que la stratégie de résolution reposera ensuite. Le jury note aussi des confusions entre liaison sphère-plan et liaison sphérique. L'énoncé précisait clairement les actions mécaniques à prendre en compte dans le graphe ce que beaucoup de candidats n'ont pas exploité.

La stratégie de résolution pour trouver la composante normale N_E de l'action mécanique en E du sol sur le vélo supposait de se placer en dynamique et non en statique. S'il était possible d'appliquer successivement plusieurs fois le principe fondamental de la dynamique à l'ensemble isolé pour déterminer la composante demandée, le jury rappelle que la stratégie la plus rapide et la plus efficace est à privilégier. De plus, le jury conseille aux futurs candidats de revoir le calcul d'un moment dynamique pour un solide en translation par rapport à un référentiel Galiléen. Si ce moment est nul au centre de gravité, il est non nul en un autre point, ce qui a posé d'importants soucis aux candidats. Par ailleurs, le jury note toujours un manque important de recul des candidats par rapport à l'application des théorèmes fondamentaux et s'étonne de voir figurer l'accélération dans la résultante d'une action mécanique extérieure. D'importants soucis d'homogénéité des relations obtenues sont aussi à noter. Le jury rappelle à nouveau que les théorèmes généraux de la dynamique se décomposent en deux : théorème de la résultante dynamique (en projection selon un ou plusieurs axes à définir), théorème du moment dynamique (en un point et en projection selon un ou plusieurs axes à définir). Le jury regrette l'application beaucoup trop vague du principe fondamental de la dynamique.

Les calculs de vitesses demandés pour valider le dimensionnement en effort du vérin ne présentent pas de difficultés et le jury s'étonne en conséquence des nombreuses fautes de signe dans les dérivations vectorielles, ou d'expressions littérales complexes et difficilement lisibles car conservées dans des bases non appropriées. Enfin, beaucoup de résultats ne sont pas homogènes et il manque bien souvent des vecteurs.

Peut-être traitée trop rapidement car placée en fin d'épreuve, l'évaluation de la vitesse maximale du vérin repose sur la lecture d'une courbe fournie préalablement dans l'énoncé. Cette lecture n'est pas réalisée correctement dans la plupart des copies.

Questions 35 et 36 : synthèse

Si la partie de synthèse est abordée de manière plus importante par les candidats, le jury note un manque de recul par rapport à la démarche de l'ingénieur utilisée dans le sujet pour valider les différentes exigences. Cette démarche peut s'appuyer sur l'analyse d'une courbe expérimentale, l'élaboration et l'utilisation d'un modèle ou d'une simulation. Le jury note que les candidats évoquent rarement, dans la démarche utilisée, ce nécessaire recours à un relevé expérimental, une modélisation ou une simulation.

Pour terminer, le jury précise que la comparaison entre le vélo d'appartement traditionnel et le vélo d'appartement Pro-Form sous la forme d'avantages et d'inconvénients ne peut se faire qu'en se basant sur les différentes parties abordées dans l'étude proposée. Cette question ne peut pas être traitée de manière déconnectée des études précédentes. Il est d'ailleurs surprenant de constater que certains candidats traitent cette partie sans avoir répondu à de nombreuses questions des parties précédentes et évoquent des différences par rapport à un vélo sur route, hors du cadre de l'étude du sujet.

Conclusion

L'épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur est destinée à valider d'autres compétences que celles évaluées par les autres disciplines, en s'appuyant sur des réalisations industrielles qu'il faut appréhender dans leur complexité. Il est recommandé aux candidats de lire attentivement l'énoncé et de traiter les questions dans l'ordre pour appréhender correctement la problématique et la démarche de résolution proposée. Il est essentiel que les candidats s'attachent à répondre aux questions d'analyse, de critique, de validation des modèles et des solutions technologiques proposées. En dernier lieu, une bonne culture technologique est indispensable pour réussir cette épreuve.

Informatique

Présentation du sujet

Le sujet porte sur la création d'un programme permettant de modéliser un circuit de Formule 1 et de calculer le temps minimum de parcours.

Après une introduction, une première partie concerne la représentation élémentaire des circuits et de leur manipulation. Une deuxième partie étend la modélisation pour intégrer les notions de courbures des virages. La troisième partie porte sur le calcul du temps de parcours d'une voiture d'une ligne droite à l'ensemble du circuit. La quatrième et dernière partie aborde les bases de données et les requêtes SQL.

Analyse globale des résultats

Le sujet était complet, mais relativement long. Les questions des première et deuxième parties ont été globalement bien traitées. L'utilisation de bibliothèque `turtle` a été plutôt bonne. La complexité des questions algorithmiques a bloqué de nombreux candidats, ce qui n'a pas empêché un certain nombre d'entre eux de s'illustrer. Le sujet a permis un étalement convenable des notes et d'identifier les bons candidats malgré un nombre important de copies très faibles.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Un accent important a été mis sur la création et la réutilisation de fonctions, sur l'utilisation élémentaire de `numpy`, sur les requêtes de base de données et sur la compréhension / rédaction des candidats.

Les bases du langage Python (syntaxe, indentation, valeurs de retour ...) semblent assez bien maîtrisées. Certains candidats sont néanmoins encore assez loin des standards attendus.

La base des requêtes du langage SQL (`SELECT FROM`) est globalement acquise, mais cela ne suffit pas pour réaliser la plupart des requêtes du sujet qui nécessite l'utilisation de `COUNT`, `GROUP BY` ou de réaliser des jointures. Les deux questions, qui ne portaient pas sur les requêtes SQL, ont montré que les candidats ont peu de recul sur les bases de données.

Pour les questions ouvertes, les candidats ont très souvent du mal à formuler leurs idées de manière compréhensible.

Conclusion

Le sujet abordait des notions du programme d'informatique avec en particulier la base du langage Python, `numpy`, SQL, de l'algorithmique. Les résultats semblent sensiblement identiques à ceux des années précédentes.

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

Allemand

Présentation du sujet

Le dossier à synthétiser en allemand 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

Le dossier de cette année proposait aux candidats d'examiner l'impact de l'utilisation des réseaux sociaux sur des utilisateurs jeunes, et moins jeunes. Il se compose de quatre documents de nature différente : un dessin humoristique publié par GRIZELDA sur Facebook en 2018, deux articles de presse publiés en 2019, l'un tiré du *Guardian* écrit par Roisin KIBERD et le second du *New York Times* et écrit par Perri KLASS, et enfin une lettre ouverte que Clarissa BUSTAMANTE adresse aux réseaux sociaux en 2016 sur le site *Odyssey Online*.

Tous les documents s'accordent à dire que l'utilisation excessive des réseaux sociaux peut avoir des effets délétères sur la santé mentale et plus généralement sur la vie d'un grand nombre d'internautes. Pour autant, la reconnaissance de la notion d'addiction ou de maladie assimilée à l'usage excessif des plateformes que des médecins et législateurs appellent de leurs vœux est remise en question par d'autres. En effet, peut-on vraiment taxer de comportement déviant ou problématique une pratique maintenant partagée par plusieurs milliards d'utilisateurs ? Cette ambivalence se retrouvait évidemment dans les propos contradictoires de Clarissa BUSTAMANTE mais également dans le dessin humoristique, dont la publication sur un réseau social ne peut que renforcer sa portée ambiguë. Roisin KIBERD, qui a pourtant personnellement observé les effets pernicieux des réseaux sociaux sur son état de santé arrive à la conclusion que la solution raisonnable serait de mieux contrôler les plateformes mais qu'il serait absurde d'imaginer mettre un terme à l'omniprésence des réseaux sociaux. De la même manière, Perri KLASS, elle-même médecin, s'interroge sur la pertinence de la notion d'addiction. Elle remet en cause la relation de causalité entre l'utilisation des réseaux sociaux et la maladie mentale et insiste elle aussi sur la nécessité de mieux encadrer la pratique mais également de reconnaître ce qu'elle peut apporter de positif aux utilisateurs.

Une fois ce constat établi se pose donc la question des mesures à prendre pour permettre une utilisation plus saine des réseaux sociaux. Perri KLASS et GRIZELDA laissent penser que si les enfants et adolescents ont besoin d'être mieux accompagnés par leurs parents dans le monde virtuel, les plateformes devraient également être mieux pensées et mieux encadrées pour en limiter les effets négatifs. Roisin KIBERD, quant à elle, insiste plus particulièrement sur le rôle des gouvernements qui ne doivent pas abdiquer leurs responsabilités et laisser les individus seuls responsables face à des géants de la tech qui n'ont d'autres objectifs que d'optimiser leurs profits au mépris de la santé et du bien-être de leurs utilisateurs.

Analyse globale des résultats

Les candidats n'ont, semble-t-il, pas eu de difficulté à comprendre les grandes lignes des documents qui traitent d'un sujet qui les touche souvent de près, et si tous les aspects techniques de l'exercice ne sont pas encore bien maîtrisés, tous ont tenté de synthétiser le propos du dossier en structurant le devoir en paragraphes faisant intervenir des éléments appartenant aux différents documents. En revanche, la perception et la compréhension des nuances a échappé au plus grand nombre.

Si l'opposition des aspects positifs et négatifs des réseaux sociaux était légitime, elle ne pouvait suffire ici et devait être dépassée. Plus problématique encore, certains candidats se sont concentrés sur l'impact négatif des réseaux sociaux, laissant complètement de côté les aspects plus positifs que certains médecins leur reconnaissent pourtant.

D'autres ont réduit le problème en ne se concentrant que sur la santé mentale des enfants et des adolescents alors que tous les documents laissaient entendre que les adultes — certes plus capables que les enfants de faire la distinction entre le monde réel et le monde virtuel — sont affectés tout autant par une utilisation excessive des différentes plateformes en ligne.

La notion d'addiction a elle aussi fait l'objet d'un traitement réducteur : elle a trop souvent été considérée comme acquise alors qu'il fallait justement la questionner. En effet, des études laissent penser que les réseaux sociaux sont plus probablement révélateurs de troubles psychologiques préexistants et d'une propension à l'addiction, que la véritable cause du mal-être et des comportements compulsifs observés.

Par ailleurs, très peu de candidats ont identifié le rôle que doivent jouer les gouvernements et les entreprises pour permettre une utilisation plus sécurisée des réseaux sociaux, qui n'ont pas vocation à disparaître.

Enfin, rares sont les candidats qui se sont essayés à une analyse du dessin humoristique ou de la lettre. Quelques-uns, malgré tout, ont relevé la dimension cocasse et, bien sûr, ironique du dessin, ou encore ont remarqué que le visage du père absorbé par son téléphone ne laissait pas penser que son expérience des réseaux sociaux le rendait très heureux. Ces efforts d'interprétation et de prise de recul ont fait l'objet d'une bonification.

Dans l'ensemble, le jury regrette le manque de confrontation et de mise en relation des différents points de vue exposés dans les documents. Les candidats se contentent souvent de juxtaposer les différentes idées qu'ils ont pu repérer sans les hiérarchiser ni les faire dialoguer.

On ne peut que conseiller aux futurs candidats de bien relire les rapports de jury des années précédentes et de suivre les conseils qui leur sont prodigués. Les meilleurs candidats se sont distingués par leur maîtrise des méthodes, leur compréhension et restitution fine des documents, et leur capacité à faire ressortir clairement les différentes lignes de tension qui parcourent le dossier.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le titre doit être clair et informatif. *Social media addiction* était un titre tout à fait recevable. Un titre est par définition synthétique et ne peut pas être une phrase conjuguée. Il est déconseillé d'inventer des titres trop originaux dont les jeux de mots ne renseignent pas sur la thématique précise du dossier.

Le titre et la problématique doivent être distincts. C'est pourquoi il n'est pas conseillé de formuler son titre sous forme de question puisqu'il ne s'agit pas de problématiser à ce stade mais d'indiquer simplement la thématique du dossier. Le titre doit inclure tous les enjeux du dossier et ne pas se concentrer sur un seul aspect. Par exemple, *Internet addiction, the disease of a new generation* est erroné car les adolescents ne sont pas les seuls concernés, comme on peut le voir sur le dessin humoristique. *Social media and teenagers* est également trop ciblé.

L'introduction doit commencer avec une ou deux phrases d'amorce qui sont une entrée en matière objective. Par exemple, il était possible de commencer par une définition comme *Addiction is characterised by an abnormal behaviour*. Aucune information extérieure au sujet n'est autorisée même si la tentation était grande de citer Mark ZUCKERBERG ou de se référer à la crise du Coronavirus qui a exacerbé les pratiques digitales de beaucoup d'internautes.

La présentation des documents est indispensable pour pouvoir ensuite y faire référence dans le corps de la synthèse. Il faut donc donner le nom de l'auteur (prénom + nom), la nature et la source du document que l'on souligne obligatoirement (*The Guardian*, underbar *The New York Times*, *The Odyssey Online*), ainsi que la date. Il est important de distinguer la nature des documents. Cette année, l'un d'eux était une lettre digitale adressée directement aux réseaux sociaux, eux-mêmes dénoncés dans le dossier. Elle se distingue donc des deux articles de presse. L'année suffit, sauf quand le mois revêt une importance particulière. Par ailleurs, si les documents sont publiés la même année, il est possible de regrouper (par exemple *both released in 2019*). Il est inutile de recopier les titres des articles, qui sont souvent longs et n'apportent aucune information significative supplémentaire. Il n'est pas judicieux d'évoquer le contenu des documents car cela ne permet pas de présenter le point de vue de l'auteur dans sa complexité et cela conduit à des introductions trop longues.

La problématique doit apparaître sous la forme d'une question directe ou indirecte, contrairement au titre. Une phrase telle que *The dossier raises the issue of social media addiction* présente la thématique et n'est pas une question de problématique. Par exemple, des questions de problématiques pertinentes trouvées dans des copies : *Is the overuse of social media worrying?* (question directe), et *We can wonder what the impact of social media addiction is in our society* (question indirecte).

Enfin, il ne faut pas annoncer de plan puisque le développement veillera à commencer chaque partie par une *topic sentence*, c'est-à-dire une phrase qui annonce l'argument de la partie et à lier les arguments entre eux. Les mots de liaison et les verbes logiques sont très utiles à cet égard (*thus it entails* ; *because it was triggered by*).

Les bonnes copies ont proposé une problématique à question unique, et non une question multiple ou plusieurs questions, qui sont autant d'annonces de plan déguisées. Ce qui est attendu est une question simple, générale et bien ciblée, prenant en compte tous les documents du dossier.

La rédaction d'une synthèse nécessite des qualités de reformulation concise et de condensation des idées exprimées par les auteurs des documents ou par les points de vue mentionnés dans les documents. Il ne faut d'ailleurs pas confondre le point de vue de l'auteur avec le point de vue d'une personne citée dans le document. Cette année, les articles de presse faisaient appel à des médecins spécialistes de l'addiction dont les noms devaient être clairement identifiés dans le corps de la synthèse. Il fallait préciser qui étaient ces spécialistes (*Dr Rich / Dr Radovic*) et qui citait ces spécialistes (Perri KLASS). De même, donner l'exemple des *hikikomori* n'est possible que si l'on explique ce qu'ils sont en quelques mots (*teenagers who never go out and spend their time on their computers*) et qui en parle (*Roisin Kiberd quoting Japanese psychologist Tamaki Saito*).

Il est par ailleurs demandé aux candidats d'utiliser leurs propres mots et de ne pas copier-coller, ni juxtaposer des phrases ou des expressions extraites des documents. Une bonne synthèse montre une bonne compréhension des informations relevées dans le dossier, qui sont hiérarchisées de façon claire et rigoureuse. Les idées doivent être très régulièrement confrontées, c'est-à-dire comparées, rassemblées, opposées ou nuancées.

Chaque partie commence par une phrase directrice précise (la *topic sentence*, phrase d'introduction du sujet de la partie ou du paragraphe), qui inclue des mots clés et qui annonce l'enjeu de la partie. On ne peut donc pas commencer une partie par un détail ou un exemple d'importance mineure, issu de l'une des sources. Les sources justement (au minimum trois par partie) viennent ensuite étayer cet argument dans un même paragraphe. Ne faire référence qu'à deux documents, voire parfois un seul, n'est pas satisfaisant. Nous invitons donc les candidat(e)s à approfondir l'étude et l'analyse du dossier en amont afin d'avoir suffisamment de contenu pour en préciser les enjeux. Certaines copies ont par exemple évoqué les conséquences des réseaux sociaux sans d'abord caractériser les mécanismes de l'addiction, qui sont évoqués dans tous les documents. Il y a souvent un ordre logique dans lequel les arguments doivent être proposés. Cette année, il était incohérent de pointer la responsabilité des entreprises comme Facebook dans une première partie sans avoir d'abord identifié le problème (l'addiction) et ses conséquences (sur la santé mentale, des jeunes notamment mais pas exclusivement).

Il faut aussi veiller à la cohérence de l'argumentation au sein d'une même partie. La *topic sentence* renseigne sur le sujet de la partie à venir (par exemple, *social media cause addiction*), mais mentionner ensuite les solutions pour éviter cette addiction correspond à une rupture d'argumentation par l'introduction d'un élément différent de celui qui était annoncé dans la phrase d'introduction – une technique utilisée souvent par les candidats afin de pouvoir introduire artificiellement une référence supplémentaire à un document du corpus. En revanche, cet élément ajouté pourra faire l'objet d'une autre partie dont la phrase d'introduction sera *What can be done to avoid the issues caused by social media addiction?*

Par ailleurs, les candidats ne peuvent pas se contenter de citer les documents les uns à la suite des autres dans des paragraphes distincts, donnant ainsi l'impression d'illustrer des arguments différents. Faire référence à un document en se contentant de le mentionner sans l'analyser n'est pas suffisant : il

faut expliquer la raison pour laquelle cette référence est pertinente. Par exemple, faire allusion au dessin humoristique pour étayer l'idée d'une addiction généralisée est un bon début. Il faut pousser la réflexion et y voir la dénonciation du manque de responsabilité de certains parents eux-mêmes accros aux réseaux sociaux.

Souvent les thèmes des atouts des réseaux sociaux et des solutions aux maux causés par eux n'ont pas été vus bien qu'ils soient évoqués par pratiquement tous les auteurs. Parfois, certains candidats les ont confondus, mais les atouts sont des acquis reconnus par les auteurs, alors que les solutions ne sont que des propositions de certains spécialistes, des pistes à exploiter.

Quelques candidats ont fautivement identifié l'internet aux réseaux sociaux.

Rassembler toutes les sources sous l'expression *According to all documents* est dangereux car il est rare que tous les auteurs soient unanimes, et certains documents contiennent eux-mêmes d'autres points de vue à nuancer. Qui plus est, il serait alors difficile ensuite d'évoquer de façon plus fine et détaillée les opinions variées des auteurs concernés. Cette année, il était conseillé d'éviter des généralités ou des banalités sur les réseaux sociaux (exemple à éviter *Social media is everywhere*). Les meilleurs arguments sont ceux qui sont précis et qui s'appuient sur les documents.

Sur le sujet d'examen, il est indiqué que l'ordre dans lequel se présentent ces documents est « arbitraire et ne revêt aucune signification ». Cependant, beaucoup de candidats ont fait référence aux documents en leur attribuant un numéro (*document 1, document 2, the first / second document, etc.*), ce qui introduit une hiérarchie entre les documents. Si les documents ont été judicieusement présentés en introduction, les candidats peuvent y faire référence de multiples façons, soit en utilisant le nom des auteurs, les sources (soulignées) ou la nature (*the letter, the cartoon, the British press article, the American press article, the graph, the painting, the literary excerpt, etc.*).

La conclusion n'est pas nécessaire. Certains candidats ont donné une conclusion subjective et parfois erronée sur la nécessité de se couper des réseaux sociaux. L'emploi des auxiliaires modaux '*must*' et '*should*' associé à la première personne du pluriel '*we*' est à proscrire car le point de vue personnel n'a pas sa place dans une synthèse de dossier.

Enfin, il est vivement conseillé d'écrire lisiblement, dans une encre foncée et d'aérer la copie, en sautant une ligne (+ alinéa) entre chaque partie.

Rapport linguistique

Lexique

Vocabulaire spécifique au sujet

Le niveau général manquait de variété et de rigueur. Certains mots nécessaires à cette synthèse n'étaient pas sus comme '*loneliness*', '*spend time*' et '*sit around the table*', avec de nombreux non-sens. Certaines prépositions spécifiques ont également posé problème, on dit '*addiction/addicted to*' et '*dependent on*'.

Il y avait également des erreurs dans l'utilisation de '*stop*' qui n'a pas le même sens s'il est suivi d'un infinitif : '*stop to use social media*' signifie que l'on s'arrête dans le but d'utiliser les réseaux sociaux, il faut utiliser '*stop using social media*' pour exprimer le souhait d'arrêter d'utiliser ces outils.

De même les pluriels irréguliers ne sont pas maîtrisés. On dit '*a child*' et '*many children*'. On ne met pas de '*s*' à '*men*', '*women*'.

Remarques générales

Il faut veiller à ne pas confondre les verbes *'to have'* et *'to be'*, les relatifs *'who'* et *'where'*, les pronoms personnels ou les possessifs – *'he / him / his'* et *'she / her'* sont réservés à des personnes, *'it'* à des choses ou des concepts.

Il y a eu certains barbarismes qui nuisent moins à la compréhension mais dénotent un manque de rigueur au niveau du vocabulaire usuel, notamment en mettant la terminaison *'-ie'* à des mots tels que *'technology / economy'*. De même, de nombreux candidats conservaient les accents français comme dans *'•média'*.

Il faudrait également encourager les futurs candidats à savoir écrire correctement les mots de présentation des documents tels que *'a cartoon'* ou *'an article'*.

Grammaire

Verbes irréguliers

Si la présentation des documents était souvent soignée, il reste des erreurs sur des verbes irréguliers fréquents tels que *'written by'*. D'autres verbes irréguliers n'étaient pas sus.

Indénombrables

Le vocabulaire lié à l'information est fondé sur l'utilisation de nombreux noms indénombrables, qui ont été mis au pluriel de façon erronée. Par exemple, *'media'* est déjà pluriel et ne prend pas de *'s'*.

De même, *'information'* est un indénombrable.

De nombreux candidats ont également confondu *'time'* et *'times'*, en utilisant la formule *'they spend many times on social media'* à la place de *'they spend a lot of time...'*

Articles

Cette année, nous avons remarqué des erreurs sur les articles, notamment l'utilisation abusive de *'an'* suivi de mots commençant par une consonne : *'•an burden'*.

Il faut également revoir les démonstratifs dont les formes plurielles ne sont pas maîtrisées : *'this' / 'these'*, *'that' / 'those'*.

Temps

Le sujet permettait l'utilisation du présent mais de nombreux candidats oublient le *'s'* à la 3^e personne du singulier ou alors l'utilisent pour les formes pluriel (*'we, they'*).

Néanmoins, il manque des *'present perfect'*, notamment avec *'since'* : on dit *'social media have existed for decades'*.

Prépositions

Les difficultés liées au *'phrasal verbs'* et aux prépositions en anglais ont entraîné des erreurs fréquentes sur les prépositions, même sur des verbes usuels tels que *'look at'* et *'listen to'*.

Divers

Nous rappelons que les termes *'everyone, everybody'*, ainsi que tout nom précédé de l'article *'every'*, doivent être suivis du singulier.

De plus, *'despite'* doit être suivi d'un groupe nominal et non d'une proposition subordonnée.

Adjectifs

Les erreurs sur les adjectifs sont souvent liées au fait qu'ils sont invariables et qu'il ne faut donc pas ajouter de 's' au pluriel.

Il y a également eu des erreurs sur la formation du comparatif des adjectifs courts : '*more easy*' à la place de '*easier*'.

Syntaxe

La syntaxe des questions est toujours un problème majeur. À peine 10 % des problématiques ont été formulées correctement. La plupart sont des phrases affirmatives auxquelles un point d'interrogation a été ajouté mais dans certains cas, un nouvel auxiliaire est introduit, rendant la phrase quasi-incompréhensible.

Néanmoins, les candidats qui ont opté pour la question indirecte commençant par '*we may wonder if...*' ont eu plus de succès que les autres. Il serait peut-être intéressant d'encourager ce genre de formulation, plus facile à manier, en rappelant aux préparateurs qu'il ne doit pas y avoir de point d'interrogation à la fin.

Enfin nous rappelons que l'ordre des mots en anglais est différent du français lorsque l'on cite les sources : le sujet doit être avant le verbe : '*as Dr Radovic recommends*' sinon une forme passive doit être utilisée : '*as recommended by Dr Radovic*'.

Conclusion

De façon générale, les synthèses de cette année ont été correctement rédigées d'un point de vue technique.

Mais il faudra faire un effort pour améliorer la grammaire de base, qui peut être simple et efficace. Enfin, il faut veiller à écrire lisiblement si l'on veut être compris.

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.

Espagnol

Présentation du sujet

La fête nationale espagnole, le 12 octobre, commémore la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb. Cette célébration, polémique depuis quelques années, a ouvert l'an passé un débat sur la nécessité d'une révision historique du génocide des populations indigènes, ce qui a déclenché les foudres de la droite espagnole. La demande de pardon du pape François au nom des crimes perpétrés par l'Église a ainsi fait l'objet des plus vives critiques du Parti populaire qui assimile l'indigénisme à un nouveau communisme et refuse catégoriquement toute demande de pardon de l'État espagnol. Le « récit » élaboré par les droites espagnoles reprend à son compte une logique de victimisation en s'appuyant sur la « légende noire » qui s'inscrit paradoxalement dans le prolongement de la « légende rose » franquiste, mythification de la Conquête. Cette bataille culturelle et idéologique opposant deux visions radicalement différentes de la « découverte » de l'Amérique porte aussi, de fait, sur la nécessaire révision de la colonisation espagnole ainsi que sur la remise en cause de modèles économiques actuels qui perpétuent un système d'oppression des peuples autochtones.

Le corpus de quatre documents déploie les différents aspects et implications du sujet. Un dessin d'Eneko, paru sur Twitter, représente la violence meurtrière d'un conquistador transperçant de son épée le corps d'un indigène et en arrière-plan, dans un parallélisme de construction, un franciscain transperçant de sa croix une bulle blanche symbolisant son ignorance supposée. L'article de Sara Mediavilla Otero, paru dans *El País* le 12 octobre 2021, argumente avec soin en faveur de la nécessité de décoloniser l'histoire afin de donner davantage de visibilité à la lutte des peuples autochtones, pour la reconnaissance de leurs droits, leur survie et celle de l'humanité. Le troisième document, un article de *EFE*, paru dans *abc.es* le 29 septembre 2021, nous informe de la demande de pardon au peuple yaqui par le président mexicain López Obrador, point culminant des cérémonies de pardon engagées par son gouvernement ainsi que la réaction d'Isabel Díaz Ayuso à la demande de pardon du pape François pour les « péchés » de l'Église catholique. Enfin, un article de Miguel Muñoz, publié dans *Público* le 11 octobre 2021, restitue le caractère raciste des attaques de la droite espagnole lors de la Convention du Parti populaire ; ces discours de promotion des valeurs de l'Hispanité ont bénéficié du soutien de l'écrivain et Prix Nobel de littérature Mario Vargas Llosa, rallié au parti à cette occasion.

Analyse globale des résultats

Un total de 146 étudiants a composé cette année toutes filières confondues. Dans l'ensemble, les candidats montrent une relative maîtrise méthodologique de l'épreuve et le respect des différentes étapes de la synthèse (titre, introduction problématisée, trois parties argumentées, conclusion).

L'absence de titre, celle de l'indication du nombre de mots ainsi que des références numériques aux documents (doc1, doc2,...) ont été respectivement sanctionnées.

Le niveau général de langue est correct dans l'ensemble, quelques très bonnes copies font état d'un excellent niveau de préparation et de maîtrise d'un exercice qui requiert de nombreuses compétences.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Sur le plan méthodologique

La complexité des implications du sujet nécessitait des qualités de discernement importantes afin de dégager les aspects essentiels avant de les hiérarchiser de façon cohérente. Nous ne saurions trop recommander

aux étudiants de ne pas se limiter à une seule lecture des documents avant de procéder à la mise en regard dans un tableau synthétique et récapitulatif des informations les plus pertinentes dans chacun des documents.

Introduction

L'élaboration de la problématique qui suit naturellement cette étape devait prendre en compte, voire privilégier la dimension critique des différents documents et l'intégration des implications de la Conquête jusqu'à nos jours. Celle-ci pouvait, par exemple, prendre la forme suivante : *¿en qué medida una revisión histórica plural e inclusiva podrá superar el trauma de la Conquista cuyas consecuencias todavía no han desaparecido ?* Là où malheureusement, de nombreux candidats se sont limités à problématiser la violence de la « seule » Conquête, ou celles de la « seule » colonisation, voire les persécutions actuelles subies par les peuples autochtones. Nous ne saurions donc trop rappeler aux candidats que la problématisation doit englober toutes les sources. Les meilleures copies ont su formuler une problématique complète qui prenait en compte la diversité et la complexité des enjeux ainsi que la dimension de « bataille idéologique ».

Les nombreux plans « calqués » du type « causes, conséquences, solutions » sont évidemment à bannir. Nous en profitons pour rappeler aux candidats que la présentation du plan, si elle n'est pas obligatoire, reste souhaitable puisqu'elle permet, en y revenant au cours de l'élaboration de la synthèse, d'éviter ces écueils précédemment cités et de vérifier la cohérence globale du propos.

Développement

Les très bonnes synthèses en trois parties, chaque partie divisée en trois sous-parties, sont assez rares. Elles impliquent en effet, à la fois une compréhension approfondie du contenu de chaque document, jusque dans ses nuances, une formulation pertinente, hiérarchisée et cohérente des idées, et une fluidité globale du propos (avec des transitions entre les parties). Il n'est à cet égard pas pertinent de formuler ces transitions sous forme de questions comme ont pu le faire certains candidats.

Nous rappelons également aux candidats qu'ils doivent éviter toute prise de position personnelle sur le sujet. En aucun cas celle-ci ne doit se substituer à une prise en compte objective de la dimension critique des documents. Une autre des difficultés majeures de l'exercice est la nécessité de faire dialoguer les documents, de « croiser » les points de vue de façon pertinente dans les différentes parties de la synthèse. Cela doit être fait en se référant aux documents, soit par la référence à la source (idéalement soulignée pour les journaux), soit par la référence au journaliste ou éditorialiste le cas échéant, mais en aucun cas par une référence numérique (doc1, doc2, ...), sanctionnée cette année par le jury comme précisé plus haut.

Conclusion

Nous rappellerons enfin, comme cela a été fait dans les rapports des années précédentes, que la rédaction d'une conclusion en bonne et due forme n'est pas exigée, notamment si la fin de la dernière partie s'accompagne d'un bilan global de la synthèse. Néanmoins, elle reste fortement appréciée quand elle apporte une réponse concise et précise à la problématique posée par le candidat.

Sur le plan linguistique

Le barème établit une distinction claire entre le lexique, la capacité des candidats à utiliser une langue riche, variée et précise et la correction linguistique qui porte sur les aspects grammaticaux et syntaxiques.

Le jury déplore, dans de très nombreuses copies, l'incapacité des candidats à accentuer le mot *indígenas*, ce à quoi s'ajoutait une faute de grammaire puisqu'il s'agit d'un mot de genre masculin. Dans une même copie, on pouvait voir cohabiter différentes versions du mot qui apparaît pourtant dans presque tous les documents du dossier. On ne saurait donc que trop recommander un minimum de rigueur et surtout des relectures prenant en compte différents aspects linguistiques pour éviter ces écueils.

L'accentuation est parfois totalement absente, ce qui n'est malheureusement pas le propre des seules mauvaises copies. La ponctuation (virgules, points-virgules, ...) est essentielle à la compréhension du discours. Nous rappelons enfin que les citations doivent être encadrées par des guillemets. Tout comme pour l'accentuation ou l'orthographe, la rigueur s'applique à la ponctuation. Toutes ces dimensions contribuent à la clarté du propos et ce sont autant de points qui sont scrupuleusement respectés dans les meilleures copies.

Les difficultés majeures se situent néanmoins au niveau de la morphologie verbale et de la syntaxe. Nous ne ferons pas un catalogue des erreurs les plus courantes qui tournent généralement autour des trois points suivants : le verbe être, les prépositions et l'emploi du subjonctif. Le jury a été gêné par la non-maitrise du subjonctif en général et de la concordance des temps en particulier. Les prépositions sont également généralement fautives, les différences d'emploi entre *por* et *para* ne sont pas maîtrisées, la préposition *de* apparaît trop souvent après un certain nombre de verbes : *sufrir*, *intentar*, *permitir*.

Conclusion

La plupart des candidats ont néanmoins fourni un effort louable pour respecter les contraintes et les enjeux de cette épreuve et ce, dans une langue riche et nuancée pour les meilleurs d'entre eux. Le jury espère que cette tendance continuera lors des prochains concours et conseille vivement aux futurs candidats de suivre les recommandations prodiguées visant à améliorer la compétence méthodologique et linguistique. Le jury remercie également les collègues de classes préparatoires pour la qualité de leur enseignement et celle de la préparation des candidats à une épreuve qui, nous le rappelons, fait appel à un ensemble de compétences méthodologiques, réflexives et linguistiques dont la maîtrise exige rigueur, discernement et recul.

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 TSI

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	16
Physique-chimie	20
Travaux pratiques de physique-chimie	24
Sciences industrielles de l'ingénieur	33
Allemand	46
Anglais	49
Chinois	51
Espagnol	54
Italien	56
Russe	58

Résultats par épreuve

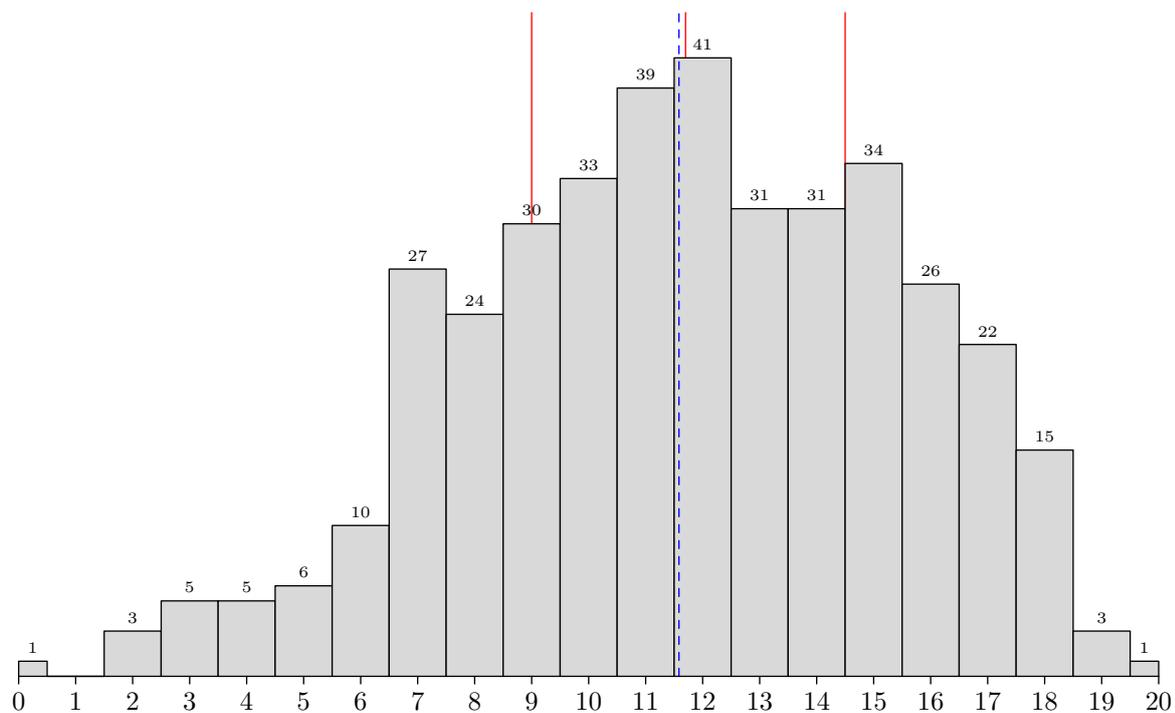
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

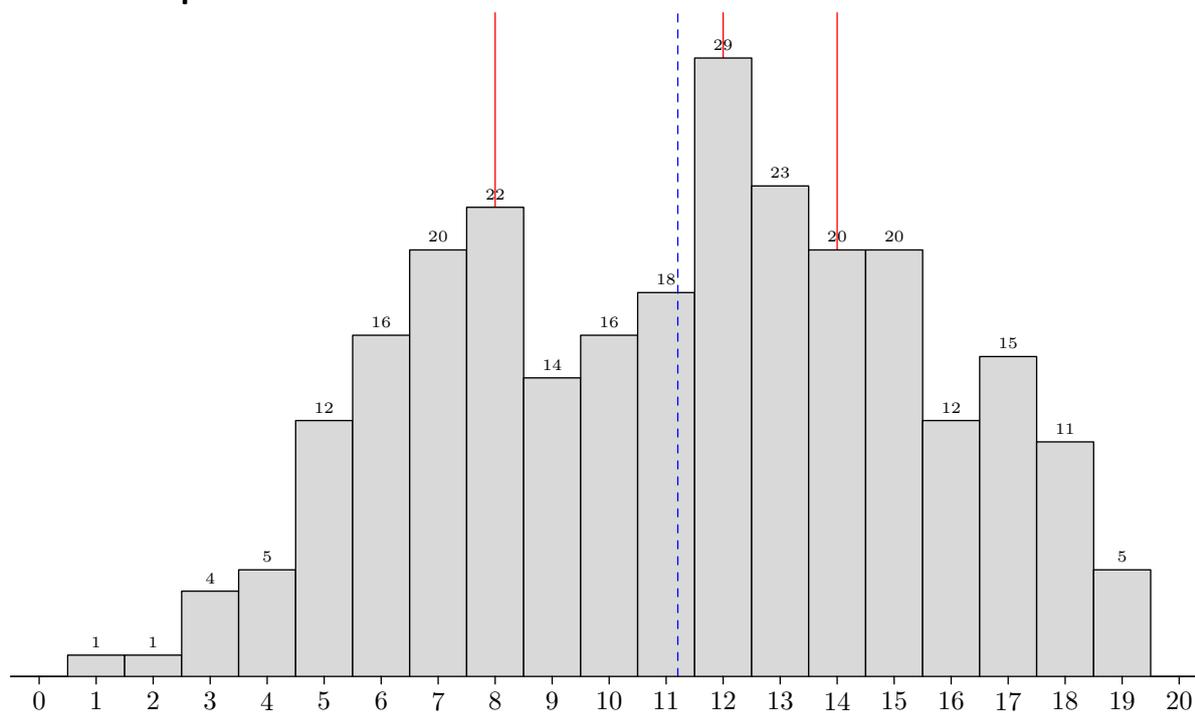
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	496	22,0%	387	11,58	3,71	9,00	11,70	14,50	5,50
Mathématiques 1	316	16,5%	264	11,20	4,09	8,00	12,00	14,00	6,00
Mathématiques 2	316	16,8%	263	12,29	3,56	10,00	13,00	15,00	5,00
Physique-chimie 1	316	16,8%	263	10,36	3,99	7,00	10,00	13,50	6,50
Physique-chimie 2	316	16,8%	263	10,06	3,85	7,00	10,00	13,00	6,00
TP physique-chimie	316	16,8%	263	11,00	3,67	9,00	11,00	13,00	4,00
Langue obligatoire	546	30,6%	379	13,17	4,65	10,00	14,00	17,00	7,00
Anglais	486	33,3%	324	12,51	4,53	10,00	13,00	16,00	6,00
Arabe	55	7,3%	51	17,29	2,75	15,00	18,00	20,00	5,00
Chinois	1	0,0%	1	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00	0,00
Espagnol	1	0,0%	1	5,00	0,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Italien	1	0,0%	1	17,00	0,00	17,00	17,00	17,00	0,00
Portugais	1	0,0%	1	16,00	0,00	16,00	16,00	16,00	0,00
Langue facultative	45	6,7%	42	12,29	5,10	10,00	12,00	15,00	5,00
Allemand	3	0,0%	3	12,67	1,70	11,50	12,00	13,50	2,00
Anglais	33	3,0%	32	12,19	5,14	9,25	12,50	15,00	5,75
Arabe	1	0,0%	1	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00	0,00
Chinois	2	50,0%	1	18,00	0,00	18,00	18,00	18,00	0,00
Espagnol	5	20,0%	4	10,00	5,43	7,25	10,50	13,25	6,00
Italien	1	0,0%	1	10,00	0,00	10,00	10,00	10,00	0,00
Sciences industrielles	327	15,9%	275	12,01	3,47	9,00	12,00	14,00	5,00

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.

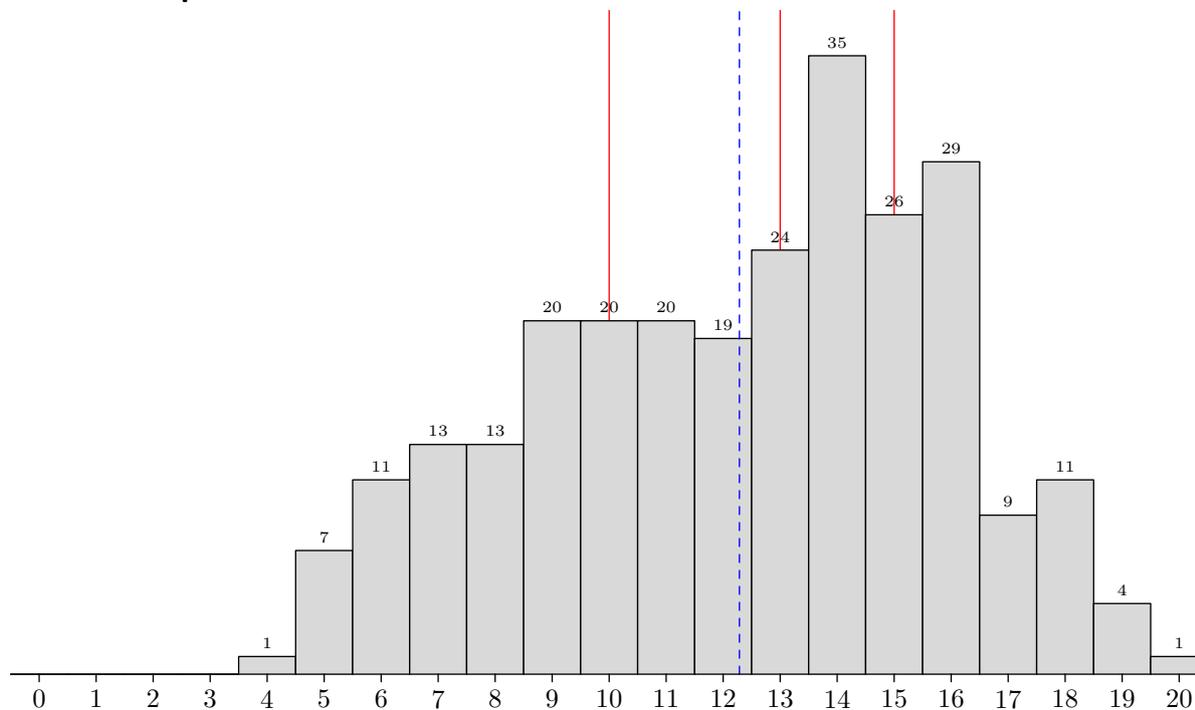
TIPE



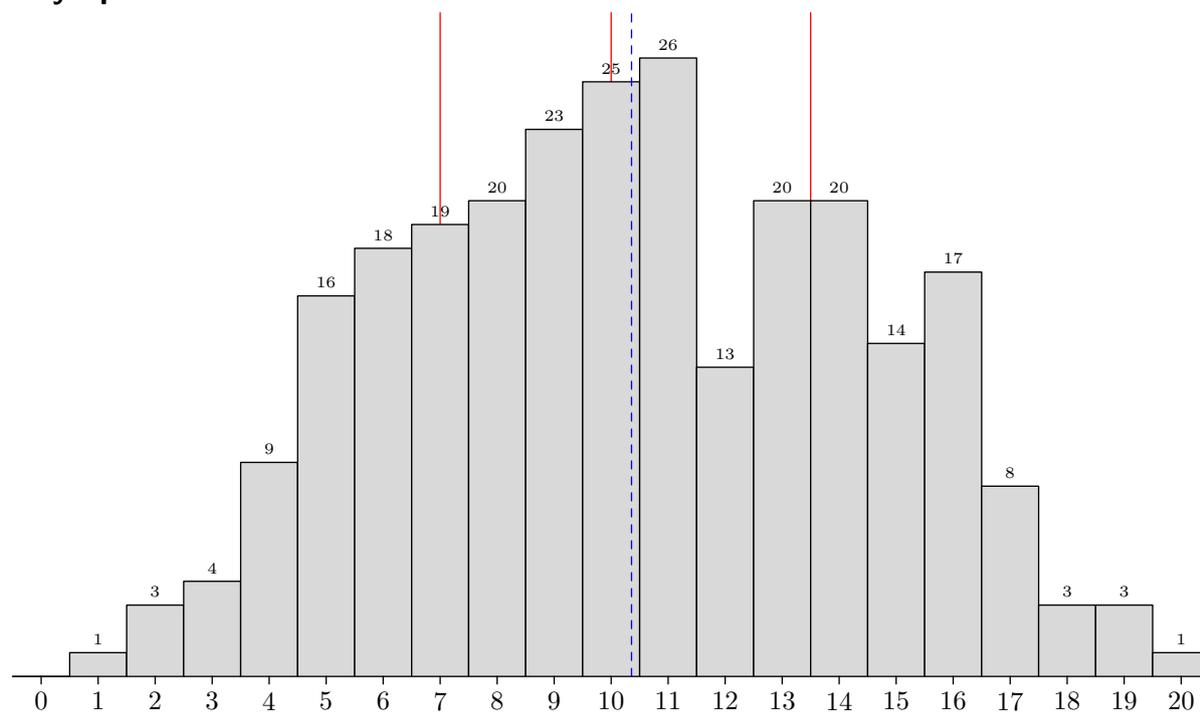
Mathématiques 1



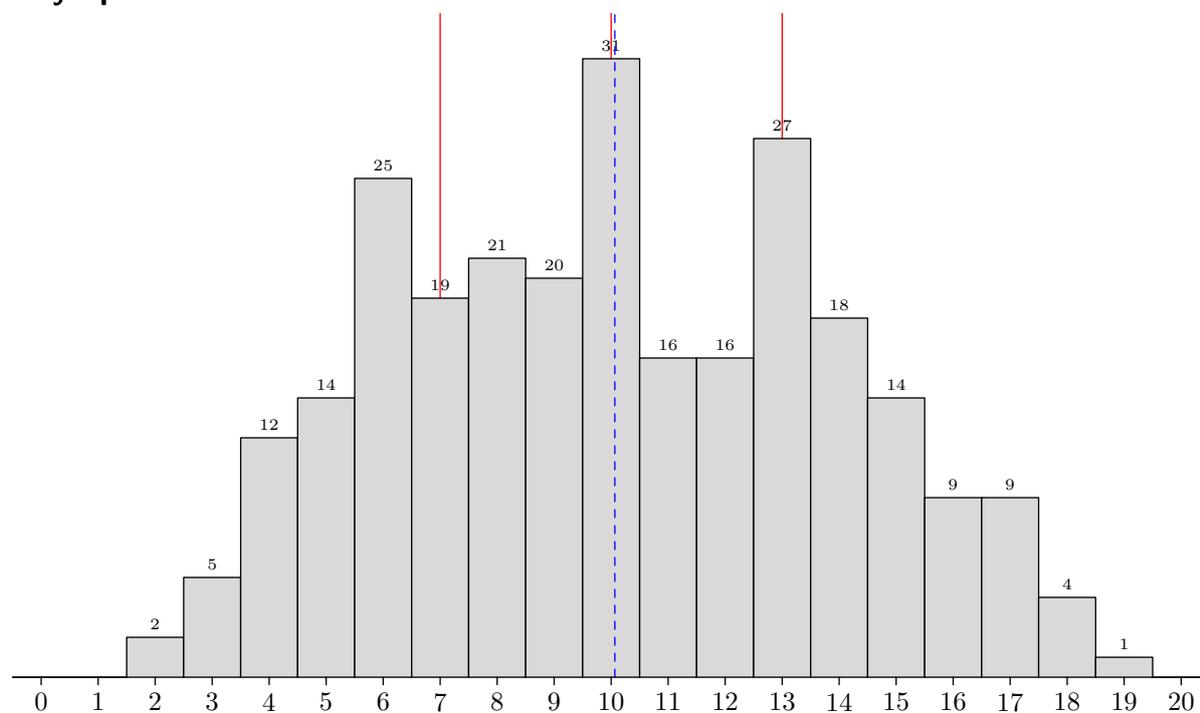
Mathématiques 2



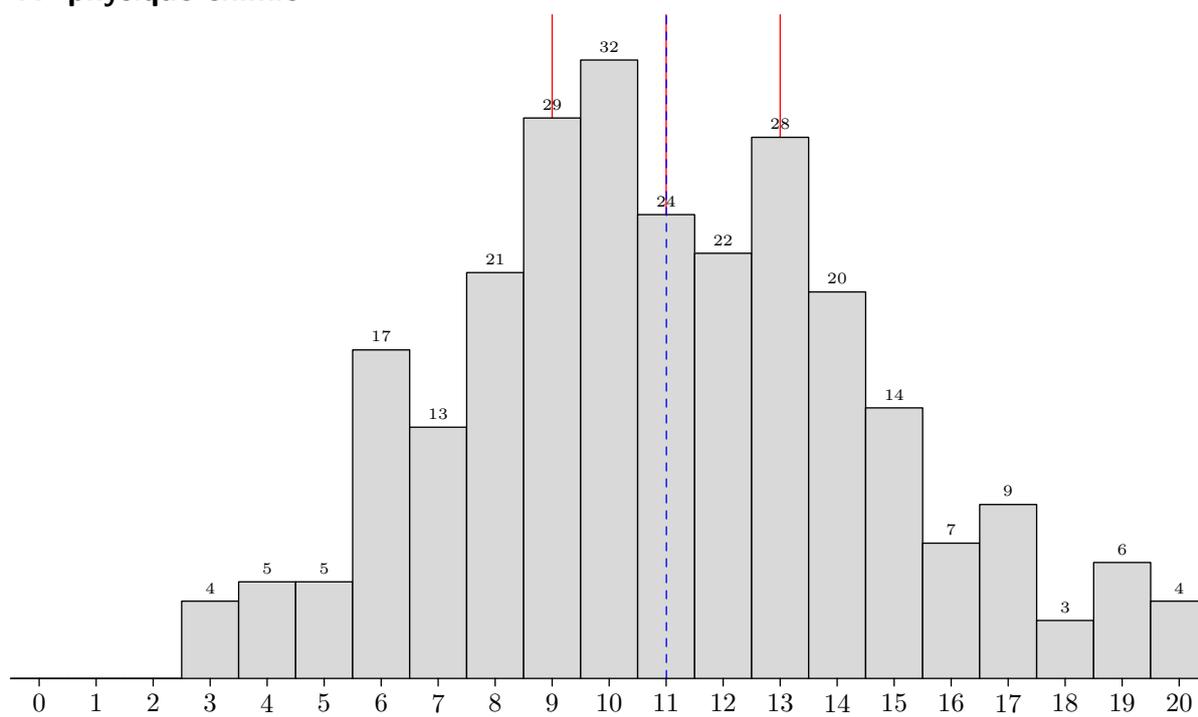
Physique-chimie 1



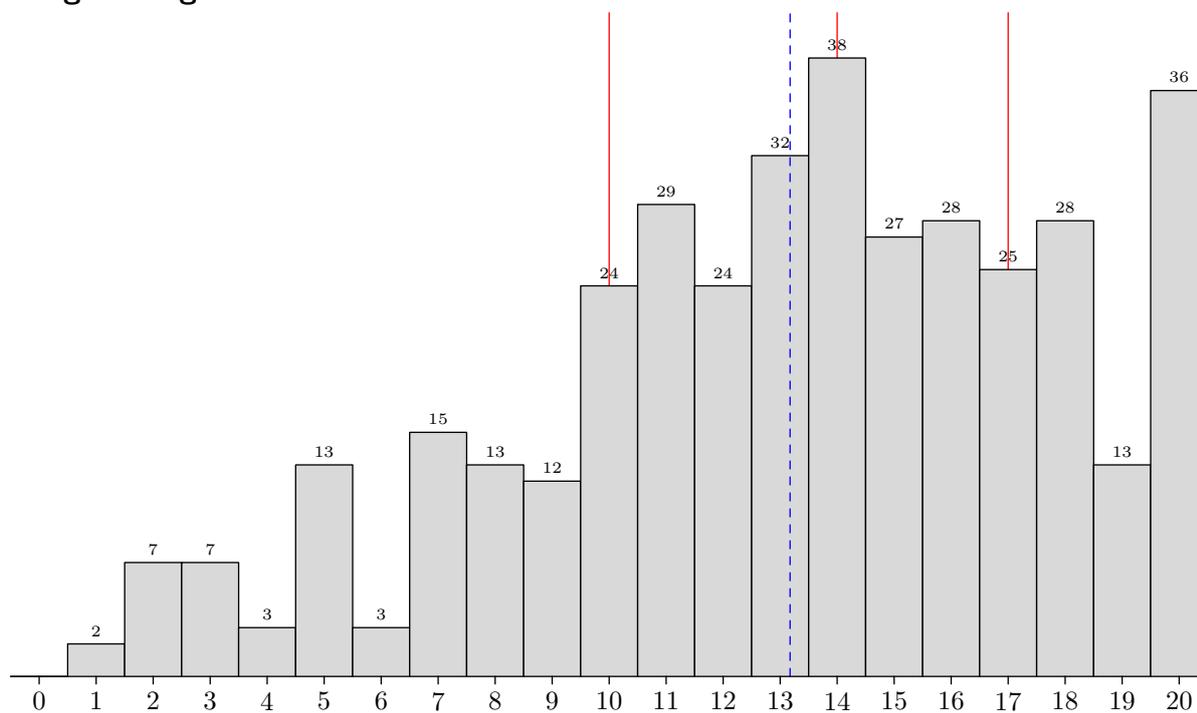
Physique-chimie 2



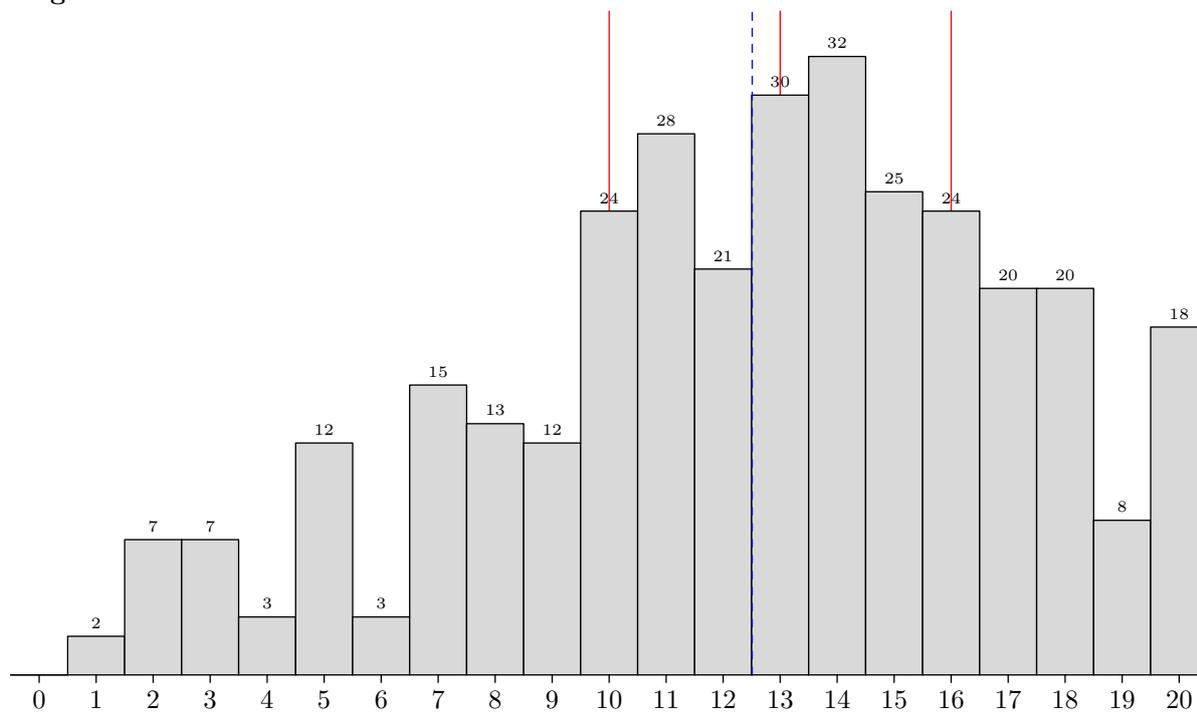
TP physique-chimie



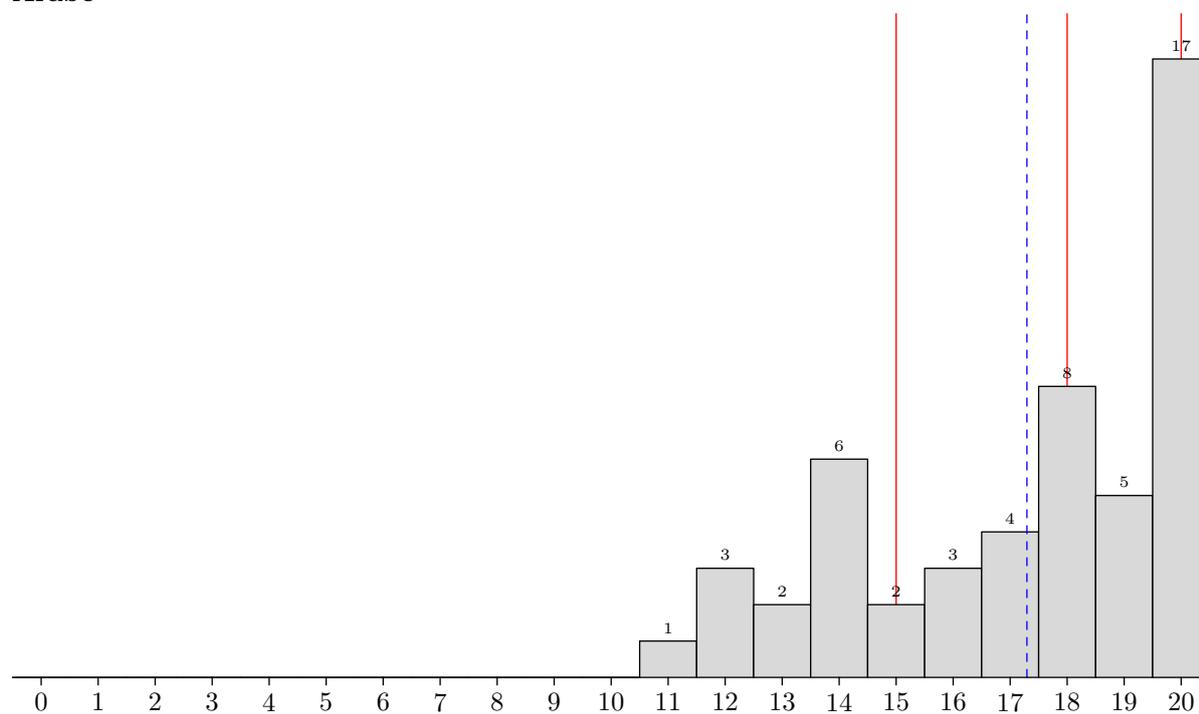
Langue obligatoire



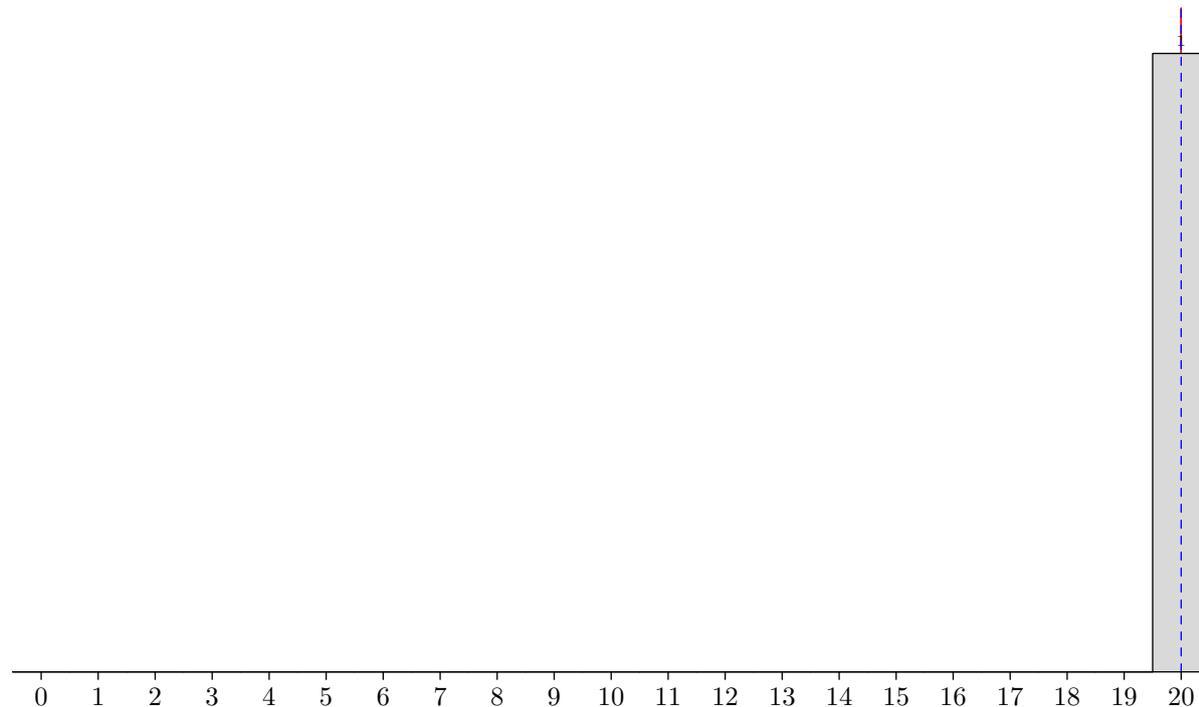
Anglais



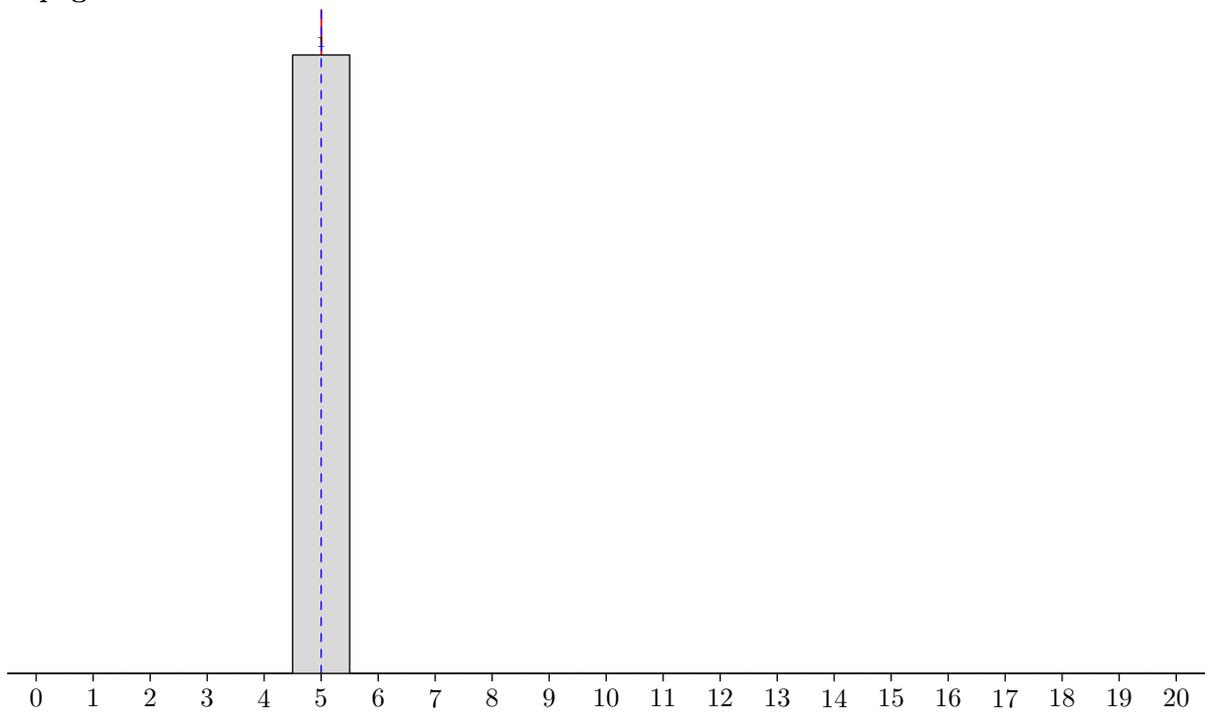
Arabe



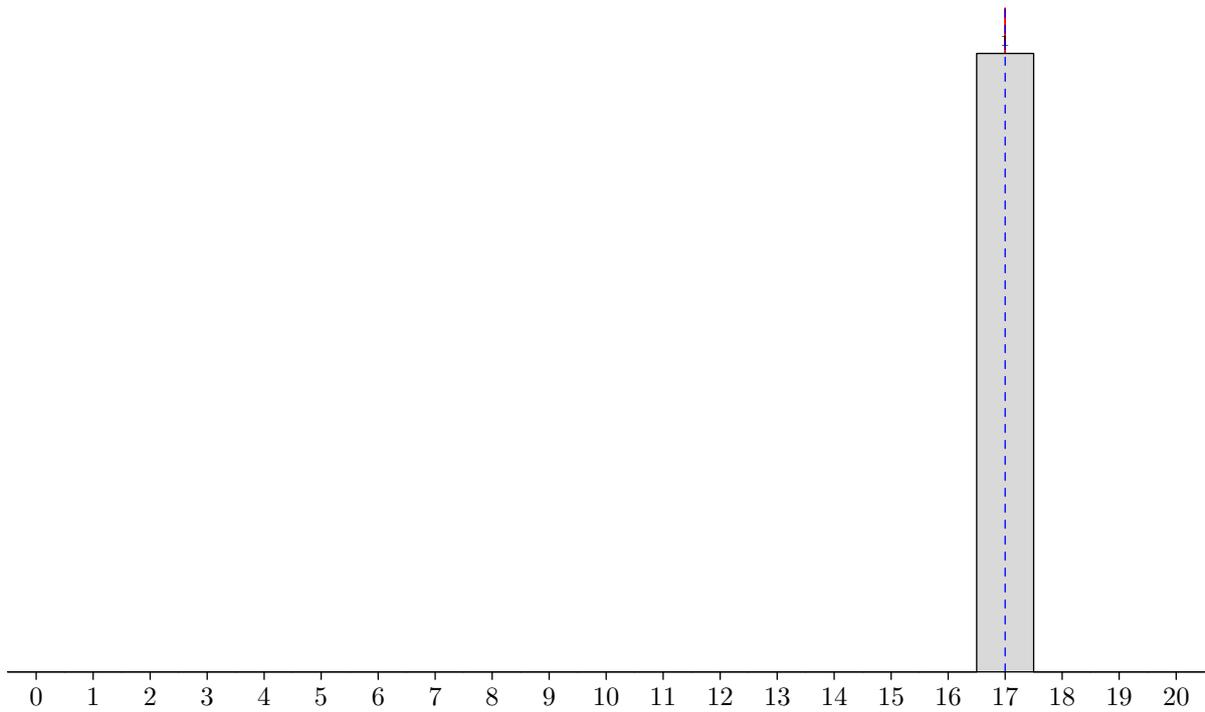
Chinois



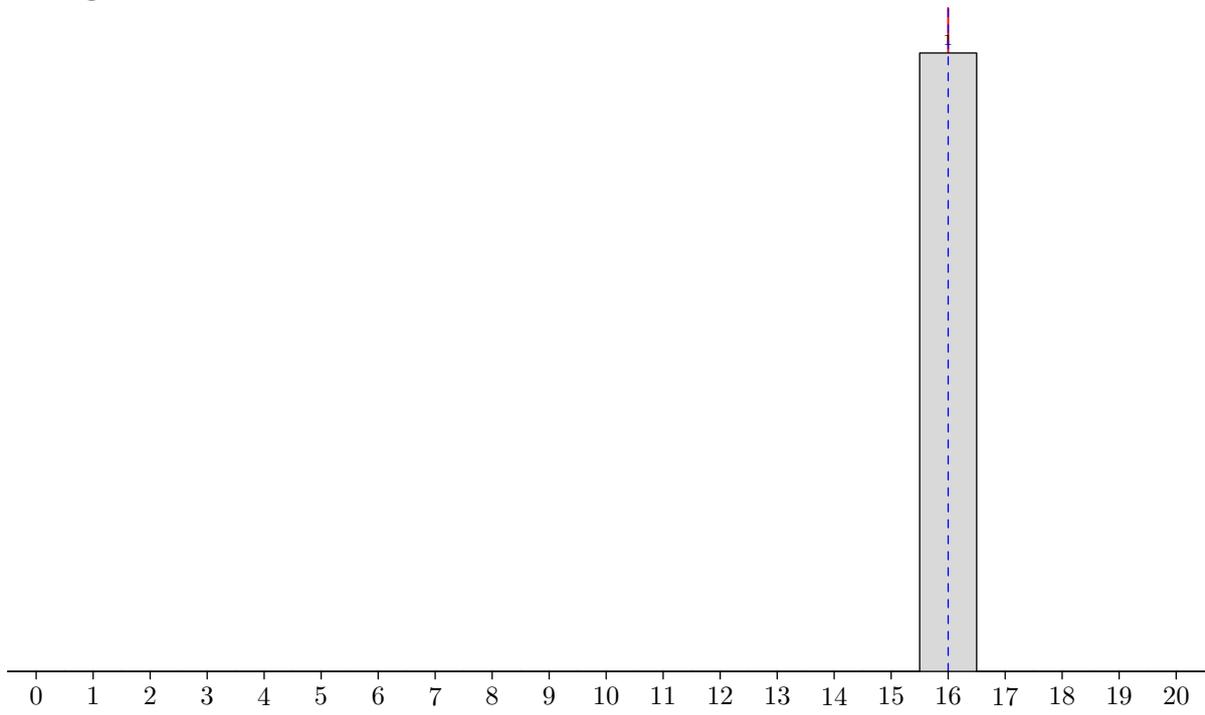
Espagnol



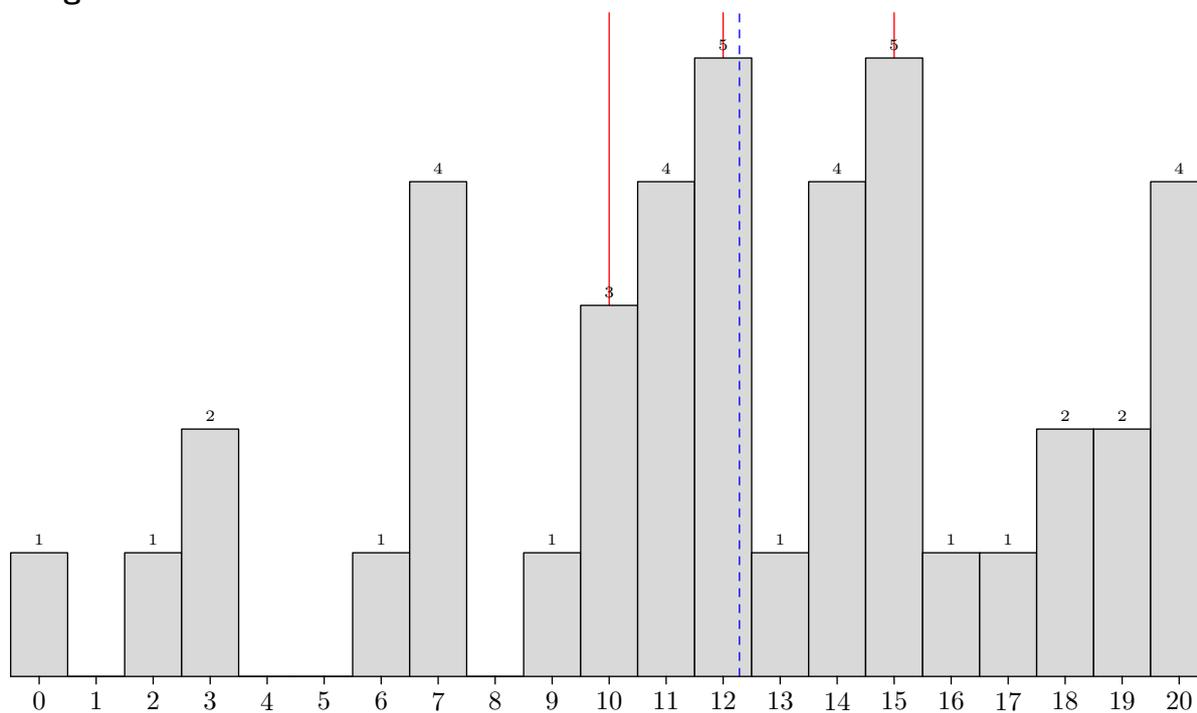
Italien



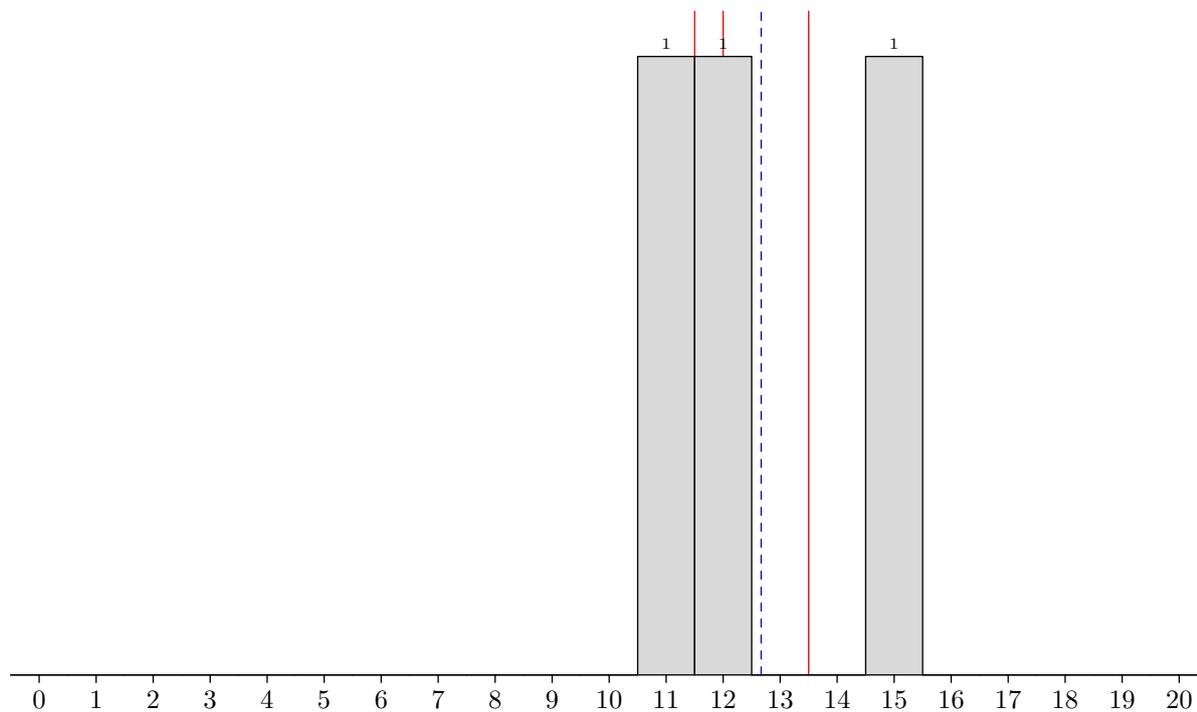
Portugais



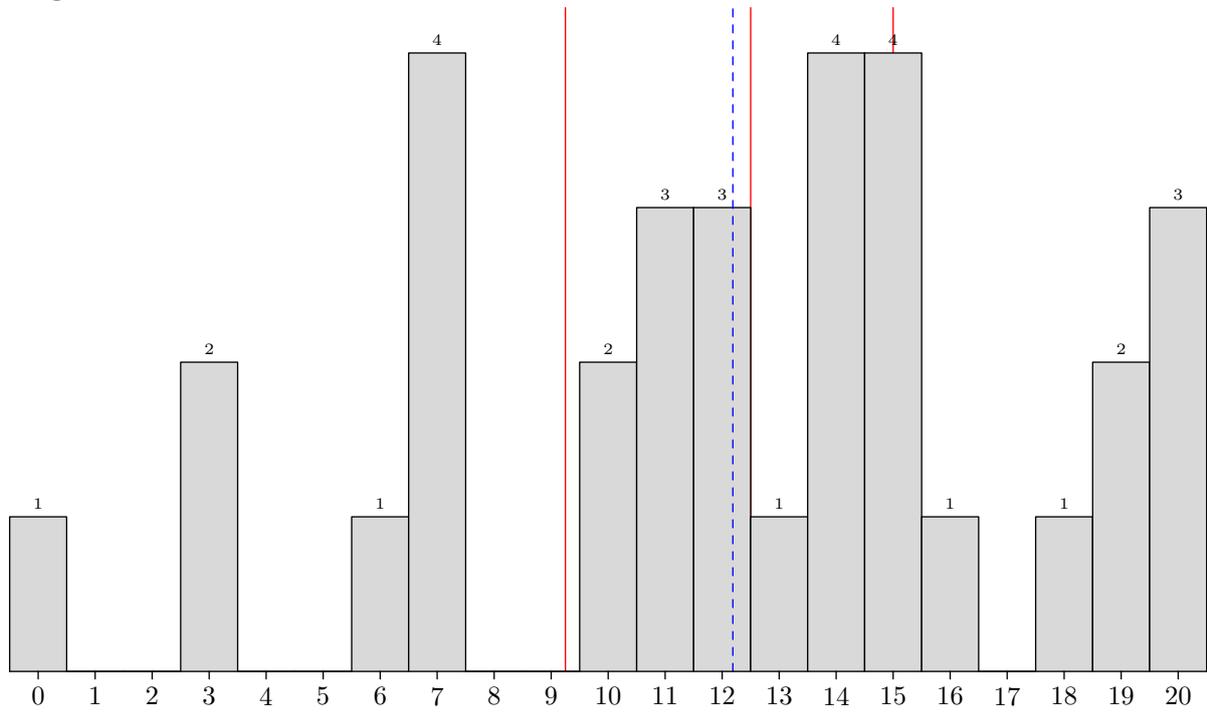
Langue facultative



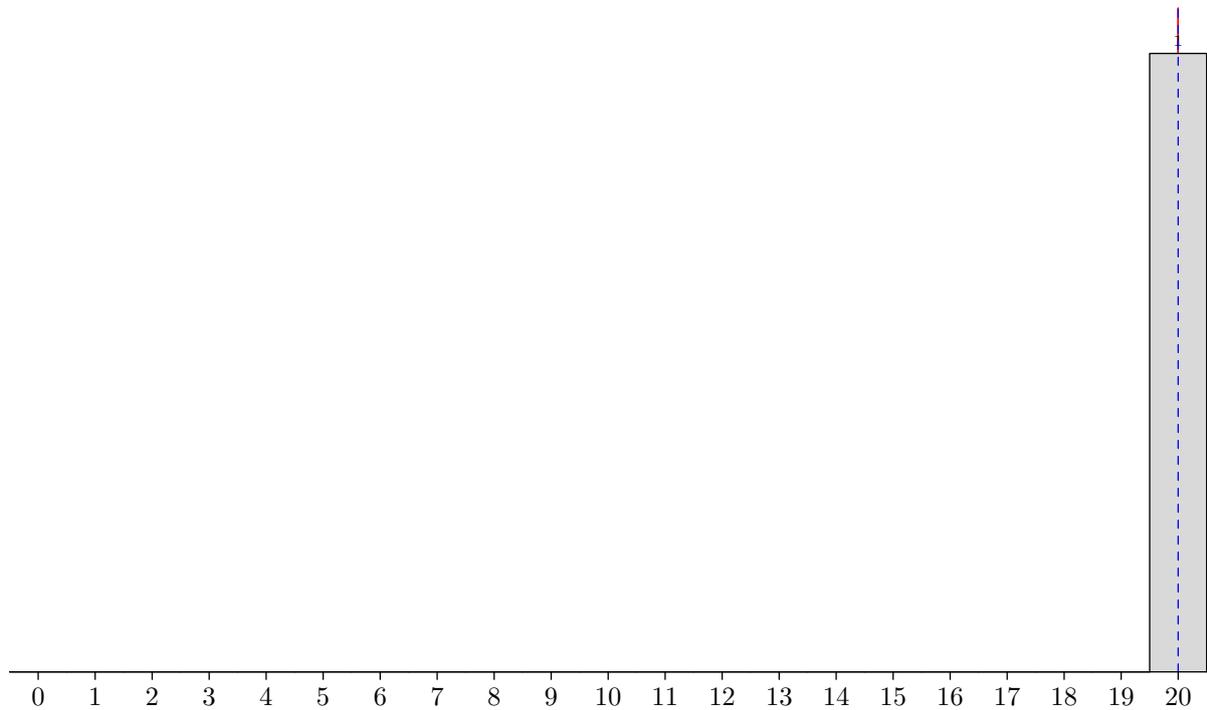
Allemand



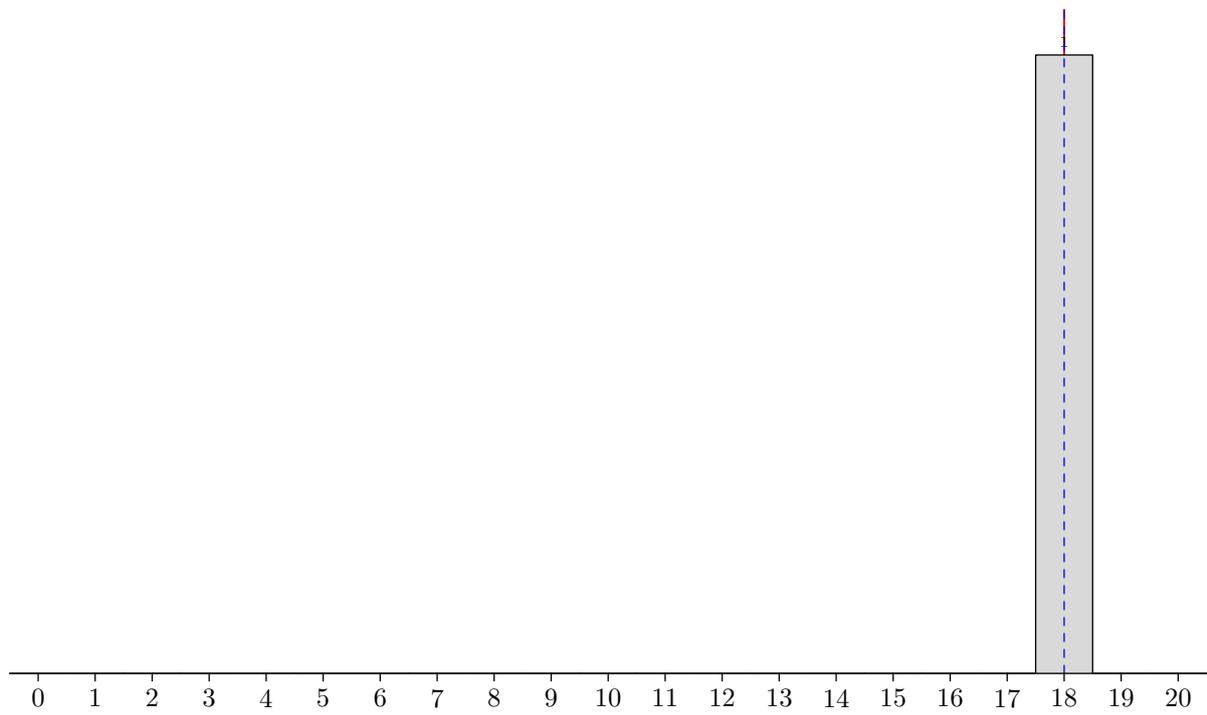
Anglais



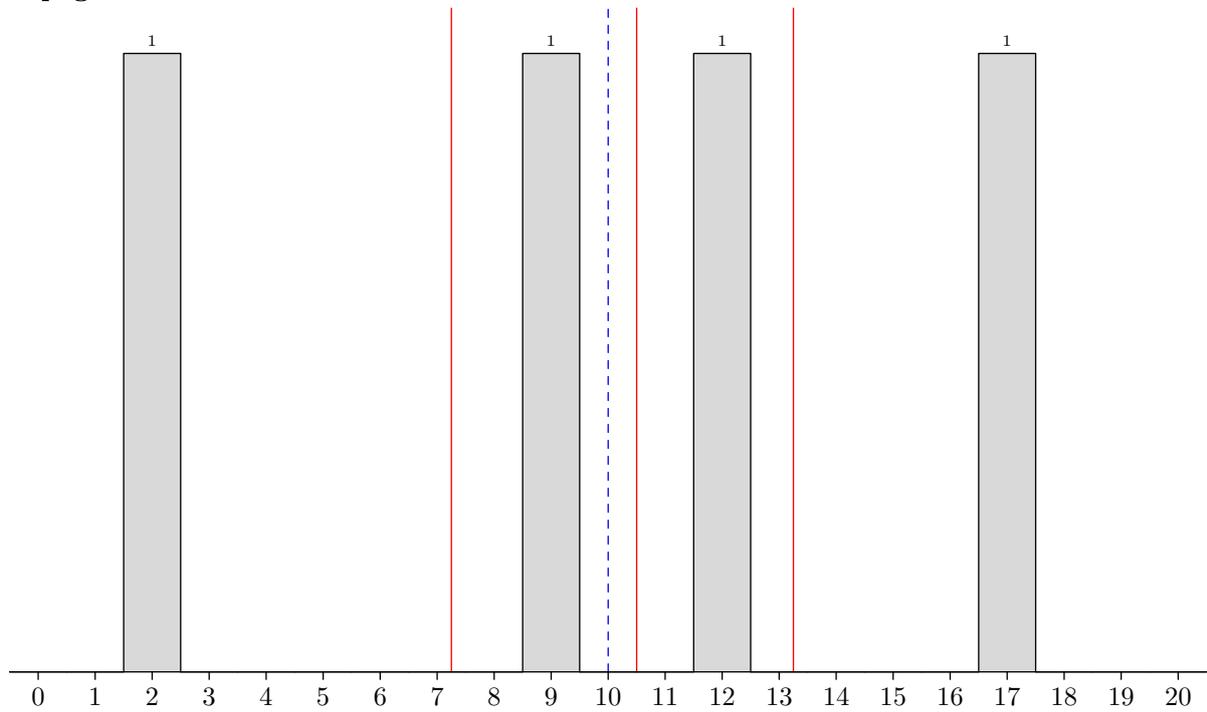
Arabe



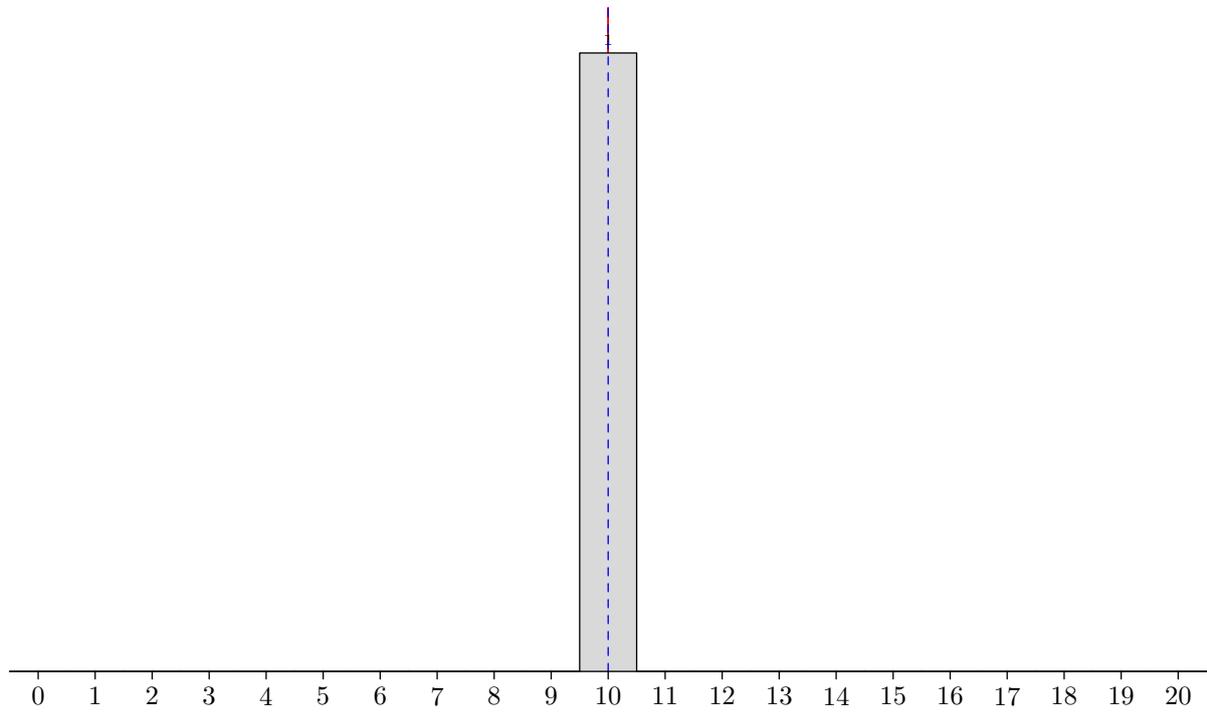
Chinois



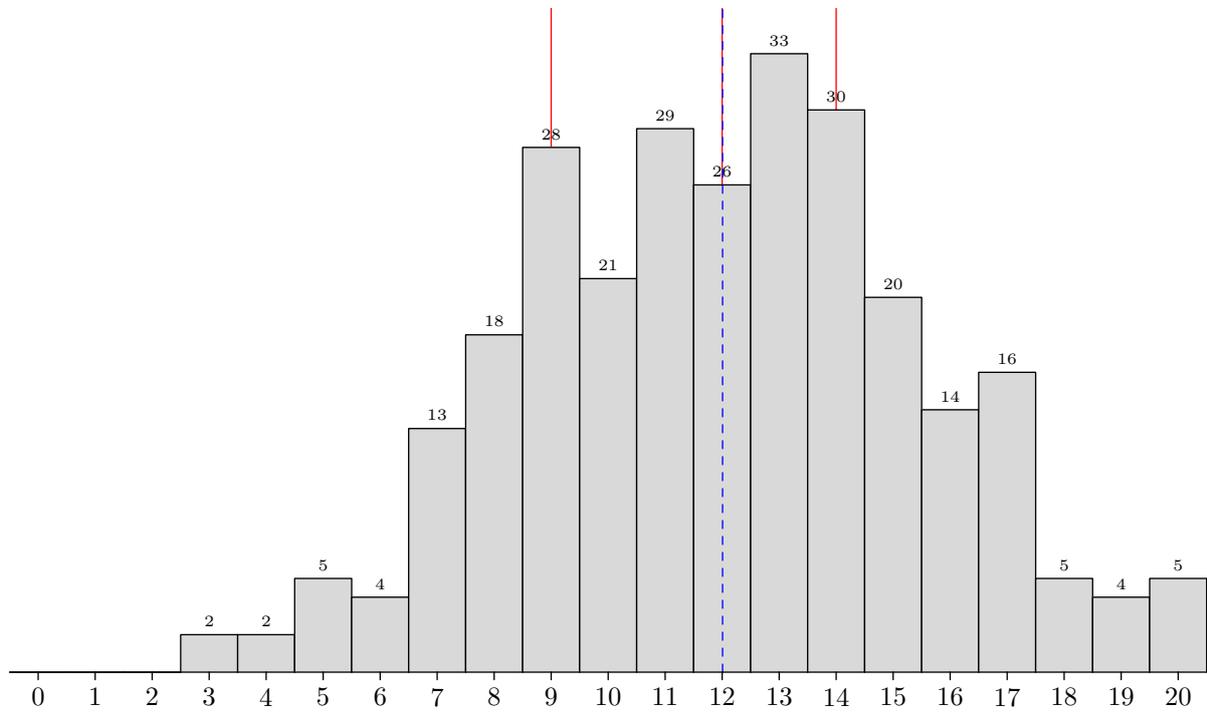
Espagnol



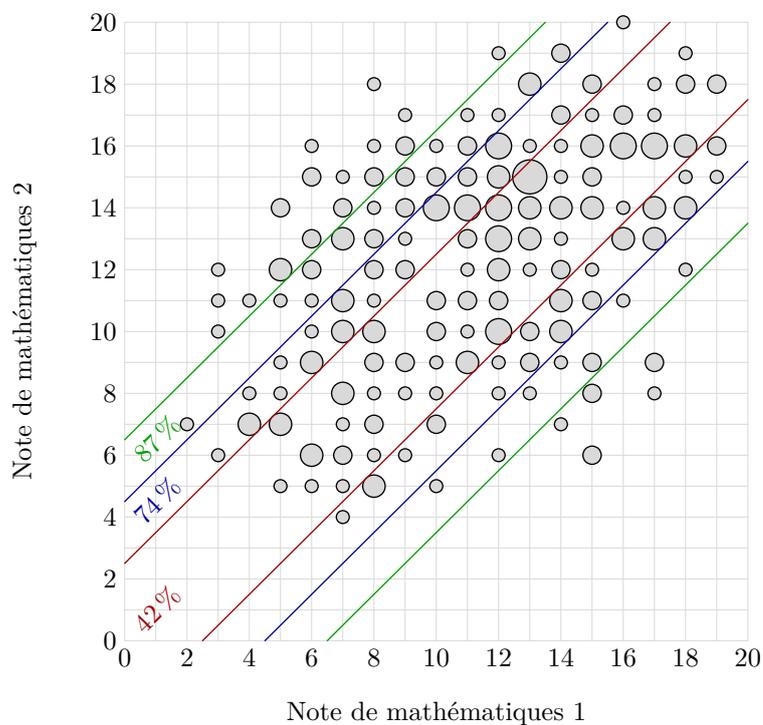
Italien



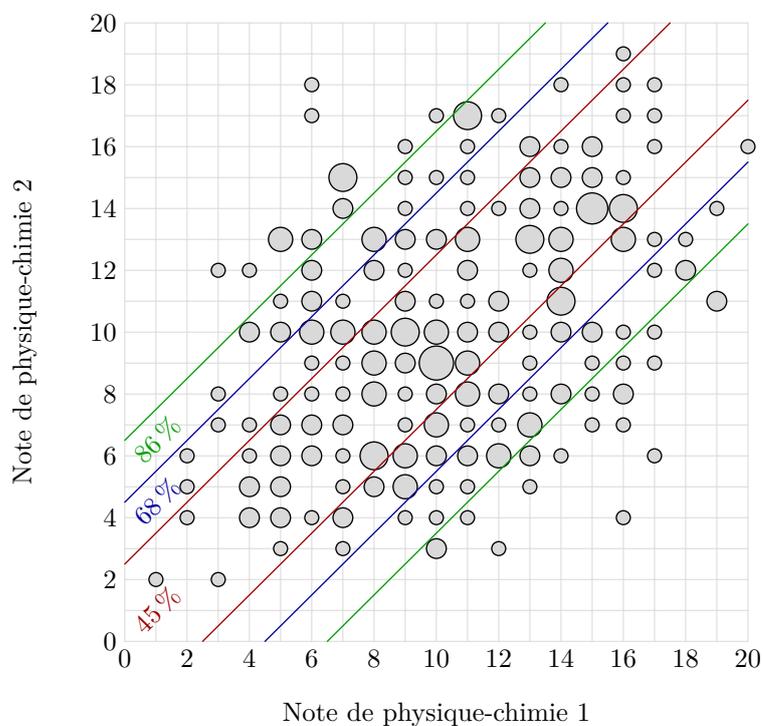
Sciences industrielles



Corrélation entre mathématiques 1 et mathématiques 2



Corrélation entre physique-chimie 1 et physique-chimie 2



Mathématiques

Présentation des épreuves

Mathématiques 1

L'épreuve orale de Mathématiques 1 accueille les candidats pendant 30 minutes, *sans préparation*, et les interroge sur un ou deux exercices portant sur l'intégralité du programme de première et seconde année.

Le jury est attentif aux qualités mathématiques des candidats, à leur autonomie, leur capacité à communiquer, leur vivacité et réactivité face aux questions ou remarques du jury. Le jury ne s'attend nullement, en toute circonstance, à une réussite immédiate, mais à la présentation d'une réflexion organisée. Le jury apprécie particulièrement les candidats qui prennent soin d'exposer clairement leurs idées et avec lesquels il est possible de mettre en place un dialogue afin de les aider à progresser dans l'exercice proposé.

Mathématiques 2

Tous les sujets de l'épreuve orale de Mathématiques 2 sont conformes au programme des classes de TSI première et deuxième année, et en couvrent une grande partie. Tous comportent des questions permettant d'évaluer les compétences des candidats en algorithmique et en Python.

Les candidats ont 30 minutes environ pour préparer une solution (partielle) de l'exercice proposé et rédiger le ou les programmes demandés. L'examen de ceux-ci se fait avec eux devant l'ordinateur. Même si le programme n'a pas abouti, si l'idée de départ est bonne et la syntaxe connue, l'évaluation en tient compte. Quant à la partie purement mathématique du sujet, les candidats l'exposent au tableau.

Enfin, les candidats interrogés sur un sujet d'algèbre et probabilités en Mathématiques 1 sont interrogés sur un sujet d'analyse en Mathématiques 2, et vice-versa.

Analyse globale des résultats

Mathématiques 1

Les observations des sessions précédentes demeurent valables. Comme l'an passé, le jury constate avec regret la rareté d'excellents candidats, quand bien même un nombre significatif de prestations ont été tout à fait satisfaisantes. Quelques candidats se présentent avec un niveau très faible et/ou découvrent sur le moment les modalités de l'examen.

Dans l'ensemble, les candidats se sont convenablement préparés et se révèlent efficaces dans les situations fléchées. Bien souvent cependant, c'est le jury qui doit créer la dynamique de l'oral en invitant les candidats à poursuivre leur calcul ou leur raisonnement. Ce manque d'autonomie est à déplorer.

Mathématiques 2

La plupart des candidats ont fait un réel effort de présentation, de dynamisme, et de dialogue avec les examinateurs.

Le nombre des candidats n'ayant rien fait en Python diminue d'année en année. En revanche certains candidats ont rédigé un programme Python sur leur copie et non sur une interface. Or il faut que le code soit testé.

Cette année les ordinateurs étaient équipés de Python version 3.6.0, les candidats ayant le choix entre les logiciels PYZO et SPYDER 3. L'aide Python standard (en ligne) est à leur disposition à côté de l'ordinateur. Le niveau est très hétérogène, tant en mathématiques qu'en algorithmique et connaissance de Python.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Les techniques du programme de mathématiques sont globalement acquises et les candidats proposent dans l'ensemble une présentation orale satisfaisante.

Rappelons cependant qu'il s'agit d'une épreuve orale et que le tableau n'est pas une copie de concours. Il est préférable de s'exprimer au maximum, d'énoncer ses résultats et les théorèmes utilisés et, en Mathématiques 2 du moins, de n'écrire au tableau que les étapes importantes du calcul. Rappelons aussi que l'oral n'est pas une épreuve de vitesse : certains candidats enchainent les erreurs de calcul ou les affirmations fausses à force de précipitation, ce qui finit par les pénaliser fortement.

Par ailleurs, pour un nombre significatif d'interrogations, le jury constate des lacunes sur l'énoncé exact des théorèmes et/ou la vérification des hypothèses, particulièrement en probabilités. Certains candidats ont même du mal à comprendre les énoncés, faute de maîtriser certaines notions.

Enfin, le jury tient à préciser que tous les exercices proposés peuvent être traités et ne doivent être traités qu'avec les outils du programme (ainsi, les conditions de Monge pour la recherche d'extrema ou la formule de l'inverse d'une matrice à l'aide de la co-matrice sont hors-programme).

Algèbre

Des lacunes importantes ont été constatées sur les points suivants :

- nombres complexes ;
- les polynômes dans leur ensemble, y compris les notions de degré, racines, coefficients ;
- l'algèbre linéaire de première année à savoir familles libre, base, sous-espaces supplémentaires, matrice d'un endomorphisme dans une base donnée.

D'autres points sont à améliorer :

- calcul de déterminants ;
- définition d'un produit scalaire ;
- expression du projeté orthogonal, distance à un sous-espace vectoriel de dimension finie dans un espace préhilbertien ;
- détermination de l'inverse d'une matrice par exploitation d'une égalité du type $AB = Id$;
- lien entre l'inversibilité d'une matrice et le fait que 0 soit ou non valeur propre ;
- utilisation du théorème du rang pour déterminer la dimension d'un sous-espace propre ;
- obtention d'une base orthonormée de vecteurs propres pour une matrice symétrique réelle ;

- théorèmes fondamentaux de diagonalisation et trigonalisation d'une matrice carrée : confusion classique entre condition nécessaire et condition suffisante ;
- justification simple, à l'aide de la seule définition, du fait qu'une matrice carrée possédant une seule valeur propre n'est pas diagonalisable (sauf si elle est déjà diagonale).

En revanche les candidats justifient bien l'emploi du binôme de Newton pour des calculs matriciels par la commutativité de A et B pour le produit. Plusieurs candidats ont montré une excellente connaissance des isométries et de leurs éléments caractéristiques, ou des techniques de géométrie préhilbertienne en dimension infinie.

Analyse

De grosses lacunes ont été constatées sur les points suivants :

- définition et utilisation d'équivalents ou de développements limités ;
- primitives de fonctions usuelles, comme les fonctions puissance ;
- convergence d'une série qui s'étudie presque toujours en étudiant le terme général, et que pour une série à termes positifs un équivalent simple suffit souvent ;
- dérivée d'une fonction composée.

Les points à améliorer sont :

- lien suite-série, sommes télescopiques. Certains écrivent :

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n(n+1)} = \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n} - \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n+1};$$

- analyse de première année : suites adjacentes, théorème de la limite monotone, théorème des valeurs intermédiaires, théorème de la bijection, théorème de Rolle, prolongement d'une fonction de classe C^1 ;
- suites récurrentes $u_{n+1} = f(u_n)$: existence, limites possibles lorsque f est continue ;
- manipulation des inégalités ;
- changement de variables, intégration par parties, y compris pour une intégrale sur un segment ! Pour une intégrale généralisée, bien en connaître les hypothèses ;
- hypothèses des théorèmes de Parseval et Dirichlet ;
- formules de trigonométrie ;
- notion de point critique, d'extremum local ou global pour une fonction de deux variables à valeurs réelles. Théorème des bornes atteintes.

Probabilités

De grosses lacunes ont été constatées sur les points suivants :

- confusion et/ou absence de connaissance sur les formules des probabilités conditionnelles, des probabilités totales et la formule de Bayes ;
- les lois usuelles, et bien sûr l'espérance et la variance ;

- confusion entre indépendance et incompatibilité ;
- notion de système complet d'événements.

Plus généralement, les candidats ont beaucoup de mal à modéliser une expérience aléatoire par la mise en place d'un système complet d'événements.

Géométrie

Certes le programme est très restreint, mais le peu qu'il y a doit être maîtrisé : équation d'un plan, vecteur normal à un plan, représentation paramétrique d'une droite, équation d'une sphère, surface définie par une équation.

Python/algorithmique

Il n'y a plus ou presque de candidat ayant fait l'impasse sur ce point. Toutefois les connaissances sur les points suivants mériteraient d'être consolidées :

- fonctions récursives ;
- mise en place de la résolution de l'équation par la méthode de dichotomie ;
- gestion des listes et des matrices : un test d'égalité matricielle « $A = B$ » ne peut être utilisé tel quel dans un `if...` ;
- tracé de courbes, de points souvent problématiques ;
- la fonction `log` de `math` ou `numpy` a posé parfois des problèmes.

Conseils aux futurs candidats

- Les théorèmes doivent être connus parfaitement. Il faut en vérifier les hypothèses avant de les appliquer.
- Ne faire aucune impasse, en particulier sur l'algorithmique et l'informatique, les probabilités, et les chapitres du programme en apparence isolés (courbes paramétrées, fonctions de plusieurs variables, géométrie).
- En Mathématiques 2, utiliser les 30 minutes de préparation pour faire les calculs les plus techniques et la partie Python.
- Ne pas perdre trop de temps tant dans la préparation que dans l'exposé sur les questions très faciles pour essayer d'aborder les plus compliquées. (Ainsi, il ne faut pas prendre 10 minutes pour prouver qu'une application est linéaire).

Conclusion

Les réserves énoncées ne doivent pas faire oublier le plus important. Beaucoup de candidats sont capables, tout comme ceux qui sont issus de filières plus prestigieuses, de s'exprimer avec aisance et de faire un exposé vivant sans garder le nez sur leurs notes ou en demeurant dos au jury. Le fait que les classes préparatoires aient conduit ces jeunes, parfois vus de haut, à un tel résultat, justifie à lui seul leur existence.

Physique-chimie

Présentation des épreuves

L'oral de physique-chimie est constitué de deux épreuves, en plus de l'épreuve de TP. Ces deux épreuves sont très différentes de par leur format et de par les compétences qui y sont évaluées. Par ailleurs, le jury s'assure que les thèmes (mécanique, électromagnétisme, chimie, thermodynamique, optique, électronique...) que rencontreront un candidat lors des deux épreuves seront nécessairement différents. Les deux épreuves peuvent porter sur l'intégralité du programme de 1^{re} et 2^e année TSI.

L'épreuve de Physique-Chimie 1 est une épreuve de 30 minutes *sans préparation*. Elle consiste en un exercice assez court. Cette épreuve permet d'évaluer en particulier la réactivité et l'autonomie des candidats face à des situations proches de celles étudiées en cours.

L'épreuve de Physique-Chimie 2 est une épreuve de 30 minutes *avec préparation de 30 minutes*. L'exercice proposé est plus long et consiste à l'étude d'une situation fortement contextualisée. Les candidats auront à analyser des documents, des relevés expérimentaux ou à utiliser des programmes ou simulations sur Python. *Pour aider les candidats dans la manipulation de Python, le jury souhaite introduire, dès l'année prochaine et quand cela s'y prêtera, l'utilisation de Notebook Jupyter simples, dont un exemple sera placé sur le site du concours.* Cette épreuve permet d'évaluer en particulier les compétences d'analyse et d'appropriation des candidats.

La calculatrice est autorisée lors des deux épreuves.

Analyse globale des résultats

Le jury a assisté à un ensemble de prestations très hétérogènes. Quelques candidats ont brillé par leur maîtrise du cours, leur rapidité d'exécution et leur facilité à l'appliquer à des situations originales. Ils sont toutefois peu nombreux et le jury les félicite vivement. Une part importante des candidats ne possède pas les bases suffisantes de cours permettant de vraiment s'approprier les exercices. Ces candidats montrent alors une faible compréhension des phénomènes physiques et chimiques étudiés lors des deux années de CPGE. Dans ce contexte, les étudiants sérieux et connaissant le cours se sont démarqués et ont pu obtenir des résultats honorables.

Le jury a remarqué cette année quelques candidats semblant s'agacer des questions qui leur étaient posées oralement, afin de préciser certains points de raisonnement. Ces situations restent toutefois minoritaires et la grande majorité des candidats mène son oral avec une attitude satisfaisante.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Introduction

Toutes les remarques et conseils reportés dans les rapports des années précédentes sont toujours valables et le jury encourage les candidats à les lire régulièrement au cours de l'année. Le jury relève ici les points spécifiques à la session 2022.

Avant l'épreuve, le candidat doit bien se renseigner sur la nature de celle-ci. Y aura-t-il un temps de préparation ? La calculatrice est-elle nécessaire ? Apporter sa calculatrice personnelle est nécessaire lors des épreuves de Physique-Chimie. Lorsque le candidat patiente dans la salle d'attente, il peut à profit préparer sa convocation, sa pièce d'identité et ses affaires pour perdre le moins de temps d'oral possible.

Lors de la préparation (Physique-Chimie 2 uniquement), le candidat est invité à lire l'ensemble du sujet. Il y a souvent de nombreuses questions indépendantes et l'examinateur peut être amené à demander, lors de l'oral, si le candidat a traité la dernière ou avant dernière question. Il est dommage alors de perdre du temps à la découvrir.

Lors du début de l'oral, une présentation de l'exercice est attendue. Même si elle sera plus courte dans l'épreuve sans préparation, elle doit permettre de dégager à minima le thème et la situation étudiée. Pour l'épreuve avec préparation, une indication de la problématique de l'exercice et de la démarche mise en œuvre pour y répondre est attendue et valorisée. Certains candidats lisent le sujet à haute voix, ce qui est peu utile et leur fait perdre du temps.

Une fois cette présentation effectuée, modéliser la situation par un schéma et introduire ses notations est souvent bienvenu. Parfois, préciser les hypothèses simplificatrices effectuées pour la résolution est nécessaire.

Il convient alors de gérer convenablement le tableau : utiliser des couleurs, mettre en valeur ses résultats, éviter de commencer au milieu et surtout : ne jamais effacer sans l'avoir au préalable demandé. Certains candidats perdent en effet du temps à retrouver un résultat intéressant... mais trop vite effacé.

Lors de la résolution des questions, il importe de maîtriser les définitions et les théorèmes de cours. C'est souvent sur cela que de grands écarts entre les candidats sont visibles. Quand le jury demande une définition d'une grandeur, il n'attend pas une explication qualitative floue... mais bien la manière, rigoureuse, avec laquelle la grandeur a été introduite dans le cours. De même, appliquer une loi sans se souvenir des conditions d'applications est regrettable. Enfin, le jury n'apprécie pas du tout le fait de remplacer tout raisonnement par une analyse de l'énoncé permettant de déterminer quelle combinaison des données fournies aboutirait à un résultat dont l'unité serait celle attendue.

À la fin d'un raisonnement, les candidats doivent se rappeler qu'une épreuve de physique n'est pas un exercice de calcul : une interprétation des résultats obtenus est nécessaire. Parfois les étudiants attendent une approbation de la part de l'examinateur. Si l'examinateur ne réagit pas, c'est qu'il attend que le candidat valide par lui-même son résultat. Les candidats devraient apprendre à mieux analyser leurs résultats (signes, dimension, valeurs limites, dépendance du résultat aux paramètres de l'exercice) pour repérer d'éventuelles erreurs ou apporter des commentaires pertinents.

Lors des applications numériques, l'utilisation de la calculatrice est autorisée (même au tableau) mais, parfois, les candidats devraient remarquer que, dans les cas simples, elle n'est pas forcément nécessaire.

Lors de tout l'oral, l'examinateur est susceptible d'intervenir pour approfondir un point ou pour guider le candidat. Ces interventions sont normales et ne présentent en rien de l'évaluation du candidat. L'intervention de l'examinateur se fait toujours avec pour objectif d'aider le candidat, et jamais de le piéger. Ainsi, il est conseillé aux candidats de bien écouter les questions et remarques, de les prendre en compte, et d'accepter le dialogue avec l'examinateur.

Le jury détaille par la suite les points spécifiques qui ont posé problème cette année.

Thermodynamique

L'équation de diffusion thermique est souvent inconnue et les candidats sont souvent dans l'incapacité de la redémontrer. L'expression de la résistance thermique parfois connue mais pas son établissement. En conséquence, d'ailleurs, le fait que la notion de résistance thermique soit définie dans le cadre d'un régime de diffusion thermique (quasi)stationnaire est souvent occulté, voire ignoré.

Lors de l'application du premier principe, le système doit être clairement défini ainsi que les instants initiaux et finaux de la transformation considérée. Un schéma serait souvent bénéfique pour préciser les conventions choisies pour les échanges d'énergie.

Les notations d , δ , Δ posent toujours de grosses difficultés, même chez les meilleurs candidats.

L'application des principes sur des systèmes en écoulement mène à une réussite variable. Rares sont ceux qui savent définir clairement les grandeurs qui interviennent dans le premier principe industriel. Notons toutefois un candidat qui a écrit $\Delta_s (h + e_c + e_p) = w_i + q$ avec Δ_s la variation « spatiale » entre l'entrée et la sortie. Le jury n'attend bien sûr pas systématiquement ce degré de précision de notation (Δ_s), mais a beaucoup apprécié la qualité de la compréhension, comparativement à la majorité de candidats qui annoncent que Δh est « la variation de l'enthalpie » mais sans expliquer entre quoi et quoi. Le jury conseille par ailleurs aux candidats d'utiliser plus souvent l'expression (totalement équivalente) du premier principe industriel sous la forme $D_m (\Delta h + \Delta e_c + \Delta e_p) = \mathcal{P}_u + \mathcal{P}_{th}$. Elle permet d'éviter les nombreuses erreurs sur les expressions de w_i et q .

Mécanique

L'utilisation du Principe Fondamental de la Dynamique (PFD) ne doit pas être nécessairement la première méthode employée. Il est souvent plus élégant et rapide de passer par le théorème du moment cinétique ou un théorème énergétique.

Le théorème du moment cinétique est souvent inconnu ou confondu avec celui de l'énergie cinétique.

Cette année, pour la première fois, des difficultés nombreuses ont été observées lors de l'étude de chutes libres et l'établissement de la trajectoire parabolique avec des candidats oubliant le caractère vectoriel du PFD.

D'un point de vue géométrique, des soucis dans les projections ont régulièrement été relevés. Le calcul de produits vectoriels est lent et souvent faux.

Il est important de savoir identifier une équation différentielle caractéristique d'un oscillateur harmonique mais il est aussi important de ne pas assimiler tout type d'équation différentielle à une telle équation.

Optique

La différence de marche avec des trous d'Young est rarement bien obtenue. La configuration avec lentilles pour l'observation des franges à l'infini est mal maîtrisée. Le théorème de Malus et le principe de retour inverse de la lumière sont parfois évoqués mais le raisonnement est rarement exposé clairement.

Les exercices sur les interférences à N ondes et les réseaux ont donné souvent lieu à des prestations catastrophiques. Au mieux, les candidats se rappelaient de la formule des réseaux mais sans savoir expliquer son origine ni à quoi elle correspondait ("p", l'ordre d'interférence, est bien souvent nommé « pas » du réseau). Sur de tels exercices, un candidat juste capable de restituer son cours pouvait obtenir une excellente note.

En optique géométrique : trop peu de schémas ont été effectués ou alors ont été trop petits ou peu soignés pour être exploités. Le lien entre rayons parallèles entre eux, plans focaux et objet ou images à l'infini n'est pas toujours maîtrisé. La définition de la vergence et de son unité n'est pas assez maîtrisée.

Électromagnétisme

En induction, la loi de Faraday est trop souvent oubliée. Les circuits électriques équivalents ne font donc pas apparaître de fem induite. L'étude de circuits à mutuelles inductances a posé systématiquement problème.

L'énoncé des équations de Maxwell est trop souvent incertain. Les opérateurs gradient, divergence, rotationnel et laplacien doivent être connus en coordonnées cartésiennes.

Électricité

De même que les exercices sur les réseaux en optique, les exercices sur les oscillateurs quasi-sinusoidaux ou à base de comparateurs à hystérésis ont posé d'énormes difficultés... mais ont aussi amené d'excellentes notes.

Tout circuit à ALI en régime saturé ne va pas forcément mener à un comparateur à hysteresis : étonnamment, la structure « comparateur à simple seuil » pose davantage de problème que l'étude d'un comparateur à hysteresis.

La lecture et surtout l'utilisation de diagramme de Bode pour étudier le filtrage de signaux contenant un nombre fini de composantes de fréquences différentes n'est pas assez maîtrisée.

Un certain nombre de candidats ne sait pas où placer la composante continue sur un spectre en fréquence.

Chimie

La définition de l'équivalence d'un dosage est mal maîtrisée et, lorsque les coefficients stoechiométriques ne sont pas égaux à 1, la relation entre les quantités de matière à l'équivalence pose souvent problème.

La gestion des coefficients stoechiométriques dans un tableau d'avancement, dans la loi de Hess ou pour des calculs cinétiques est souvent maladroite.

Des équations de dissolution de précipité souvent improbables ont été relevées.

Il faudrait que les candidats gagnent en efficacité pour le calcul de la constante d'équilibre d'une réaction d'oxydoréduction.

En thermochimie, la plupart des étudiants savent correctement relier le signe de l'enthalpie de réaction avec le caractère exo/endothémique de la réaction ; beaucoup en revanche ne savent pas le justifier par un calcul de transfert thermique reçu par le système.

Conclusion

Le jury souhaite remercier l'ensemble des candidats qui, dans sa grande majorité, aborde l'oral avec une attitude positive et constructive. Cette attitude, accompagnée d'une bonne connaissance du cours, de schémas spontanés et d'interprétations physiques pertinentes garantit de très bons résultats aux épreuves de Physique-Chimie.

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

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

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

L'évaluation s'articule le plus souvent autour de trois composantes : les échanges oraux qui permettent de valider le protocole élaboré par le candidat ou de vérifier que le candidat a compris la manipulation qui lui était proposée, les gestes techniques et le compte-rendu. En effet, parallèlement aux échanges avec l'examineur, les candidats rédigent un compte-rendu dans lequel figurent les réponses à certaines questions identifiées ou à l'intégralité des questions (selon les indications du sujet). Ils doivent par ailleurs analyser et valider les résultats et répondre de façon argumentée à la problématique posée. Enfin, ils doivent effectuer une synthèse montrant qu'ils ont compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

Le matériel fourni diffère d'un centre d'examen à l'autre. Par défaut, les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Les copies et les brouillons sont en revanche toujours 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 (par exemple à l'IUT Orsay) mais dans ce cas un réveil ou une horloge est mis à disposition des candidats. Pour les manipulations de chimie et pour des raisons de sécurité, les candidats doivent porter un pantalon et des chaussures fermées, les cheveux longs doivent être attachés. Ils doivent se munir d'une blouse en coton à manches longues et apporter leurs lunettes de protection. Les lentilles de contact ne sont pas autorisées.

Durant l'épreuve, les candidats peuvent disposer de la notice de certains appareils ou bénéficier d'explications sur le fonctionnement de certains dispositifs. Des modes d'emploi succincts des différents logiciels sont parfois mis à disposition.

Analyse globale des résultats

Un nombre croissant de candidats de la filière TSI semblent avoir eu des difficultés dans les manipulations et manque de dextérité. D'autres se révèlent être de bons expérimentateurs et analysent parfaitement leurs résultats expérimentaux. Il en résulte une réelle hétérogénéité de profils de candidats.

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.

De nombreux candidats se présentent à l'épreuve sans calculatrice, ce qui peut les handicaper pour traiter certains sujets.

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. En chimie, le rangement de la paillasse et la vaisselle se font en dehors des trois heures.

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 retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'appropriier 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 ». Il est attendu des candidats une attitude dynamique et la prise d'initiative pour gérer leur séance. Le jury recommande par ailleurs l'usage raisonné de brouillons ou, pour les TP de physique, du compte-rendu pour préparer des échanges efficaces avec l'examineur.

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les informations en début de sujet et les annexes. En effet, une meilleure identification des différentes manipulations à réaliser et des éventuels « temps d'attente » (notamment en chimie : chauffage ou agitation de quelques minutes, acquisitions automatiques en cinétique, attente d'un appel) permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité. Par ailleurs, dans la précipitation, certains candidats passent à côté d'informations importantes ou font des contre-sens très préjudiciables à l'élaboration de protocoles pertinents (exemple en électronique : confusion entre des montages en série et parallèle malgré les indications). L'analyse des données fournies est également très importante. En chimie, elle permet d'identifier la réactivité des espèces chimiques étudiées (acides, bases, oxydants, réducteurs...) et les grandeurs physico-chimiques qui les caractérisent (E° , pK_a , pK_s) donc de prévoir ou de comprendre les protocoles.

Dans chaque sujet, figurent deux ou trois appels à l'examineur, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs réflexions et de leurs travaux et répondre aux éventuelles questions posées dans le sujet. Les candidats doivent prendre l'initiative de solliciter l'examineur lors des différents appels.

Le jury attend que les candidats préparent ces appels :

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

Suivant le cas, un protocole est fourni à l'issue de l'appel, que la proposition faite par le candidat soit correcte ou non. Les candidats doivent mettre en œuvre le protocole distribué (même s'il ne correspond pas à celui qu'ils ont proposé) car il prend en compte les contraintes de matériel, de cinétique et de sécurité. Le jury recommande aux candidats de bien le lire afin d'éviter des erreurs de manipulation ou de choix de solutions à utiliser qui peuvent présenter un risque chimique mais également une consommation excessive des solutions.

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

Dans le compte-rendu demandé en fin d'épreuve, les candidats doivent répondre aux questions posées. Pour les TP de chimie, il est inutile de reporter les échanges oraux car ces derniers ont déjà été évalués.

Interaction avec l'examineur

Les candidats sont dans leur très grande majorité courtois. Les remarques et les propositions formulées par le jury ont pour objectif d'aider le candidat. Ce dernier doit donc y être attentif et en tenir compte.

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).

Sécurité

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

Le port des lunettes ou sur-lunettes est obligatoire pendant toute la durée des manipulations.

Aspects pratiques en TP de physique

De manière générale, le jury constate une grande disparité dans les compétences expérimentales des candidats. Certains manipulent avec une relative aisance en utilisant le matériel adéquat. Les maladroites des autres témoignent d'un manque de préparation.

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.

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

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

On note toujours également des erreurs de masse (non-raccordement ou raccordement en deux endroits différents, entrée non branchée à la masse, le candidat pensant que c'est équivalent à appliquer un potentiel de 0 V), la non-vérification du fonctionnement linéaire d'un montage (choix de signaux d'amplitude inadaptée), la confusion entre fréquence et pulsation, entre tension crête et tension crête-à-crête. Le code couleur pour les câblages en électronique est mal maîtrisé, ce qui conduit les candidats à commettre de nombreuses confusions. Les notions de masse et de terre (terre des générateurs basse fréquence et des oscilloscopes par comparaison avec la masse flottante des multimètres et des alimentations continues) sont très mal maîtrisées. Certains candidats essaient de mesurer un courant directement à l'oscilloscope. Parmi les candidats qui décident d'utiliser une résistance pour effectuer cette mesure à l'oscilloscope (via une mesure de différence de potentiel), la plupart ne sait pas justifier le choix de la valeur de la résistance.

L'étude de la fonction de transfert d'une boîte noire avec deux bornes marquées « entrée » et deux bornes marquées « sortie » pose souvent des problèmes de branchement (par exemple le générateur de fréquence est branché à la fois sur l'entrée et la sortie pour tenter de fermer le circuit). Les résistances internes des composants ne sont quasiment jamais prises en compte dans l'estimation des sources de pertes dans un circuit. Une confusion entre courant alternatif et continu et des erreurs de branchement de câbles coaxiaux ont parfois été constatées.

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.

Beaucoup de candidats se contentent d'observations passives de phénomènes qu'ils n'ont pas l'idée de caractériser en faisant des mesures : par exemple, le candidat « voit » une sinusoïde, mais n'a pas l'idée d'en mesurer l'amplitude et la fréquence. De manière générale, un nombre non négligeable de candidats de cette filière donne l'impression d'avoir insuffisamment manipulé du matériel expérimental au cours de l'année.

Concernant le matériel utilisé en optique, trop de candidats ne savent pas reconnaître une lentille divergente d'une lentille convergente. Les termes utilisés sont souvent approximatifs et il y a souvent confusion entre les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). 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 franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Plus généralement, certains candidats n'ont pas acquis les bases théoriques indispensables à la compréhension de certains sujets d'optique. Sur le goniomètre, par exemple, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles incidents et réfractés ou diffractés par un réseau. La conjugaison infini foyer pour un point objet hors d'axe n'est pas toujours maîtrisée. Idem pour la notion de mise au point à l'infini. Les réglages et alignements sont en général grossiers, les candidats se satisfaisant de voir un vague signal lumineux quand bien même il leur est demandé de réaliser un alignement soigneux. Le retour sur investissement en temps passé à réaliser des alignements soigneux est pourtant évident : il autorise des mesures avec des biais et des incertitudes réduits. L'examineur est d'ailleurs très sensible à la qualité des réglages et mesures effectués.

Aspects pratiques en TP de chimie

Environ 14 % des admissibles au concours TSI ont réalisé une épreuve de travaux pratiques portant sur la chimie. Le jury souhaite donner quelques conseils spécifiques aux candidats pour que ceux-ci puissent réaliser au mieux dans le temps imparti les différentes manipulations proposées.

Les sujets de chimie portent sur le programme des deux années. Les futurs candidats doivent ainsi s'attendre à réaliser des manipulations concernant un grand nombre de thématiques, par exemple :

- chimie analytique (réalisation de titrage, études de transformation acido-basique ou d'oxydoréduction) ;
- cinétique chimique (détermination d'ordre) ;
- thermochimie (techniques de calorimétrie).

Les techniques et mesures mises en œuvre sont également variées (calorimétrie, potentiométrie, pH-métrie, conductimétrie, modélisation ou traitement de données au moyen de scripts Python,...)

Choix de la verrerie

Le jury note que certains candidats ne savent pas nommer correctement la verrerie. Ensuite, une utilisation adaptée de la verrerie est nécessaire en chimie. Le jury attend donc que les candidats sachent qu'un prélèvement précis nécessite une pipette jaugée et non une éprouvette, que l'on prépare une solution dans une fiole jaugée et non dans un bécher ou une éprouvette. Le jury rappelle que les graduations d'un bécher ne peuvent servir de mesure lors du prélèvement d'une solution.

Par ailleurs le remplissage d'une burette graduée peut s'effectuer grâce à un bécher ou un flacon mais certainement pas à l'aide d'une pipette jaugée. De nombreux candidats ajustent le zéro de la burette sans ouvrir le robinet ou oublient de vérifier l'absence de bulle dans le bas de la burette graduée avant de faire le zéro. De plus le jury rappelle qu'il est préférable de vider la burette graduée à partir de la valeur zéro plutôt que d'une autre valeur afin d'éviter des erreurs.

Dans certains sujets, la précision du prélèvement est explicitement annoncée. Dans d'autres sujets, c'est aux candidats de choisir la verrerie avec discernement. Ainsi, pour acidifier par exemple une solution, rincer un solide, ajouter un réactif en excès, une éprouvette graduée suffit alors que pour prélever la solution que l'on veut titrer, l'utilisation de verrerie jaugée adaptée s'impose. Aussi, le jury recommande aux candidats de prendre le temps de réfléchir au choix de la verrerie. Cette réflexion est valorisée. Par défaut et dans le doute, les candidats préfèrent souvent recourir à la verrerie de précision (« qui peut le plus peut le moins » pensent-ils). Mais ils perdent en général un temps précieux : d'une part parce que mesurer un volume à l'aide d'une pipette jaugée prend plus de temps qu'avec une éprouvette graduée, d'autre part parce que la verrerie à disposition n'étant pas en nombre infini, il leur faut procéder à des étapes de lavage très chronophages. De plus, le jury sanctionne l'utilisation d'une verrerie trop précise, signe d'une mauvaise compréhension du rôle de l'espèce chimique ainsi introduite. L'utilisation de burette comme instrument de mesure de volumes précis (à 0,1 mL près environ) est rarement envisagée par les candidats. Elle est pourtant recommandée lorsqu'on souhaite préparer plusieurs solutions étalons ou plusieurs mélanges de compositions différentes pour une étude d'ordre en cinétique par exemple.

Réalisation de solutions

Le jury attend des candidats qu'ils soient capables :

- de préparer avec précision une solution par dissolution d'un solide en utilisant une balance de précision, une fiole jaugée et en récupérant de façon quantitative le solide. Le terme transvasement quantitatif est source d'incompréhension. Le jury rappelle aux candidats qu'un transvasement quantitatif consiste à verser la totalité du prélèvement en rinçant la coupelle ou le contenant avec le solvant. Cette année encore, beaucoup de candidats ont réalisé les dissolutions en utilisant des béchers au lieu de fioles jaugées. Par ailleurs, le jury regrette encore l'absence d'homogénéisation (aussi bien quand la fiole jaugée n'est remplie qu'aux deux-tiers qu'en fin de réalisation) si bien que dans certaines solutions préparées, il reste encore du solide au fond de la fiole jaugée. Retourner cinq fois une fiole bouchée

permet souvent une excellente homogénéisation. Le jury note enfin que la masse réellement pesée plus ou moins proche de la masse demandée n'est généralement pas utilisée dans l'exploitation des manipulations par le candidat ;

- de réaliser une dilution précise en utilisant pipette jaugée et fiole jaugée. Là encore, l'homogénéisation est souvent défectueuse induisant un gradient de concentration qui peut poser problème lors de l'utilisation des solutions. De même, trop souvent, on a pu regretter l'utilisation de béciers ou d'éprouvettes.

Titration

Il convient dans un premier temps de réfléchir à la transformation attendue ou observée, par un bilan des espèces introduites dans le milieu réactionnel et la prévision grâce aux données fournies des transformations possibles : la dissolution d'une solide ionique s'accompagne évidemment de l'introduction de contre-ions spectateurs qui troublent encore trop de candidats. Il convient ensuite d'écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation mise en œuvre pour le titrage. Puis, il s'agit de s'assurer que la transformation est quantitative. Le jury note de réelles difficultés à calculer la constante thermodynamique d'équilibre à partir des grandeurs thermodynamiques (pK_a ou potentiels standard) pour des réactions acide-base ou d'oxydoréduction.

Dans un second temps, les candidats doivent chercher une méthode de détermination de l'équivalence. Puis, lors de l'élaboration d'un protocole, il convient d'écrire la relation à l'équivalence, de supposer un volume équivalent cohérent ; les candidats pourront ainsi en déduire la nécessité ou non de diluer la solution titrée et de choisir le volume du prélèvement adapté.

Cette année, le jury a constaté qu'outre l'erreur fréquente qui consiste à « oublier » les nombres stœchiométriques, certains candidats confondent équivalence et état d'équilibre. Il rappelle que l'équivalence est une situation particulière atteinte lors d'un titrage lorsque les réactifs sont introduits en proportions stœchiométriques. La traduction « à l'équivalence $Q_r = K^\circ$ » n'est pas correcte. Les candidats qui cherchent à déterminer la relation entre les quantités introduites à l'équivalence en s'appuyant sur un tableau d'avancement parviennent rarement à leur fin. Il est bien plus efficace, pour le titrage d'une espèce A par une espèce B s'appuyant sur la réaction support de titrage du type $aA + bB =$ produits d'écrire qu'à l'équivalence :

$$\frac{n_A(\text{introduit})}{a} = \frac{n_B(\text{versé})}{b}.$$

Par ailleurs, les différentes techniques de suivi d'un titrage ne sont pas toutes connues ou maîtrisées. Le suivi par potentiométrie est ainsi rarement proposé. Cette année encore, le suivi par potentiométrie est confondu avec celui par conductimétrie ou même par pH-métrie. De même, le suivi par conductimétrie est confondu avec celui de la pH-métrie. Par ailleurs, le jury constate d'ailleurs une confusion entre la nature du suivi du dosage et la méthode de détermination de l'équivalence. Il s'étonne que nombre de candidats réalisent des suivis par méthode physique sans jamais relever les valeurs expérimentales. Cela les oblige à réitérer le dosage si leur gestion du temps le permet.

Lors d'un titrage suivi par colorimétrie, au moins deux essais sont nécessaires. Un premier titrage rapide permet de déterminer un encadrement du volume équivalent, un second titrage déterminera à la goutte près le volume équivalent. Il ne s'agit pas d'un problème de temps car de nombreux candidats finissent les manipulations bien avant l'horaire. Le jury rappelle par ailleurs que la détermination de l'équivalence ne peut être faite qu'en regardant le changement de couleur de la solution dans l'erlenmeyer et non le volume lu sur la burette. Par ailleurs, les candidats considèrent fréquemment qu'un titrage suivi par colorimétrie nécessite l'utilisation d'un indicateur coloré. Le jury rappelle que lorsque l'espèce titrante ou l'espèce à titrer est la seule espèce colorée, l'apparition ou la disparition de la couleur permet de repérer aisément l'équivalence.

De plus, les candidats ne connaissent pas les spécificités liées à chaque méthode. Ainsi, le jury a trop souvent vu des candidats resserrer les points lors d'un titrage suivi par conductimétrie puis arrêter les mesures juste après la rupture de pente. À l'inverse, un grand nombre de candidats ne cherche pas à resserrer les mesures à l'approche de l'équivalence d'un titrage suivi par pH-métrie ou potentiométrie.

Lors d'un titrage suivi par pH-métrie, conductimétrie ou potentiométrie, l'utilisation d'un tableur (Regressi, Latis-pro, Excel, Libre-office Calc) est recommandée. Cependant, les candidats, qui utilisent les tableurs, entrent leurs mesures directement mais ne pensent pas (ou ne savent pas) afficher les courbes au fur et à mesure. Le jury recommande vivement de tracer la courbe de façon simultanée à la prise de valeur ce qui permet aux candidats de resserrer les points si nécessaire et de déterminer l'équivalence avec précision. De plus, certains candidats sont si peu à l'aise avec le logiciel choisi qu'ils ne savent pas l'utiliser pour déterminer le volume versé à l'équivalence à partir de la courbe tracée.

Calorimétrie

Cette année encore, les mesures de calorimétrie ont posé de gros problèmes aux candidats. La capacité thermique du calorimètre est une grandeur qui n'est pas connue par un grand nombre de candidats. La méthode des mélanges permettant de mesurer cette grandeur est non maîtrisée et sa mise en pratique s'avère délicate. Le jury rappelle que les masses d'eau introduites dans le calorimètre doivent être connues avec précision. Il est par exemple possible de verser un volume d'eau correspondant approximativement à la masse d'eau souhaitée dans un bécher, de peser le bécher plein, de verser l'eau dans le calorimètre puis de peser le bécher vide pour connaître par différence la masse d'eau introduite.

Les mesures de température peuvent être réalisées, selon les sujets proposés, avec un thermocouple relié à un dispositif d'acquisition permettant de réaliser un suivi temporel de la température ou avec un thermomètre à affichage numérique.

Oxydoréduction

L'utilisation des diagrammes E-pH est globalement bien comprise. Toutefois des erreurs subsistent notamment sur le diagramme potentiel-pH de l'eau où les domaines de prédominance de H_2O , H_2 et O_2 sont mal déterminés.

L'établissement des équations de réaction d'oxydoréduction pose problème. Le jury conseille d'établir les demi-équations électroniques avant d'écrire l'équation de la réaction.

Exploitation des résultats

Des résultats expérimentaux incohérents ne semblent pas perturber certains candidats.

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 dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte-rendu. Par exemple, il est vraiment inacceptable de lire un volume versé à l'équivalence sur une feuille de copie avec une abscisse non précisée et mal graduée. Un graphique doit présenter un titre et les axes doivent être annotés.

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

Dans d'autres cas, les candidats ne pensent pas toujours à essayer de se ramener au tracé d'une droite pour tester une loi physique. Inversement, de nombreux candidats essaient de faire passer une droite par

des points qui n'ont pas de raison particulière d'être alignés. Dire qu'une courbe est une droite après avoir placé seulement trois points n'est pas très rigoureux et il convient de placer tous les points mesurés avant de conclure. Par ailleurs, toute courbe qui n'est pas linéaire n'est pas une « courbe exponentielle ». Le jury rappelle l'importance d'effectuer une linéarisation des données expérimentales selon un modèle qui doit être validé ensuite. Que les logiciels permettent d'autres ajustements n'est pas une justification de leur utilisation. Seule la régression linéaire permet de donner un poids identique aux différentes mesures effectuées et de valider correctement visuellement la répartition aléatoire des points expérimentaux autour de la droite de régression.

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. Le jury recommande aux candidats de limiter l'expression « du coup » qui est trop souvent utilisée.

Par ailleurs les candidats confondent les verbes « mesurer » et « calculer ». Une grandeur obtenue par la mesure de grandeurs expérimentales est une mesure. Lorsque l'on détermine une grandeur à partir de grandeurs tabulées, la grandeur obtenue est une grandeur calculée.

Les échanges avec l'examineur 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 précédemment, nous recommandons aux candidats d'interagir avec l'examineur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Un compte-rendu succinct est attendu. Dans ce compte-rendu, le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Toutefois, il n'est pas nécessaire de présenter le détail des protocoles qui ont été précédemment abordés à l'oral car ils ont déjà été évalués. Les observations ou remarques pertinentes du candidat qui n'auraient pas été discutées avec l'examineur sont cependant appréciées. 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 explications doivent être concises et répondre aux questions posées. En physique, les tableaux de mesures sont trop rares alors qu'ils sont très appréciés. 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 à la mesure. Le jury recommande aux futurs candidats ne pas négliger la rédaction du compte-rendu. Il a été noté que la qualité des comptes-rendus s'est globalement dégradée ces dernières années.

En TP de physique, dans certains sujets, une part non négligeable du travail, qui peut compter jusqu'à un tiers de la note finale, est à faire après le dernier appel et n'est donc évalué qu'à l'écrit.

Conclusion

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

Ce rapport pointe principalement les erreurs et l'absence de maîtrise de capacités techniques et compétences expérimentales observées chez les candidats mais le jury n'en oublie pas moins les qualités de beaucoup d'entre eux. Les qualités évaluées par cette épreuve sont complémentaires de celles de l'oral et permettent à des candidats d'obtenir de très bonnes notes en ayant travaillé intelligemment et régulièrement lors des séances de travaux pratiques des deux années de préparation.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Pour cette session 2022, le jury de S2I remercie l'ensemble des candidats qui ont su être compréhensifs dans un contexte pandémique qui perdure encore.

Présentation du sujet

Au cours de cette épreuve orale d'une durée de quatre heures, le jury évalue les capacités des candidats à mener une démarche globale en vue d'appréhender une problématique issue d'un système industriel et de faire preuve des capacités, d'une part d'abstraction, indispensables pour comprendre les modèles manipulés, et, d'autre part, expérimentales de façon à imaginer, puis conduire, des protocoles expérimentaux au regard d'objectifs définis à priori.

Les candidats sont évalués selon différentes compétences touchant à l'analyse formalisée des systèmes, aux différents niveaux de modélisation potentiels, à la formulation bien posée d'un problème faisant appel à la résolution numérique et à la conception de procédures numériques en vue de sa résolution, à la formulation de conclusions étayées et aux capacités de communication et de synthèse indispensables aux ingénieurs évoluant dans un contexte professionnel de plus en plus international.

L'ensemble des sujets est conçu de façon à aborder des aspects aussi bien méthodologiques qu'expérimentaux qui doivent mener les candidats à formuler des conclusions et à décider.

Analyse globale des résultats

La session 2022 a permis d'évaluer 275 candidats. Le jury constate que la grande majorité connaît les attendus, l'organisation des sujets et la structuration de l'épreuve de TP de sciences industrielles de l'ingénieur. En particulier, les attendus de la partie réalisée en autonomie sont bien compris.

Les prestations réalisées montrent que les fondamentaux de sciences pour l'ingénieur sont bien présents dans les compétences des candidats. Ainsi, concernant les aspects expérimentaux, la majorité des candidats de la filière PSI montre de très bonnes capacités dans les champs explorés par l'épreuve de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur : dans la prise en main des supports contextualisant l'étude, dans la conception des procédures expérimentales en vue de valider (ou non) les modèles proposés / manipulés, dans la mise en œuvre des procédures conçues et dans l'exploitation des résultats obtenus, même si pour la session 2022 le jury note une moindre aisance sur les aspects expérimentaux se traduisant par une progression plus lente. Cette remarque doit être modérée car cet aspect peut être conjoncturel suite aux épisodes de confinement de ces deux dernières années. Les prestations réalisées attirent les commentaires suivants :

- les besoins de modélisation et les différentes approches possibles (modèles de connaissance, de comportement, etc.) sont bien appréhendés et permettent ainsi aux candidats d'aboutir à un modèle en cohérence avec un objectif explicitement défini à priori ;
- des progrès sont notés dans la partie réalisée en autonomie encadrée ;
- la démarche de formulation d'un problème d'ingénieur sous forme algorithmique et sa résolution au moyen des méthodes et des outils du programme de CPGE semble bien intégrée dans la démarche des candidats. En ce sens, cela montre leur capacité à conceptualiser les problèmes d'ingénieur posés dans l'épreuve.

Les capacités à réaliser une synthèse globale en temps limité peuvent être améliorées même si la majorité des candidats a bien intégré la contrainte en temps limité et propose une synthèse sur l'ensemble de l'étude. Des axes de progrès sont possibles :

- en évitant des propos trop génériques hors du contexte, et du support, de l'étude ;
- en s'appuyant sur des données quantitatives à l'occasion de la mise en évidence de la problématique et de la conclusion ;
- en veillant à une synthèse dans le temps imparti de trois minutes ;
- par le choix d'un vocabulaire précis et pertinent.

Enfin, la capacité à effectuer une synthèse globale en temps limité fait partie des compétences recherchées pour un ingénieur, et le jury a noté que pour la majorité des candidats les attendus de cette partie de l'épreuve sont bien assimilés. Cette synthèse, tout comme les autres aspects de l'épreuve, peut être développée au moyen des conseils donnés dans la suite de ce rapport.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury rappelle aux candidats que les compétences spécifiques aux activités de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur ne peuvent s'acquérir que par un travail régulier durant les deux années de formation. Afin de faciliter la préparation de l'épreuve, le jury présente ci-dessous son organisation et les éléments d'évaluation, ainsi qu'un ensemble de commentaires, confirmant en partie certaines observations des sessions précédentes, au regard de l'analyse des prestations de la session 2022. Ainsi, le jury sensibilise les futurs candidats à la nécessité d'axer la préparation de l'épreuve sous l'angle de son organisation et de s'imprégner des attendus.

Les supports utilisés lors de la session 2022 étaient les suivants :

- nacelle gyrostabilisée ;
- robot caméraman ;
- robot d'impression 3D ;
- hoverboard ;
- slider de caméra ;
- robot nettoyeur de vitres.

Éléments d'organisation et d'évaluation de l'épreuve

Organisation

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

1. appropriation du support, du contexte, mise en évidence de la problématique et des objectifs ;
2. activité de modélisation en autonomie encadrée ;
3. exploitation des modèles proposés ;
4. évaluation de solutions et synthèse globale.

La première partie est conçue pour une durée d'environ quarante cinq minutes. L'ensemble des activités amène les candidats à montrer leur capacité à s'imprégner du contexte de l'étude, s'approprier le support matériel fourni, analyser un système complexe, vérifier un ensemble d'exigences attendues du système

industriel associé, comprendre la problématique et les objectifs de l'étude. Pour cela, les activités de cette partie sont conçues de façon à permettre aux candidats :

- de s'approprier et de présenter le support, de dégager son organisation structurelle sous forme de chaînes fonctionnelles d'information et/ou d'énergie, etc. ;
- d'évaluer et analyser l'écart éventuel entre un niveau de performances attendu et un niveau de performances mesuré (ou simulé) ;
- et de s'approprier la problématique retenue pour la suite de l'étude.

Pour les chaînes d'énergie et d'information, les candidats doivent être capables :

- de préciser les fonctions constitutives, de localiser sur le système les différents constituants associés et de décrire leur principe de fonctionnement (par exemple les capteurs les plus classiques) ;
- et de présenter la structure des capteurs et leur principe de fonctionnement, de préciser le type de signal de sortie, ses propriétés, etc.).

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

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

- développer un modèle potentiellement multi-physique de niveau adapté aux objectifs de l'étude tout en restant réalisable durant le temps imparti
 - mise en équation d'un modèle de complexité raisonnable pour les candidats (des éléments sont fournis afin de les aider), formulant des hypothèses clairement énoncées et justifiées, pour définir la forme du modèle qui fera l'objet d'une identification/validation ultérieure ;
 - identification d'un modèle de comportement au regard de réponses expérimentales ;
- développer et mettre en œuvre une procédure d'identification expérimentale d'un modèle fourni ;
- enrichir et/ou raffiner un modèle donné en ajoutant des éléments fonctionnels complémentaires (capteurs, actionneurs, etc.) ;
- etc.

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

Dans tous les cas, toute mise en équation, lorsqu'elle est nécessaire, reste limitée à des relations simples, et les objectifs sont généralement de définir la forme du modèle qui sera identifié et / ou recalculé et de justifier rigoureusement les hypothèses ayant conduit à ce modèle ainsi que son domaine de validité.

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

À noter que la démarche amenant à une solution au problème étudié est rarement unique. Ainsi, des démarches ou hypothèses différentes peuvent conduire à des solutions distinctes du problème abordé lors

de cette deuxième partie. Les examinateurs s'attachent à dissocier l'exactitude des valeurs, voire des équations, trouvées de la cohérence et de la pertinence de la démarche. Le jury évalue les capacités à prendre des initiatives, à formuler des hypothèses, à évoluer en autonomie, à critiquer les choix effectués, à justifier les solutions apportées aux problèmes rencontrés et enfin à aboutir à une démarche structurée menant à une solution.

Ainsi, de manière générale, cette partie entend valoriser le travail des candidats qui ont préparé spécifiquement l'épreuve de travaux pratiques durant toute l'année pour acquérir les compétences nécessaires à l'étude et la modélisation d'un système complexe de façon autonome.

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

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

La quatrième partie, d'une durée de 40 minutes, est décomposée en 30 minutes pour l'évaluation des solutions et 10 minutes pour la préparation d'une synthèse globale. Elle est conçue autour des thématiques de conception / optimisation / adaptation des solutions envisagées lors de la partie précédente. Les activités de cette partie ont pour objectif de permettre de conclure vis-à-vis de la problématique abordée dans le sujet de travaux pratiques et ainsi de fournir des éléments nécessaires pour la synthèse finale, et ce quel que soit le niveau d'avancement des études réalisées dans les parties précédentes.

Capacité de synthèse et de communication

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

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

L'évaluation tient compte des capacités à utiliser les informations données dans le sujet et les documents techniques mis à disposition ou les aides ponctuelles des examinateurs, de la clarté et précision des explications et de la capacité de synthèse. Ainsi, un candidat qui n'aurait pas réalisé avec succès toutes les activités du sujet proposé peut-il tout à fait effectuer une synthèse de qualité et ne sera pas pénalisé s'il réussit à assimiler toutes les informations disponibles pour en dégager la problématique, la démarche proposée et les réponses obtenues vis-à-vis de la problématique.

À contrario, une énumération linéaire des activités effectuées, même correctes, est à proscrire. Les candidats devront prendre le recul nécessaire par rapport à l'étude menée. **Chaque candidat présente sa synthèse devant un examinateur qui ne l'a pas suivi au cours des trois heures et cinquante minutes précédentes.**

Pour faciliter les échanges avec l'examineur et, entre autres, en vue de préparer la synthèse, les postes informatiques disposent d'un ensemble complet de suites bureautiques (Microsoft Office et / ou Libre Office) permettant de conserver temporairement une mémoire des activités, des courbes obtenues suite à des mesures ou de rassembler des graphiques dans un document. **Il est rappelé néanmoins qu'aucun compte rendu écrit n'est demandé, les brouillons ayant servi au travail étant détruits et tous les fichiers enregistrés systématiquement supprimés dès le départ du candidat.**

Les capacités de synthèse et de communication sont essentielles pour un futur ingénieur, elles ont ainsi un rôle important lors de cette épreuve de travaux pratiques et **contribuent pour un quart à la note** sur l'ensemble des quatre heures de l'étude. La clarté des présentations, la précision des explications, le choix du vocabulaire et la capacité à effectuer une synthèse sont prises en compte dans l'évaluation.

Logiciels utilisés

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

Lors des activités faisant appel aux outils de modélisation et simulation, les compétences évaluées sont : analyser le(s) modèle(s) proposé(s), comprendre les algorithmes implantés, identifier et/ou modifier un nombre limité de paramètres, compléter des procédures associées à des algorithmes fournis, choisir le scénario de simulation en fonction de l'objectif suivi, et exploiter les résultats de simulation.

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

- optimiser des paramètres en vue de recaler ou d'identifier un modèle, de déterminer un régulateur au regard d'un cahier des charges, etc. ;
- mettre en œuvre un traitement numérique d'un signal ;
- exploiter des signaux en vue d'analyses énergétiques (rendement, inertie, etc.), de traiter des signaux (intégration, dérivation, analyse statistique, etc.) ;
- analyser un diagramme d'états et compléter le programme informatique associé à son fonctionnement ;
- ou modifier un programme informatique et son implantation dans un automate ou un micro-contrôleur afin de satisfaire le cahier des charges et répondre à la problématique étudiée.

D'une façon générale, la mise en œuvre d'une programmation informatique reste limitée et il s'agit, généralement, de compléter un programme. Une progression efficace dans ces études ayant recours à l'outil informatique demande néanmoins une préparation régulière lors des deux années. L'utilisation de Python étant au programme de CPGE, plusieurs environnements de programmation parmi les plus courants sont utilisés (Idle, Spyder ou Pyzo).

Pour la simulation des systèmes dynamiques, l'environnement Scilab/Xcos est utilisé et, pour les évolutions futures, des bibliothèques Python spécialisées pourront être adoptées.

Concernant la simulation numérique des systèmes dynamiques, la connaissance préalable des logiciels retenus n'est en aucune façon exigée et l'évaluation ne porte pas sur l'aptitude à connaître et maîtriser leurs fonctionnalités.

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

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

Conseils aux futurs candidats

Appropriation du sujet et présentations orales

Les sujets de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur comportent une importante quantité d'informations. **Le jury attire l'attention des candidats sur le besoin de lire précisément les sujets et la documentation technique.** En ce sens, des approches proposées ou des informations fournies (par exemple afin de faciliter la démarche de modélisation ou la réalisation d'un protocole expérimental) ne sont pas toujours scrupuleusement suivies quand bien même elles restent limitées. **Les excès de précipitation peuvent conduire à des erreurs qui, finalement, se traduisent par une perte de temps pénalisante pour la progression de l'étude.**

Une part des candidats oublie de restituer oralement l'ensemble des activités menées. Le jury rappelle à ce titre que **seuls les éléments verbalisés** sont pris en compte pour l'évaluation. Pour la session 2022, les questions formulées par les examinateurs lors des interrogations ont généralement permis néanmoins de rattraper ces oublis au bénéfice des candidats.

Lors des activités de la première partie, dédiée à la découverte du support et de la problématique, une partie des candidats ne prend pas le temps de présenter **en une ou deux phrases** le système et le contexte sur lequel porte l'étude et aborde directement la présentation sous la forme « à l'activité 1, on m'a demandé de... ». Le jury ne souhaite surtout pas une présentation interminable, mais quelques phrases permettant de situer le contexte de l'étude proposée. À l'inverse, certains candidats ont tendance à prendre beaucoup de temps lors des interrogations et ont du mal à évaluer le niveau de détails à présenter (détails de simplifications de calculs pourtant déjà simples et qui ne sont pas supposés poser problème en fin de seconde année de CPGE, détails parfois très longs sur les diagrammes des chaînes d'énergie et d'information, répétition orale de la question en détails). Si cela dénote une volonté de bien faire dans la communication et les échanges avec l'examinateur, cela fait perdre beaucoup de temps. Un résumé en quelques phrases courtes de l'objectif de l'activité suffit généralement.

Lors des échanges, le jury note que les candidats ne font pas suffisamment appel à l'utilisation des schémas ou des diagrammes illustratifs et lorsque ces représentations sont utilisées le formalisme utilisé peut largement être amélioré. L'utilisation de schémas simples, et bien réalisés, facilite la communication, clarifie la présentation et **fait gagner du temps dans la progression de l'étude.** De plus, la qualité des explications, le soin et la clarté des éléments utilisés pour la présentation font partie de l'évaluation. À ce titre, les brouillons fournis doivent s'entendre comme un élément important du panel de supports de communication mis à disposition des candidats pour faciliter leurs échanges avec l'examinateur.

Le jury remarque que si l'utilisation des suites bureautique (ou de copies d'écran) se généralise et permet en règle générale de fluidifier les échanges avec l'examineur lors des différentes phases d'interrogation, certains candidats ont tendance à stocker de manière déstructurée tout un ensemble de résultats de mesures ou de simulation et peinent à retrouver le résultat pertinent au moment opportun lors des échanges avec l'examineur. Le jury rappelle aux candidats que la réflexion menée pour sélectionner, et ordonner les résultats d'intérêt tout au long de l'étude, est une des méthodes permettant de prendre le recul nécessaire sur le travail proposé.

En ce sens, le jury sensibilise les candidats à choisir avec pertinence les courbes/résultats de façon à éviter une inflation de résultats enregistrés en les limitant à ceux qui apportent une information et à utiliser des schémas/tracés explicatifs (directement sur une feuille si besoin) qui permettent simplement et efficacement d'illustrer les présentations.

De la même façon, le jury conseille d'éviter de rédiger de manière trop détaillée des diaporamas lorsque ce mode de présentation est choisi (certains candidats perdent du temps à recopier les équations fournies dans les sujets par exemple) : ceux-ci doivent être considérés comme un aide-mémoire facilitant la structuration de l'échange avec l'examineur.

Pour rappel, les brouillons, captures d'écran et supports de communication sont systématiquement et immédiatement détruits à l'issue de l'épreuve.

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

Le jury remarque également que certains candidats perdent du temps en présentant des réponses qui ne sont pas en rapport avec le questionnement posé (description du principe de fonctionnement d'un composant qui aurait pu être présent, écriture d'un modèle non demandé, etc...)

Le jury note que certains candidats se pénalisent au niveau du temps en présentant en fin d'échange avec l'examineur les activités qu'ils auraient pu faire mais n'ont pas explicitement effectuées.

Partie en autonomie

Le principe de la partie en autonomie encadrée étant conçue autour d'une problématique de modélisation, une meilleure appréhension de la modélisation selon ses différentes formes et des protocoles expérimentaux pour identifier/recaler les paramètres associés (moment d'inertie, coefficient de frottement, couple perturbateur...) doit être le fil conducteur dans la préparation des candidats pour aboutir à de meilleures prestations.

Les activités menées doivent conduire à un modèle validé mais le jury rappelle que l'évaluation porte aussi sur la réactivité des candidats, la capacité à l'analyse critique de leurs résultats, la cohérence dans leur démarche et, si besoin, leur remise en question d'une façon argumentée. L'échec n'est pas pénalisé si la démarche est cohérente.

Le jury est plus en attente d'une justification et d'une analyse de la démarche que d'un simple résultat, quand bien même il soit bon. Ainsi, la démarche d'un candidat, qui ne réalise pas l'ensemble des activités proposées mais qui justifie rigoureusement en quoi la proposition mise en œuvre est partiellement erronée (mauvaise hypothèse initiale, mauvais choix d'équation, simplification abusive, etc.), est valorisée. À contrario, une démarche apprise par cœur et réutilisée sans réflexion quant à son bien-fondé pour l'étude menée ne sera pas nécessairement valorisée si elle n'est pas rigoureusement justifiée, même si le résultat numérique déterminé est correct.

En écho à la remarque sur la précision de lecture de sujets, les candidats qui par précipitation ne s'imprègnent pas suffisamment du contenu (et donc des pistes d'études proposées) et ne voient pas un certain nombre d'informations simples données en vue de faciliter leur progression (récupération de données

constructeurs par exemple) se pénalisent. De manière générale, le jury conseille aux candidats de commencer cette partie par une étape préalable de réflexion sur la démarche qu'ils vont suivre, avant de se lancer immédiatement dans la réalisation de calculs, de mesures ou de schémas.

Analyse

Les éléments composant les chaînes fonctionnelles d'information et d'énergie sont bien connus, les difficultés constatées consistent à les situer précisément sur le support et **à faire une présentation formalisée** de leur organisation mettant en évidence l'architecture du système analysé (alimentation, pré-actionneur, actionneur, effecteur, etc.). Par ailleurs, le vocabulaire technologique est parfois peu approprié et approximatif. Le jury note en particulier qu'un certain nombre de candidats présente des chaînes d'information et d'énergie constituées de composants classiques rencontrés durant leur formation, sans se poser la question de leur présence réelle ou non sur le système considéré durant l'épreuve et leur enchaînement logique. Une part importante des candidats propose des chaînes d'énergie et d'information génériques issues directement de leur cours sans vérifier la cohérence par rapport à celles du support objet de l'étude, en particulier sur la zone de prise d'information sur la chaîne d'énergie qui est systématiquement faite sur l'actionneur quand bien même ce ne soit pas le cas sur un certain nombre de systèmes.

Le jury rappelle à ce titre que les diagrammes SysML fournis (notamment les diagrammes de définition des blocs et des blocs internes) doivent permettre d'identifier les constituants et de comprendre l'architecture d'une chaîne fonctionnelle.

Sur un aspect expérimental :

- les mesures sont souvent interprétées à minima, ce qui traduit un manque d'analyse. Une comparaison de résultats souvent non chiffrée et sans valeur quantifiée n'est pas admise. Les expressions « cela satisfait les exigences », « les mesures ressemblent à la simulation », « la courbe est bonne », « les résultats sont similaires », etc. ne sont pas acceptables ;
- l'absence de vérification de l'homogénéité des relations manipulées et de la validation des modèles utilisés (effectuée expérimentalement ou en utilisant la simulation numérique) conduit une part non négligeable de candidats à des erreurs d'analyse. Ce constat est particulièrement mis en évidence lors de l'utilisation de documents techniques où les valeurs des différents paramètres ne sont pas systématiquement données dans les unités SI (par exemple l'oubli assez récurrent de conversion d'une vitesse de rotation donnée en tours/min en rad/s, de constantes de couple données en mNm/A, etc.). Cette absence de vérification élémentaire de l'homogénéité est d'autant plus pénalisable durant la partie réalisée en autonomie où le jury s'attend explicitement à ce que le candidat réalise une analyse critique de ses résultats ;
- dans le même ordre d'idée, le jury note une absence de recul et de vérification de la cohérence des ordres de grandeur des valeurs numériques obtenues pour les paramètres identifiés (inerties, coefficients de frottement, inductances... parfois gigantesques au regard du composant étudié). Si ces valeurs erronées proviennent le plus souvent d'une simple erreur dans l'application numérique, alors que l'expression littérale est correcte, elles traduisent un manque de recul vis-à-vis de la problématique et du système étudié qui devrait pourtant être le fondement du travail expérimental en travaux pratiques ;
- le jury note souvent un manque de rigueur dans la comparaison de résultats (issus de simulation et/ou de mesures). Les indicateurs liés à cette comparaison doivent être systématiquement chiffrés (valeurs maximale, finale, dépassement, etc.). Une validation uniquement qualitative du type « on constate que c'est à peu près pareil... » n'est évidemment pas suffisante.

Un manque de recul vis-à-vis des différences entre une courbe théorique et une mesure expérimentale est observé pour une partie des candidats. Ainsi, la présence inévitable de bruit de mesure peut perturber certains candidats qui analysent à tort ce bruit comme des instabilités du système. De la même façon,

les conditions expérimentales (instant de déclenchement d'un échelon, conditions initiales non nulles) entraînent des erreurs sur la détermination d'un temps de réponse ou du gain statique. Le jury conseille aux candidats de bien s'imprégner de ces différences inévitables liées aux conditions de l'expérience, ce qui ne peut s'acquérir que par un travail régulier et spécifique sur les activités expérimentales durant les deux années de formation.

Le jury note des difficultés de certains candidats à réutiliser des connaissances et compétences dans un contexte légèrement différent de celui vu durant les deux années de formation. Par exemple, si la très grande majorité des candidats peut exposer parfaitement le principe de fonctionnement d'un codeur incrémental, peu de candidats sont capables d'estimer une vitesse de rotation à partir des signaux mesurés sur ce type de capteur. Dans le même ordre d'idée, si les candidats maîtrisent généralement la détermination de modèles dynamiques linéaires (premier ou second ordre), peu sont conscients de faire ainsi l'hypothèse implicite de linéarité, et très peu sont capables de proposer un protocole expérimental pour la vérifier. Le jury encourage les candidats à ne pas cloisonner leurs apprentissages : compréhension des solutions technologiques, méthodes « théoriques » et déterminations expérimentales forment un ensemble indissociable qui permettent une prise de recul sur les concepts et outils manipulés. Le jury s'attend à ce que l'épreuve de travaux pratiques soit le lieu où les candidats montrent le caractère transverse de leurs compétences.

En automatique :

- le choix ou la justification d'une loi de commande (structure, correcteur, etc.) repose souvent sur des critères trop généraux, non argumentés à l'aide **d'arguments quantifiés et contextualisés** liés au cas d'étude concerné. La justification peut être argumentée rigoureusement, par exemple, en faisant appel aux critères usuels comme la marge de phase au regard d'une pulsation de coupure souhaitée, la nécessité (ou non) d'une action intégrale selon le type de consigne et/ou présence de perturbations, etc. ;
- les comparaisons entre les courbes réponses simulées et les courbes réponses du système réel sont souvent très mal réalisées (effet des conditions initiales, stimuli injecté, comparaison modèles simplifiés/modèles plus complexes/système réel) ;
- la connexion entre les résultats d'analyse harmonique/comportement système dans le domaine temporel ne sont pas suffisamment connus ;
- les capacités à manipuler et exploiter les réponses fréquentielles en boucle ouverte (diagrammes de Bode) pour déterminer des critères de performances classiques (stabilité, marges de stabilité) sont en progrès mais des améliorations sont encore possibles. Le jury conseille aux candidats de conserver des formes factorisées des fonctions de transfert considérées et de manipuler des formes canoniques simples.

La manipulation des filtres simples dans les opérations de traitement des signaux est bien comprise d'un point de vue théorique. Cependant leur exploitation pose des problèmes à une part très importante des candidats : choix d'une bande passante au regard du spectre des signaux, vérification de leurs propriétés avant implantation ou encore vérification élémentaire de la période d'échantillonnage lorsque la réalisation est numérique.

Une grande partie des candidats ne connaît pas la fonction retard et, quand une aide est apportée pour l'identification d'un premier ordre retardé, tous ou presque oublient de prendre en compte ce retard dans l'estimation de la constante de temps du premier ordre.

Lors des activités d'identification le choix des grandeurs (tensions ou courants) à utiliser doit être analysé au regard des paramètres à identifier, des mesures disponibles et des points de mesures accessibles des capteurs présents. Lorsque les grandeurs nécessaires ne sont pas directement disponibles par la mesure, **les candidats doivent se poser la question de leur reconstitution par les grandeurs mesurées.**

Modélisation

La modélisation est un besoin fort en sciences industrielles de l'ingénieur, aussi le jury rappelle la nécessité de justifier ou proposer un modèle de connaissance dynamique. Une phrase du type « j'applique le PFD... » n'est pas une réponse pertinente, une épreuve orale exige la même rigueur scientifique qu'une épreuve écrite :

- le jury attire l'attention sur la nécessité de préciser le système isolé, le bilan exhaustif des actions mécaniques extérieures, le théorème utilisé (TRD, TMD ou TEC), la direction éventuelle de projection, le point de réduction pour le théorème du moment, les hypothèses de modélisation, etc. Retrouver des relations par analyse dimensionnelle sans être capable de les justifier avec les différents théorèmes vus en cours n'est pas acceptable ;
- l'utilisation du théorème de l'énergie cinétique (TEC) pour l'établissement des lois de comportement dynamique n'est pas assez maîtrisée. La présence d'une inertie équivalente dans une loi d'évolution impose l'utilisation du TEC ce qui ne semble pas acquis par tous les candidats ;
- la notion de quantités équivalentes rapportées à l'axe d'un actionneur est mal connue (inertie/masse équivalente, couple/force équivalent(e), coefficient de frottement équivalent). Leur utilisation est pourtant indispensable pour construire le modèle de comportement utilisé pour la conception et la mise au point de la commande asservie d'un système ;
- la notion de rendement ne semble pas bien maîtrisée. En particulier pour mettre en évidence les quantités équivalentes couple/force équivalent(e) l'appel à un bilan de puissance et au rendement d'une chaîne de transmission est un outil efficace. Pour beaucoup de candidats un rendement traduit seulement un rapport entre une grandeur d'entrée et une grandeur de sortie (pas nécessairement homogènes) sans se poser de questions sur le lien entre rendement et puissance (en particulier estimer un rendement lors d'une phase transitoire n'a aucun sens, ce que semblent découvrir de nombreux candidats).

Le développement de modèles pertinents passe souvent par une modélisation rigoureuse des liaisons mécaniques : une analyse précise par observation des surfaces en contact ou des mouvements élémentaires est alors requise. Le jury regrette que cette analyse rigoureuse soit souvent remplacée par un raisonnement intuitif. De plus, certains candidats cherchent à dessiner immédiatement le schéma sans avoir au préalable mené une réflexion les conduisant par exemple à un graphe de liaisons. L'activité de travaux pratiques donne la possibilité, **par une observation et des manipulations du système** présent sur le poste de travail, de faire des **propositions** de modèles cohérents vis-à-vis des surfaces observées. Les formules de mobilité sont bien connues, mais sont généralement appliquées avec peu de recul, sur des modèles parfois équivalents cinématiquement au modèle attendu. Par ailleurs, les connaissances et savoir-faire élémentaires concernant la géométrie et la cinématique des solutions classiques de transmission mécanique sont rarement maîtrisés. Une partie des candidats éprouve des difficultés à proposer un schéma cinématique d'un système de transformation de mouvement, même en modélisation plane. L'oubli de certaines classes d'équivalence ou de certaines liaisons peut être également noté.

L'identification de modèles comportementaux pose des problèmes à un certain nombre de candidats lorsque le type de modèle (2^e ordre ou 1^{er} ordre sous forme canonique) ou la démarche ne sont pas explicitement donnés. La reconnaissance d'un tel type de modèle ou le protocole d'identification expérimentale doivent être maîtrisés.

Pour l'identification des constantes de temps d'une fonction du premier ordre, il est utilisé quasi systématiquement le temps de réponse à 5 %. Cette approche conduit à une sensibilité trop importante de l'estimation de ce temps de réponse vis-à-vis des incertitudes de mesure. L'utilisation de la valeur à 63 % de la variation de la grandeur considérée est, d'une part plus facile à mettre en œuvre, et d'autre part est moins sensible aux erreurs de mesure. Une autre solution est l'appel à la tangente à l'origine, plus rapide

à mettre en œuvre et qui peut donner une estimation avec une marge d'erreur acceptable dans la plupart des cas d'étude.

Lors de l'identification de paramètres électriques mettant en jeu des grandeurs mesurées sinusoïdales, le jury a noté que certains candidats restent bloqués sans penser à utiliser les valeurs des amplitudes de ces grandeurs

Aspects expérimentaux

Le jury a constaté une moindre autonomie à l'occasion de cette session d'oral et une plus grande difficulté dans la prise en main des supports objet de l'étude. Cependant, les acquis fondamentaux sont effectifs, les difficultés observées sont peut-être les suites des contextes de confinement et donc seulement conjoncturelles.

Les protocoles de mesure proposés ne sont pas toujours bien suivis. Cela conduit à des suites d'échantillons de mesure ne caractérisant pas le modèle recherché, des valeurs erronées, etc. Ainsi, lorsque des interfaces de mesure sont fournies les candidats ne sont que rarement sensibles aux paramètres d'acquisition comme la période d'échantillonnage ou les étendues de mesure par exemple. **Avant toute mesure, le jury conseille aux candidats de bien lire les conseils donnés et lorsqu'un protocole est proposé de le suivre avec rigueur.**

Quelques candidats montrent des inquiétudes à l'occasion de la réalisation de protocoles expérimentaux par crainte de mauvaise utilisation du matériel mis à disposition. Le jury encourage les candidats à s'engager dans les aspects expérimentaux sans crainte quant à une mauvaise mise en œuvre.

Utilisation de l'outil informatique

L'optimisation numérique est devenue un outil de base pour l'ingénieur et le jury constate que le niveau des candidats augmente sur les méthodes associées. Dans le cadre de l'épreuve :

- lorsque l'optimisation d'un critère est nécessaire, le problème posé n'est pas de développer la procédure d'optimisation mais de mettre en place la modélisation et la démarche nécessaires pour poser le critère à optimiser. L'optimisation est résolue ensuite au moyen d'une fonction fournie ou disponible dans une bibliothèque ;
- dans une phase d'optimisation, il s'agit d'analyser :
 - comment la formulation du problème d'optimisation modifie le niveau de performance de la solution obtenue ;
 - l'influence du choix des paramètres d'optimisation sur le niveau de performance obtenu.

Les environnements de programmation classiques pour Python sont connus des candidats, et leur capacité à traduire un algorithme simple sous la forme d'un programme informatique est en progrès. Les difficultés de ceux n'arrivant pas à produire une procédure fonctionnelle sont dues à l'absence de maîtrise des bases de la programmation (manipulation de listes, etc.) et à une démarche non structurée dans l'écriture du programme.

Synthèse globale

Les attendus de la synthèse globale de fin d'épreuve et le principe d'une présentation en temps limité sont bien intégrés. Le jury en conclut avec satisfaction que la majorité des candidats a lu les rapports des années précédentes et s'est appropriée l'organisation de l'épreuve de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur.

Cependant une partie des candidats hésite sur les attendus de la synthèse globale mais ce constat est à nuancer car peut-être également dû aux suites des contextes de confinement. Lors des présentations

effectuées, certains candidats ont tendance à rentrer dans des détails inutiles. En plus de déborder du temps imparti, un niveau de détails trop important conduit souvent à un exposé confus, mal structuré et montre un manque de recul sur le lien entre la problématique et les activités proposées. De même, une présentation trop générale, indépendante du support étudié, sans lien précis ni quantification avec la problématique abordée n'est pas bien considérée. Le fil conducteur de la présentation doit être organisé autour de trois mots clés : **problématique, démarche, conclusion... contextualisés sur le support de l'étude**. Cette activité **demande un réel entraînement**. Le jury conseille :

- de s'entraîner à ce type d'activité avec une structure de présentation articulée autour des trois points
 - **mise en évidence de la problématique étudiée** ;
 - présentation des points clés de la **démarche** amenant aux solutions élaborées en s'appuyant sur les résultats quantifiés ayant permis de conduire la réflexion. En particulier, l'utilisation conjointe et complémentaire de la modélisation et de l'expérimentation dans le but de répondre à un objectif sont à mettre en avant ;
 - et **conclusion argumentée** au regard de résultats quantifiés et de la problématique initiale ;
 - **en veillant à une présentation en temps limité (3 minutes)** ;
- d'exposer cette dernière phase d'évaluation en s'appuyant sur des résultats graphiques et numériques ;
- de travailler le choix du vocabulaire technologique qui doit être mieux maîtrisé, le jury constate que cet aspect est en recul par rapport aux années précédentes ;
- de ne pas présenter en détails la chaîne fonctionnelle étudiée.

Il est indispensable que les présentations soient fondées sur le support étudié, les modèles développés ou étudiés, les mesures et analyses réalisées en rappelant systématiquement les principaux résultats obtenus.

Certains candidats ont tendance à enregistrer des captures d'écrans et se contentent de les conserver ouvertes. Ils pensent ainsi pouvoir accéder rapidement à ces captures lors des échanges avec l'examinateur. Or, en général, ils finissent par se perdre dans les multiples figures et sont conduits à faire défiler rapidement un grand nombre de résultats, rendant la présentation très difficile à suivre.

Les résultats présentés doivent être retenus en raison de leur pertinence **en nombre limité et quantifiés** compte tenu des exigences formulées par le cahier des charges. **Le jury n'attend, en aucun cas, un compte rendu linéaire des activités abordées au cours de la séance.**

Conclusion

Pour la session 2023, les objectifs généraux et l'organisation de l'épreuve orale de sciences industrielles de l'ingénieur seront dans la continuité de ceux de la session 2022. La partie en autonomie encadrée prévue sur une durée d'une heure environ et la synthèse globale en temps limité, effectuée devant un examinateur n'ayant pas suivi le candidat lors des quatre heures de l'épreuve, seront conservées.

Un sujet type sera publié au cours du mois de novembre 2022 sur le site du concours CentraleSupélec.

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

- une démarche de mise en œuvre des fonctions d'un système industriel pluri-technologique ;
- une méthodologie de résolution de problèmes permettant d'aborder et d'appréhender les activités d'évaluation proposées par le jury dans l'esprit des sciences industrielles de l'ingénieur ;
- une maîtrise suffisante des principes d'utilisation d'outils de simulation numérique et d'analyse des résultats obtenus.

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

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 rectification 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

En langue obligatoire comme en langue facultative, les examinateurs commencent par présenter aux candidats deux articles de 450 à 550 mots ; les candidats ont alors seulement quelques instants pour en sélectionner un, il leur est donc conseillé de prendre connaissance du titre pour cerner rapidement le sujet avant de faire leur choix. Suivent 20 minutes de préparation pendant lesquelles il est attendu des candidats qu'ils préparent un résumé et un commentaire à partir de l'article choisi. L'interrogation dure également 20 minutes maximum ; lors d'une première phase de prise de parole en continu (10 minutes maximum), les candidats introduisent le contexte et le sujet global, puis présentent un compte-rendu synthétique suivi d'un commentaire de l'article et d'une conclusion.

Il ne faut pas se contenter de lire le titre et de reprendre la source et la date de publication dans l'introduction ; ces éléments peuvent certes être repris mais seulement s'ils semblent avoir un intérêt particulier (par exemple, une date de publication significative car une évolution importante a eu lieu depuis, ou la date anniversaire d'un événement). En outre, le contenu de l'article doit être systématiquement reformulé, la paraphrase ou pire, la lecture de passages du texte, étant fortement sanctionnées.

Cette première phase d'expression en continu est suivie d'un temps d'interaction au cours duquel les examinateurs formulent des questions en lien avec le sujet traité ou avec les idées présentées dans le commentaire, ces questions pouvant parfois ouvrir sur des débats plus généraux. Les candidats peuvent demander aux examinateurs de reformuler une question s'ils ne sont pas certains d'en avoir saisi la portée. Lors de ces deux phases, les examinateurs évaluent donc à la fois la capacité des candidats à comprendre un article donné, à structurer leur présentation (dans le résumé et le commentaire), mais aussi la pertinence des exemples sélectionnés dans le commentaire et leur degré de précision ainsi que l'aisance avec laquelle ils s'expriment en anglais.

Analyse globale des résultats

Il existe cette année encore une grande disparité dans la qualité des prestations des candidats : les notes attribuées s'échelonnent de 01 à 20/20. Trop de candidats (en langue facultative notamment) ne sont pas au fait des attentes de l'épreuve sur le plan méthodologique : le jury souhaite rappeler qu'une présentation se limitant à un simple résumé paraphrastique est toujours pénalisée. Les candidats qui obtiennent d'excellentes notes allient une compréhension fine des enjeux de l'article à un commentaire pertinent qui montre une connaissance précise de l'actualité et des questions de civilisation en lien avec le pays concerné. Il va sans dire qu'une langue riche (syntaxe claire, lexique varié, prononciation adaptée) permet un niveau de nuance et de précision de nature à mettre en valeur le fond.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury conseille aux candidats de choisir le document avec soin en fonction de son thème. De plus, les candidats préparent et passent dans la même salle : il est conseillé de se munir de bouchons d'oreilles, afin de ne pas être gêné par la prestation du candidat précédent. Il est possible de souligner, de surligner ou même d'écrire sur l'article sélectionné.

Sur la forme de la présentation

Il est préférable de relater les faits passés avec le prétérit et non au présent. À propos des temps et des marqueurs de durée, il faut veiller à ne pas utiliser *since* avec le présent.

Le commentaire ne saurait se limiter à la simple expression de l'opinion personnelle du candidat ; il est donc particulièrement maladroit de dire "*I will now present my point of view on this issue*" au moment où le jury attend l'énoncé d'une problématique pour le commentaire.

Si le jury attend une transition entre le résumé et le commentaire, les formules toutes faites et parfois maladroites (ex : •*I will now present my branching out*) sont à éviter ; il est normal de développer un certain nombre de réflexes linguistiques, mais il faut toutefois veiller à ce que ceux-ci soient adaptés et authentiques.

Il y a encore trop de redites dans le commentaire : une fois un point traité dans le résumé, il n'est nullement question de le reprendre dans le commentaire.

Le commentaire ne consiste pas en une simple liste d'arguments sans exemples ; c'est une démonstration qui doit être organisée de manière logique. Il est attendu des candidats qu'ils annoncent une problématique, véritable fil conducteur du raisonnement, suivie du plan de leur commentaire (alors que ce n'est pas le cas pour le résumé). Des exemples doivent également permettre d'étayer le commentaire, d'où la nécessité de se tenir informé de l'actualité tout au long de l'année de préparation.

Trop de candidats finissent leur prestation de manière abrupte, sans proposer de conclusion. Une conclusion a pour but de répondre à la problématique et d'ouvrir éventuellement le débat à d'autres questions connexes. Elle suppose de surcroît une intonation particulière qui indique à l'examineur/examinatrice que la présentation est terminée.

Sur le plan purement linguistique

Les rapports de jury des années précédentes ont déjà attiré l'attention des candidats sur un certain nombre d'erreurs à éviter.

Le jury tient à rappeler que le pronom relatif *who* ne s'utilise pas après un antécédent inanimé • *the company who*.

Attention aux maladresses de forme ou de registre : les candidats doivent cesser de dire •*the article talks about*, •*the article is extracted from*.

Attention aux pluriels erronés : •*childrens*, •*womans*.

Certains barbarismes sont à corriger à tout prix : •*a changement*, •*the informatic*, •*to conclue*, •*a society* (au lieu de *company*).

Il faut veiller à accorder les participes passés •*he has decide*.

Certains candidats demandent des termes qu'ils ne connaissent pas aux examinateurs : c'est à éviter (*a fortiori* lorsque la demande est faite en français). L'entraînement régulier en colle lors des deux ans de préparation doit permettre aux candidats de développer des stratégies de contournement sur le plan lexical et de s'exprimer de manière autonome.

Conclusion

L'oral de langue est une épreuve exigeante. Pour les futurs candidats, le jury rappelle que l'épreuve d'anglais demande une préparation au long cours : il s'agit de mettre à profit les deux ans qui précèdent l'épreuve orale pour se tenir au courant des grandes questions d'actualité qui se posent dans le monde anglo-saxon dans son ensemble et comprendre les liens qui les sous-tendent afin d'éviter autant que possible les contresens d'interprétation. La grande variété des thématiques abordées cette année encore exige en effet curiosité et ouverture d'esprit.

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, lexicque, 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”, “认识别的文化” 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'examinateur

Le jury conseille vivement aux candidats de tirer parti de l'échange avec l'examinateur 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'examinateur 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'examinateur 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.

Italien

Présentation de l'épreuve

Chaque candidat doit choisir entre deux textes parus au cours des six derniers mois dans la presse italienne. Cette année, les articles proposés ont été tirés de : *Il Corriere della Sera*, *Il Manifesto*, *La Repubblica*, *Il Secolo XIX*, *Ansa.it*, *Linkiesta*, *Il Fatto Quotidiano*. Les articles portaient sur des sujets liés à l'actualité nationale ou régionale, dans le domaine de la politique, de la société, mais aussi de la culture, de la littérature, de l'histoire, de la musique, tels que : le débat sur l'avortement, les manœuvres du gouvernement pour faire face à la crise économique, l'introduction d'un revenu universel ou de citoyenneté, la valorisation du patrimoine naturel et artistique, les propositions de lois sur l'euthanasie, la question environnementale, le nouveau film de Bellocchio sur Moro, l'héritage de la Résistance, le débat sur la migration, le respect des droits des minorités, les revendications du mouvement LGBTQ+, etc.

Chaque candidat dispose de vingt minutes environ pour préparer son exposé. Après ce temps de préparation, le passage devant l'examineur dure environ vingt minutes et se compose de deux parties :

- un compte rendu suivi d'un commentaire de l'article (10 minutes maximum) ;
- un échange avec l'examineur, qui prend comme point de départ l'exposé mais qui est également l'occasion pour aborder tout autre thème en rapport avec la civilisation de la langue choisie, que ce soit de l'actualité, de la culture, de l'histoire, etc. (10 minutes environ).

L'épreuve évalue le niveau de la compréhension écrite, de la compréhension orale, la qualité de l'expression orale en continu et en interaction du candidat, mais aussi sa capacité à organiser un discours et à participer à un échange portant sur un sujet lié à la civilisation italienne.

Analyse globale des résultats

Le jury a eu le plaisir d'entendre de bons, de très bons, voire d'excellents candidats. La plupart des candidats montrent une connaissance préalable des sujets sur lesquels porte le texte choisi. Globalement, les textes ont été très bien présentés et analysés.

Les notes les plus élevées ont été attribuées aux candidats qui ont fait preuve d'une maîtrise remarquable non seulement de la langue, mais aussi de l'actualité et de la civilisation italiennes. Certains candidats, tout en maîtrisant parfaitement la langue, n'ont pas su encadrer l'article choisi à l'intérieur d'une problématique ou, au cours de la deuxième partie de l'épreuve, ont montré des lacunes importantes, surtout dans le domaine de la littérature et de l'histoire.

D'autres candidats, au contraire, malgré des hésitations et des imprécisions dans l'expression orale, ont pu être évalués positivement grâce à leur capacité de synthèse, de compréhension des enjeux du texte, de structuration dans l'exposé oral, mais aussi à leur connaissance des sujets fondamentaux de la civilisation et de l'actualité italiennes.

Finalement, rares ont été les candidats qui ont montré des difficultés à la fois dans la compréhension de l'écrit, dans l'expression orale et dans l'échange, à cause soit d'un faible niveau linguistique, soit d'une connaissance insuffisante de la méthodologie.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le candidat doit d'abord saisir les informations principales contenues dans le texte choisi, mais aussi comprendre ses enjeux, identifier le registre et repérer le sous-texte éventuel. Pour cela, il est nécessaire

non seulement de maîtriser la langue, mais aussi d'avoir une connaissance de la méthode de la synthèse et d'être au courant des principaux sujets de l'actualité et de la culture italiennes.

À cet effet, le jury invite les futurs candidats à s'entraîner à l'exercice de l'exposé oral, à l'aide de schémas résumant des articles de journaux, mais aussi à travers l'exercice du commentaire. Il faut savoir situer l'article dans un contexte et dans une problématique générale, pour bien le déchiffrer, l'interpréter correctement et éviter tout contre-sens.

Il est fondamental de lire régulièrement la presse italienne, écouter des émissions radio, des podcast, regarder des films et des vidéos, mais aussi de réviser les événements qui ont marqué l'histoire du pays, ainsi que les auteurs incontournables de la littérature et les sujets principaux de la civilisation italienne. En d'autres termes, la connaissance de la langue ne suffit pas pour bien présenter un article : pour faire un commentaire, il faut également le situer dans un contexte et pour cela s'avère très utile d'avoir une connaissance adéquate de la civilisation italienne.

Deuxièmement, le jury attend du candidat qu'il soit capable de présenter et défendre ses idées, de s'ouvrir au dialogue et à l'échange avec l'examineur. Pour cela aussi, il s'agit de reconnaître l'importance de l'étude des piliers de la civilisation italienne et de se préparer en lisant régulièrement la presse, mais aussi des livres en lien avec la culture et l'histoire italienne. Il est regrettable de voir des candidats de langue maternelle italienne qui connaissent à peine le nom de Dante et qui ne savent pas situer *il Risorgimento*.

En ce qui concerne la grammaire et la syntaxe, certaines erreurs récurrentes pourraient facilement être évitées. Ainsi, le jury insiste cette année encore, sur le fait qu'en italien on ne met pas la préposition *di* devant le verbe à l'infinitif dans des expressions comme *è possibile andare*, *è difficile fare*, *è facile dire...*, *qualche* est invariable et toujours suivi du singulier, on dit *provare a* et *cercare di*. Il ne faut pas non plus confondre *si tratta di* avec *tratta di*, *scientifico* et *scienziato* ou encore *obiiettivo* en tant que nom et *oggettivo* en tant qu'adjectif.

Conclusion

Cette année encore, le jury constate que les résultats ont été globalement satisfaisants. Nous tenons à saluer le très bon niveau culturel de certains candidats. La plupart des candidats ont fait preuve d'une bonne connaissance de leur environnement social, économique, scientifique, politique et culturel et de leur capacité à s'exprimer en italien.

Russe

Présentation de l'épreuve

Les modalités de préparation de l'épreuve orale de russe n'ont pas changé depuis l'an dernier (durée de préparation de 20 minutes, passage devant l'examineur de 20 minutes). Il est toujours attendu du candidat un exposé construit (présentation de l'article, un compte rendu, puis un commentaire), qui vise à évaluer la capacité de prise de parole en continu. La deuxième partie de l'épreuve est un entretien, qui permet d'apprécier notamment la spontanéité, la fluidité et l'interaction.

Les articles de cette année ont été tirés des grands titres de la presse écrite (*Argumenty i fakty*, *RIA Novosti*, *Vedomosti*, *Kommersant*, *Nezavisimaya gazeta*) et de la presse en ligne (édition de rfi et bfm en russe, gazeta.ru).

Le choix des articles a été cette année plus problématique en raison du conflit russo-ukrainien, car il a été difficile, sinon impossible d'éviter toute référence à la guerre ou à ses conséquences qu'elles soient économiques, sociales ou politiques, et il fallait éviter de mettre les candidats dans une situation inconfortable, sachant que, comme toutes les années, près de 80 % d'entre eux sont russophones. Il fallait éviter également de prendre des articles trop anciens qui auraient pu être étudiés en cours.

Le choix a donc été un peu plus restreint pour se borner à des faits sociétaux ou civilisationnels généraux. Curieusement les sujets « écologiques » sur les incendies des forêts en Sibérie ou l'impact du réchauffement climatique sur les ressources aquatiques en Sibérie ont été délaissés et les articles les plus plébiscités par les candidats ont été : la fin de la participation de la Russie à la station spatiale internationale, la demande croissante de tourisme cosmique, le départ des restaurants Mac Donalds de Russie, la disparition du CocaCola des rayons des magasins, le boycott par l'Europe des musiciens et des sportifs russes.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, une vingtaine de candidats ont présenté le russe à l'oral du concours soit comme première langue, soit comme deuxième langue. Les candidats qui se sont présentés connaissaient tous les modalités de l'épreuve, s'y étaient généralement bien préparés et les prestations ont été dans l'ensemble plus qu'honorables. Certains candidats n'ont pu s'empêcher de vouloir à tout prix « ressortir » un commentaire plus ou moins général appris à l'avance (surtout sur les textes sur le cosmos), mais personne n'a été pénalisé du moment que le commentaire est bien amené, reste dans la thématique et permet de se mettre en confiance. Avec la plupart des candidats, il a été possible de mener une véritable conversation. Comme l'an dernier, le niveau du concours a été cette année très bon, et la plupart des candidats de LV1 et de LV2 (russophones ou francophones) savent s'exprimer en russe et peuvent soutenir un échange informel dans une langue généralement correcte.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

L'épreuve doit commencer par une présentation de l'article, continue par un compte rendu (avec une lecture d'une ou deux phrases qui peut illustrer une idée), puis un commentaire du texte et se termine par un échange de questions et réponses entre l'examineur et le candidat sur un thème lié à l'article.

Il s'agit d'une épreuve orale en russe, et le candidat doit s'exprimer et doit parler. Avec seulement 20 minutes de préparation, il ne peut pas être exigé une compréhension minutieuse et détaillée du document, mais une compréhension globale et un repérage des éléments et des thèmes les plus importants. Au cours de l'entretien, le candidat pourra éventuellement affiner des points passés sous silence pendant son compte rendu.

L'évaluation porte sur les critères suivants.

- La *recevabilité linguistique*, c'est-à-dire la prononciation, l'accent, la fluidité de la parole, l'aisance à s'exprimer, ainsi que la correction de la langue, le maniement des structures syntaxiques et des cas de déclinaison et des conjugaisons ; mais il ne faut pas que la correction de la langue à tout prix vienne freiner l'expression, il ne s'agit pas de s'arrêter après chaque mot en attendant l'approbation de l'examineur sur la forme de grammaire. Et le *lexique*, c'est-à-dire la richesse du lexique utilisé. Il ne faut pas se contenter du simple réemploi minimum du vocabulaire du texte, mais essayer d'utilisation pertinente d'un lexique riche, nuancé et varié. L'expression doit être fluide et aussi naturelle que possible, et les quelques erreurs peuvent être sans conséquences.
- *L'expression en continu*, c'est-à-dire le compte rendu, qui met en avant les éléments importants, qui hiérarchise si besoin les idées exposées ou les explicite, mais qui ne doit pas être une paraphrase ou une reprise mot à mot et systématique des phrases de l'article. Ainsi le compte rendu ne doit pas être la relecture plus ou moins aléatoire de certains passages du texte, ponctué par « le journaliste dit que... ». La citation est bien sûr toujours possible, mais le résumé doit être organisé de façon à bien dégager les éléments importants puis secondaires du texte, et faire ressortir un problème posé par le texte. Le commentaire ne doit pas être non plus le prétexte à « ressortir » un exposé tout fait, préparé d'avance sur un thème général ayant un rapport quelquefois vague ou un peu forcé avec la problématique posée.
- Enfin, la partie « échange » tient compte de l'initiative du candidat, de sa réactivité, de sa capacité à converser avec l'examineur. C'est ici que sont évaluées les réactions du candidat aux questions et aux interventions de l'examineur. Le candidat se doit de réagir comme au cours d'une conversation normale (en dépit du stress ou de l'émotion bien compréhensible de la situation d'examen), il ne doit pas se contenter de répondre oui ou non, et l'aptitude à rebondir sur le sujet, la capacité à nuancer ses affirmations, à prendre en compte un autre avis, à répondre du tac au tac a été notée positivement. Attention aussi à ne pas être trop bavard pendant la partie d'expression en continu et à laisser du temps pour la partie « entretien » qui est importante. Si les candidats russophones peuvent paraître a priori avantagés pour cette partie linguistique, les francophones sont loin d'avoir démerité et la notation en a bien sûr tenu compte.

Dans ce type d'épreuve, il est encore rappelé aux candidats qu'ils doivent privilégier la fluidité et la rapidité de l'élocution à la correction grammaticale absolue. Tous les candidats ont pu tirer parti du document, le rattacher à un thème plus global généralement étudié en classe. Rappelons qu'il ne faut pas hésiter à demander un mot pour débloquer une situation d'échange.

Conclusion

Le jury tient, encore une fois, à saluer la culture de certains candidats et l'implication de tous dans l'étude de la langue russe qui, nous n'en doutons pas, saura leur apporter un atout supplémentaire non négligeable dans leur projet professionnel.

Les candidats doivent continuer à lire la presse, à se tenir au courant de ce qui se passe en Russie, suivre évidemment l'actualité scientifique, mais ne doivent pas négliger les arts, la littérature, l'histoire et tout ce qui touche à la société et à la culture.