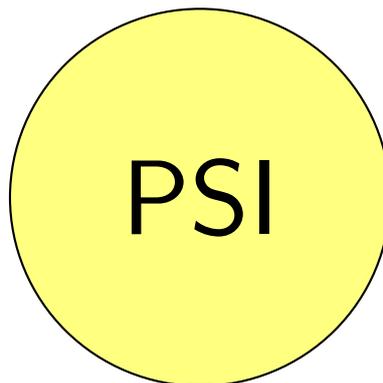


CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Rapport du jury



2021

Table des matières

Table des matières	i
Avant-propos	iii
Chiffres généraux	v
Épreuves d'admissibilité	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	11
Mathématiques 1	16
Mathématiques 2	18
Physique-chimie 1	22
Physique-chimie 2	27
Sciences industrielles de l'ingénieur	31
Informatique	36
Allemand	39
Anglais	42
Arabe	48
Chinois	51
Espagnol	53
Italien	56
Portugais	58
Épreuves d'admission	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	19
Physique-chimie	27
Travaux pratiques de physique-chimie	32
Sciences industrielles de l'ingénieur	41
Entretien scientifique (Arts et Métiers)	52

Allemand	64
Anglais	67
Chinois	70
Espagnol	72
Portugais	75
Épreuves d'admission à l'École navale	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	6
Physique	8
Sciences industrielles de l'ingénieur	10

Avant-propos

Après une session 2020 particulièrement perturbée par la pandémie de covid, la session 2021 s'est déroulée normalement dans le respect des contraintes liées à la crise sanitaire. Je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont participé au bon déroulement de cette session, en particulier le secrétariat du concours qui a été particulièrement réactif face aux situations nouvelles créées par le contexte sanitaire, les surveillants de salle qui ont appliqué à la lettre les consignes très strictes qui étaient nécessaires pour éviter des contaminations, les examinateurs qui ont dû respecter des gestes barrière inhabituels lors des interrogations et surtout les étudiants qui ont vécu deux années de CPGE très délicates. Si toutes ces personnes méritent nos remerciements et notre gratitude, je tiens à féliciter les étudiants pour leur comportement exemplaire face à la difficulté, car les épreuves du concours Centrale-Supélec 2021 ne permettent pas de déceler que leur formation est moins bonne que celle de leurs prédécesseurs. Et, il faut bien le reconnaître, c'est un peu une surprise, fort agréable au demeurant. Que leurs professeurs reçoivent toute notre reconnaissance pour avoir réussi à préparer leurs étudiants de manière remarquable malgré la crise sanitaire.

Au cours de cette session 2021, nous avons constaté avec une grande satisfaction, que très peu de coquilles figuraient dans les sujets d'admissibilité. Que les superviseurs des épreuves soient remerciés pour leur attention particulière.

Il est important aussi de signaler que peu d'incidents sont venus perturber le déroulement de cette session 2021, ce qui est remarquable avec plus de 14 000 candidats, près de 100 sites, plus de 110 000 copies.

Pour les corrections des épreuves d'admissibilité, le concours Centrale-Supélec a décidé pour cette session et les suivantes de sanctionner les copies mal présentées. En effet, de manière récurrente et de plus en plus soutenue, les correcteurs signalaient que la présentation des copies laissait souvent à désirer. Les remarques formulées dans les rapports de jury ont été sans effet pour un certain nombre d'étudiants. Cette situation ne pouvait perdurer. Certains groupes de correcteurs sanctionnaient de telles copies, d'autres non, sans que cette initiative s'insère dans une politique générale du concours. Nous avons donc défini une position commune à appliquer dans tous les groupes de correcteurs (voir infra). Le bilan de cette nouvelle procédure concerne 79 754 copies scientifiques et 13 496 candidats qui ont rendu au moins une copie scientifique. Le malus a été appliqué à 8 % des copies, mais il concerne près d'un tiers des candidats (31,5 %). La majorité de ces candidats (67,8 %) n'a reçu de malus que pour une seule copie, mais 12 candidats ont vu toutes leurs copies malussées ! Nous avons cette année 3 niveaux de malus correspondant à 1/30, 1/15 et 1/10 de la note brute. Une forte disparité apparaît entre l'option informatique où près d'une copie sur deux a écopé d'un malus et la chimie pour laquelle une seule copie a été malussée. L'informatique apparaît comme la matière la plus malmenée par les candidats, 4 compositions d'informatique figurent parmi les 6 compositions (option informatique, informatique MP, informatique PSI, informatique PC, mathématiques 2 TSI et mathématiques 2 PSI) qui dépassent 10 % de copies malussées.

L'impact du malus sur la note finale et le spectre des copies concernées sont les suivants :

- plus de la moitié des copies malussées a perdu au final 0,2 ou 0,3 point sur 20. Deux copies ont perdu 1,4 points ;
- pour 172 copies, le malus n'a pas eu d'impact sur la note finale ; il s'agit de 165 copies faibles (note < 6,5) pour lesquelles le malus a été annulé par les arrondis de pondération, mais également de 8 très bonnes copies dont le malus a été perdu dans la saturation à 20 ;
- la répartition des copies malussées couvre tout l'éventail des notes avec une répartition qui se rapproche de la répartition générale.

Pour conclure, compte tenu du contexte, nous pouvons être satisfaits de la session 2021. J'espère sincèrement que l'année scolaire 2021-2022 se déroulera dans d'excellentes conditions pour les étudiants, leurs professeurs et le secrétariat du concours.

Norbert Perrot
Président du jury

Prise en compte de la présentation des copies

Plusieurs possibilités pouvaient être envisagées afin de prendre en compte la présentation dans la note finale :

- prévoir dans le barème des points dédiés à la présentation ;
- valoriser par un bonus les copies très bien présentées ;
- pénaliser les copies mal présentées par un malus.

La première possibilité déconnecte le fond de la forme et pourrait conduire certains candidats à obtenir des points de présentation pour une copie scientifiquement vide. Elle n'a donc pas été retenue. L'utilisation d'un bonus sous-entend qu'une copie mal présentée est acceptable. Or le concours souhaite qu'une présentation correcte soit la norme. Nous avons donc retenu l'utilisation d'un malus, limité à 10 % de la note de fond, appliqué en s'appuyant sur les critères et indicateurs suivants :

Critères	Indicateurs
Lisibilité de l'écriture	L'écriture ne ralentit pas la lecture.
Respect de la langue	La copie ne comporte pas de fautes d'orthographe ni de grammaire.
Clarté de l'expression	La pensée du candidat est compréhensible à la première lecture.
Propreté de la copie	La copie ne comporte que peu de ratures, réalisées avec soin et les parties qui ne doivent pas être prises en compte par le correcteur sont clairement et proprement barrées.
Identification des questions	Les différentes parties du sujet sont bien identifiées et les réponses sont numérotées avec le numéro de la question.
Mise en évidence des résultats	Les résultats littéraux et numériques sont clairement mis en évidence.

La copie est évaluée au fond en faisant abstraction, dans la mesure du possible, de sa présentation. Si, arrivé à la fin de la copie, le correcteur estime qu'il a passé plus de temps que nécessaire à l'évaluer ou s'il pense que la présentation de la copie laisse à désirer, il prend quelques instants afin d'objectiver sa perception à l'aide des critères listés précédemment. Pour cela, il évalue chacun des critères comme atteint ou non. Il est évident qu'une faute d'orthographe isolée ou la présence d'une rature ponctuelle ne sont pas à pénaliser et n'empêchent donc pas d'atteindre le critère correspondant. Une copie qui n'atteint pas tous les critères et ne respecte donc pas les normes de présentation attendues sera sanctionnée par un malus décliné en trois paliers. Pour cela, le correcteur compte le nombre de critères qui ne sont pas atteints et attribue le malus éventuel tel que précisé dans le tableau suivant.

Nombre de critères non atteints	Palier du malus	Effet sur la note
0	0	aucun
1 ou 2	1	-3,3 %
3 ou 4	2	-6,7 %
5 ou 6	3	-10 %

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

Chiffres généraux

Concours ouverts à tous

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
Centrale Casablanca	515	1200	76	—	—
Centrale Lille	2978	1202	846	677	2439,50
Centrale Lyon	3025	1317	619	579	2485,10
Centrale Marseille	2786	1090	977	883	2093,90
Centrale Nantes	3090	1310	597	590	2144,90
CentraleSupélec	2644	1330	581	327	2819,20
IOGS	1325	1078	556	528	1862,60
Arts et Métiers	3337	913	1603 ¹	1262	2029,00
ENSEA		675	2454 ¹	1937	1230,90
ESTP	1389	515	1191	879	675,00
École navale	572 ²	962	209	78	2322,16

Concours cycle international

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
Centrale Casablanca	75	990	18	—	—
Centrale Lille				—	—
Centrale Lyon				10	2203,20
Centrale Marseille				—	—
Centrale Nantes				14	1967,30
CentraleSupélec				7	2283,20
IOGS				15	1954,80

Concours réservés aux étrangers scolarisés en France

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
CentraleSupélec	127	1120	32	19	2389,60
IOGS	53	904	20	—	—

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

² Candidats autorisés à concourir.

Concours Centrale-Supélec 2021

Épreuves d'admissibilité

Filière PSI

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	11
Mathématiques 1	16
Mathématiques 2	18
Physique-chimie 1	22
Physique-chimie 2	27
Sciences industrielles de l'ingénieur	31
Informatique	36
Allemand	39
Anglais	42
Arabe	48
Chinois	51
Espagnol	53
Italien	56
Portugais	58

Résultats par épreuve

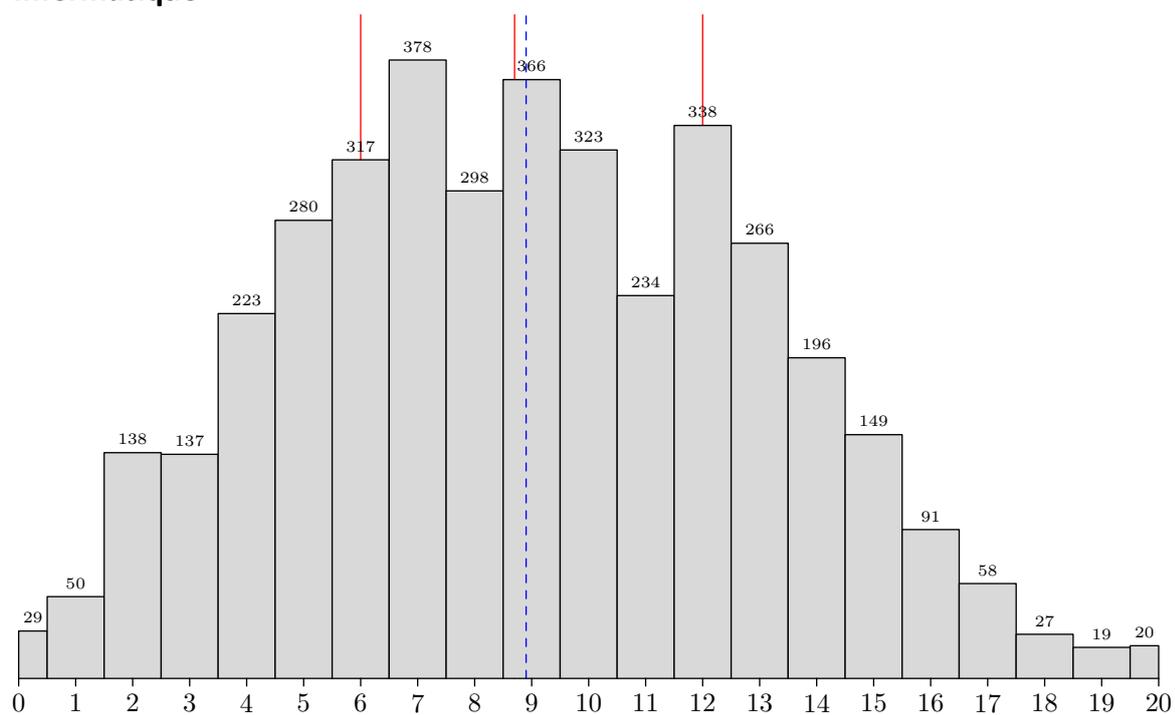
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

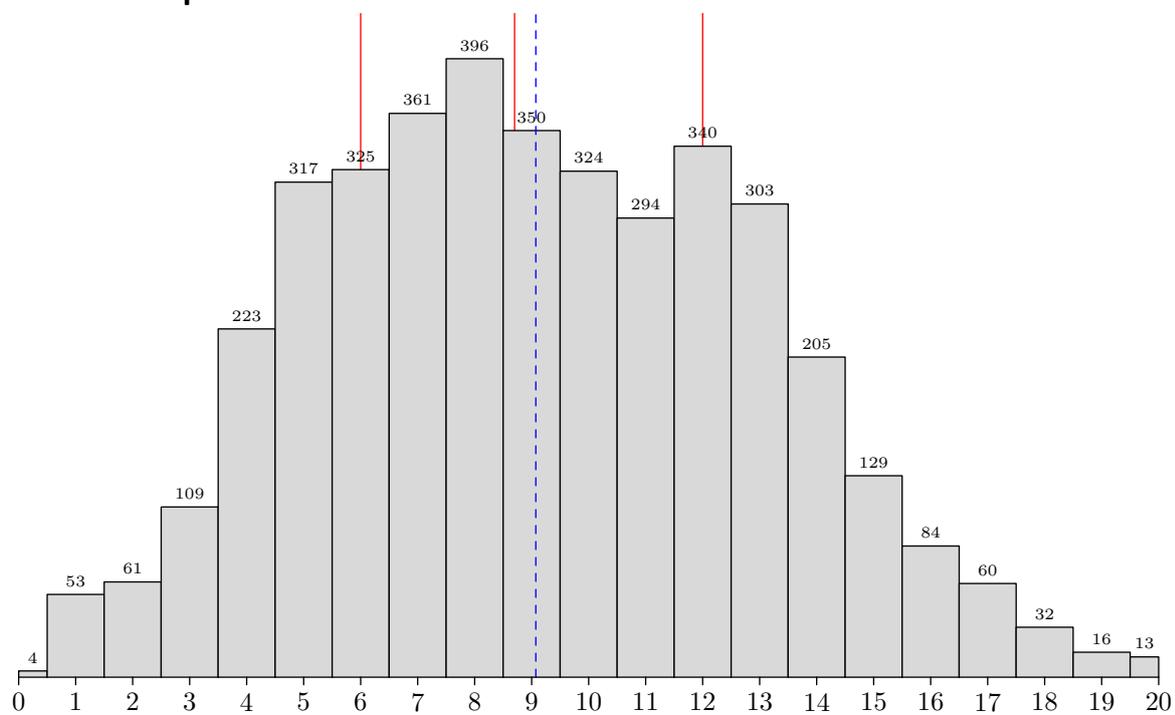
Épreuve	Inscrits	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
Informatique	4226	6,8%	3937	8,90	4,08	6,0	8,7	12,0	6,0
Mathématiques 1	4226	5,4%	3999	9,07	3,83	6,0	8,7	12,0	6,0
Mathématiques 2	4226	6,9%	3936	9,08	3,86	6,0	8,8	12,0	6,0
Physique-chimie 1	4226	6,0%	3972	8,93	3,94	6,0	8,7	12,0	6,0
Physique-chimie 2	4226	6,6%	3948	8,77	4,05	6,0	8,5	12,0	6,0
Rédaction	4226	5,6%	3988	9,43	3,95	6,5	9,2	12,5	6,0
S2I	4226	6,1%	3967	8,90	4,04	6,0	8,3	12,0	6,0
Langue	4223	6,8%	3937	11,27	3,85	8,1	11,1	14,6	6,5
Allemand	78	2,6%	76	12,16	3,08	10,3	11,9	14,1	3,8
Anglais	3932	6,4%	3679	11,10	3,81	8,1	11,1	14,1	6,0
Arabe	126	19,8%	101	15,18	3,28	13,5	15,2	17,8	4,3
Chinois	11	9,1%	10	17,67	1,86	16,2	17,8	18,9	2,7
Espagnol	58	6,9%	54	11,72	3,75	8,7	10,8	13,6	4,9
Italien	11	9,1%	10	15,54	3,25	12,6	14,3	19,2	6,6
Russe	7	0,0%	7	16,01	0,97	15,1	16,8	16,8	1,7

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

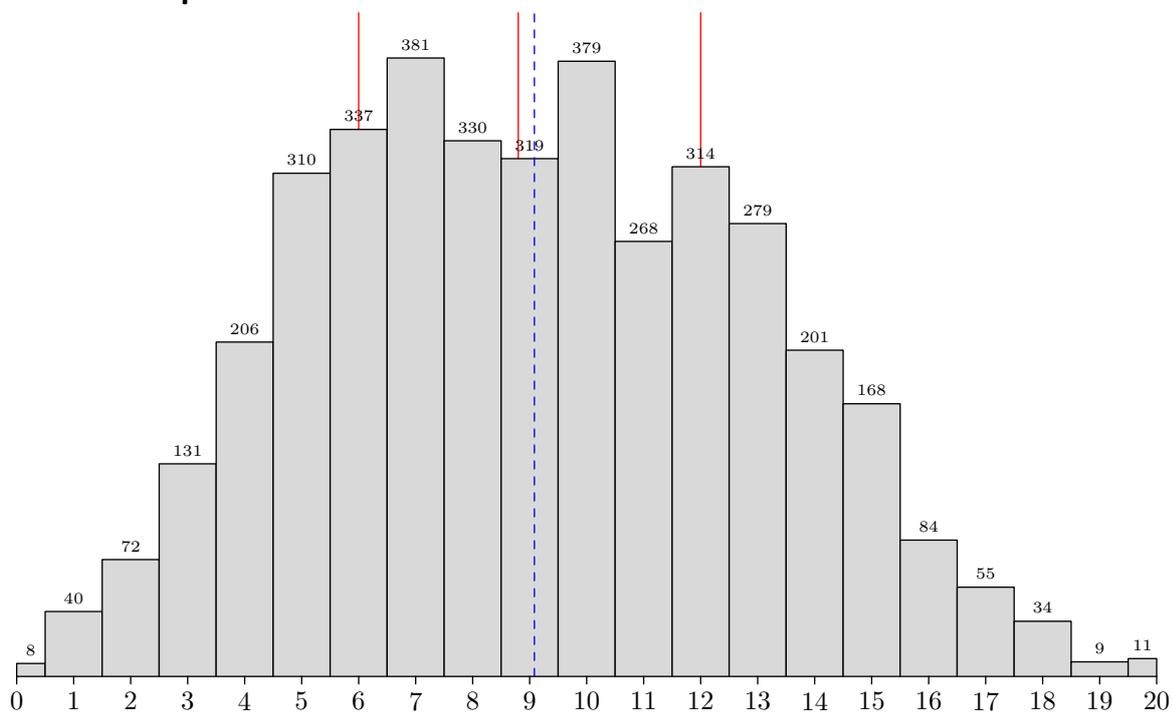
Informatique



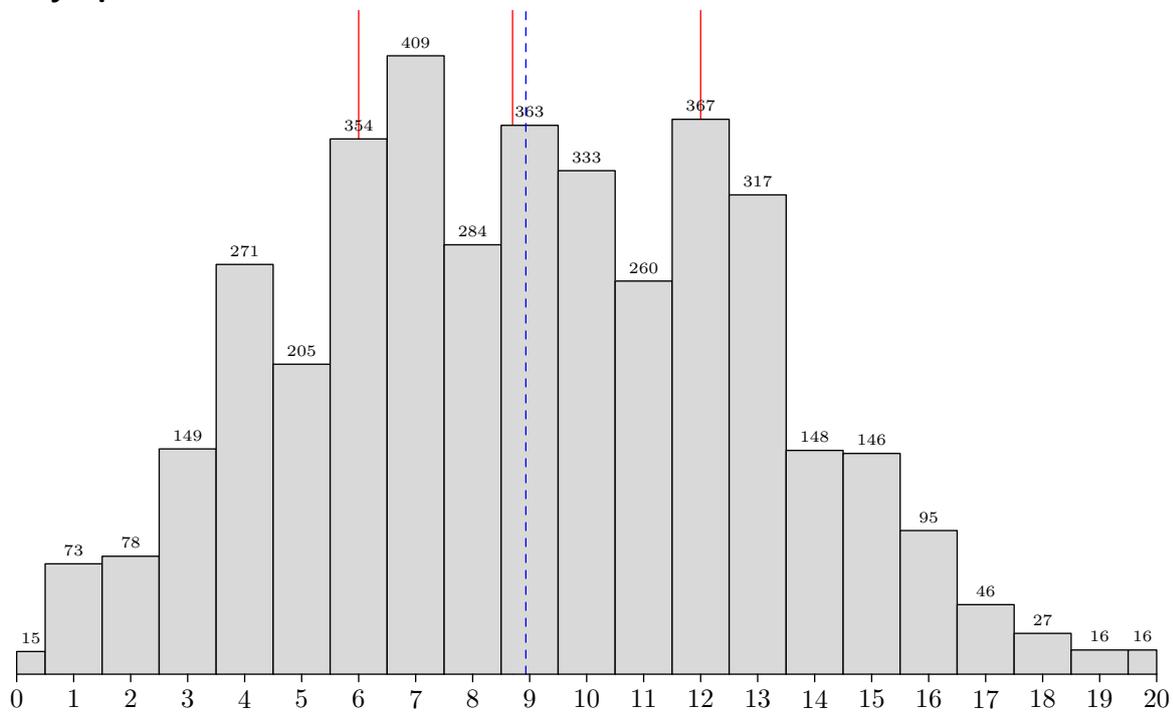
Mathématiques 1



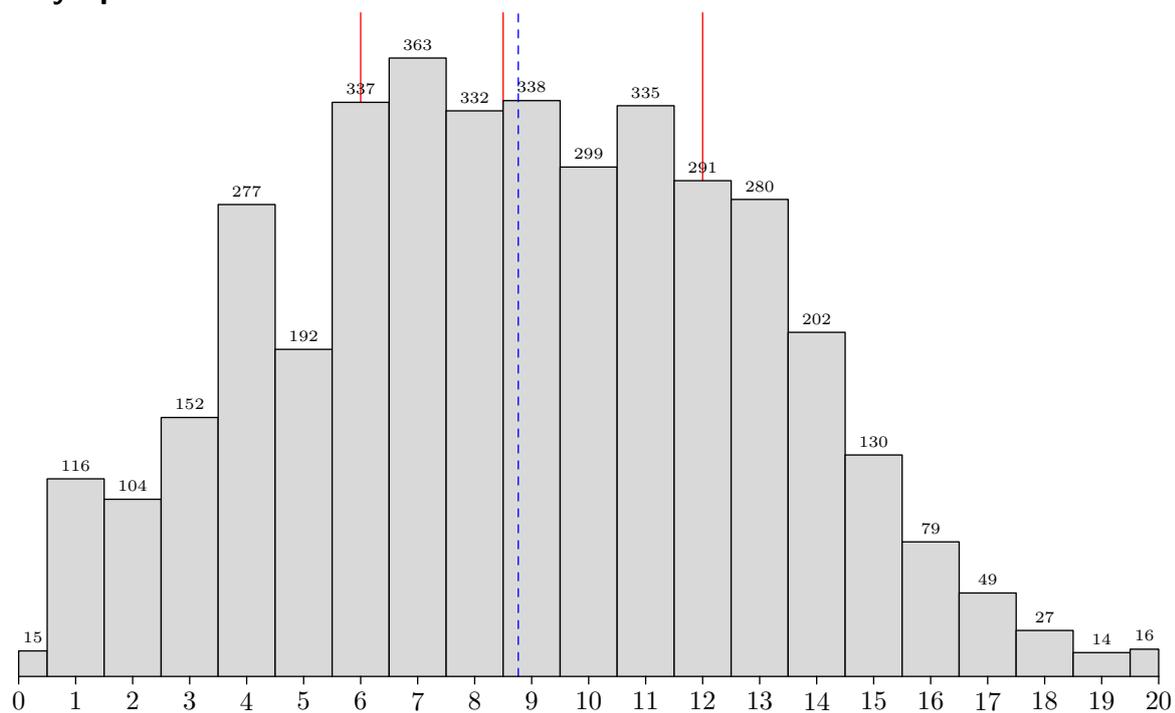
Mathématiques 2



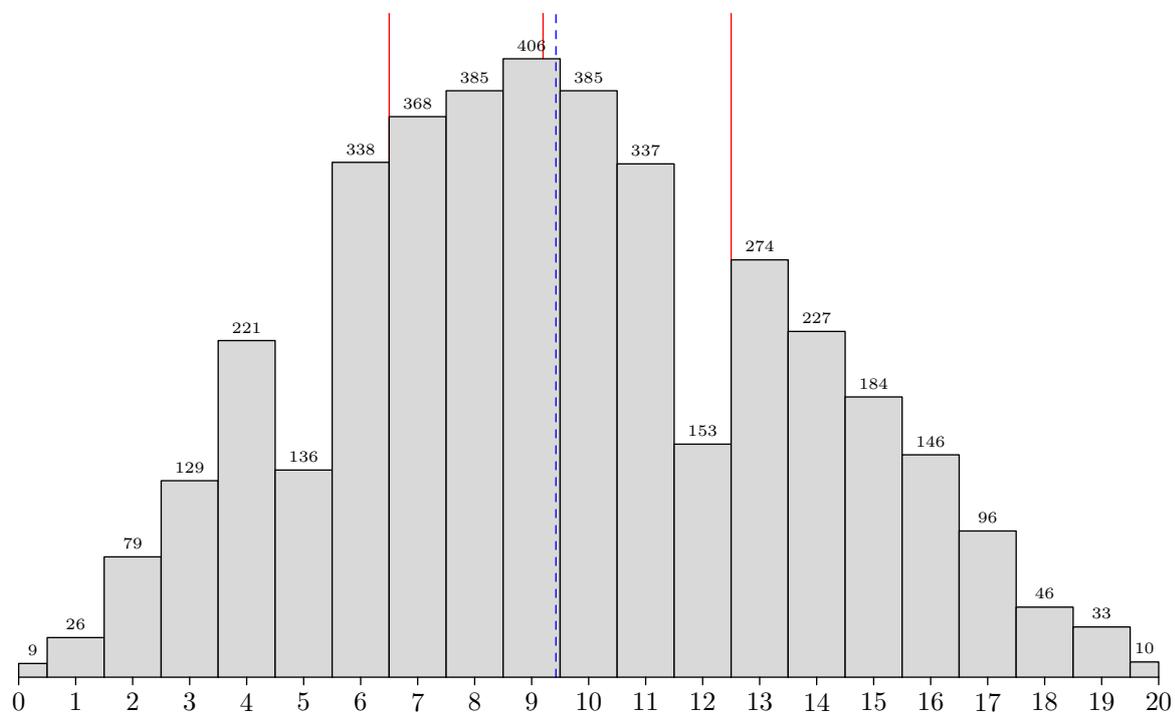
Physique-chimie 1



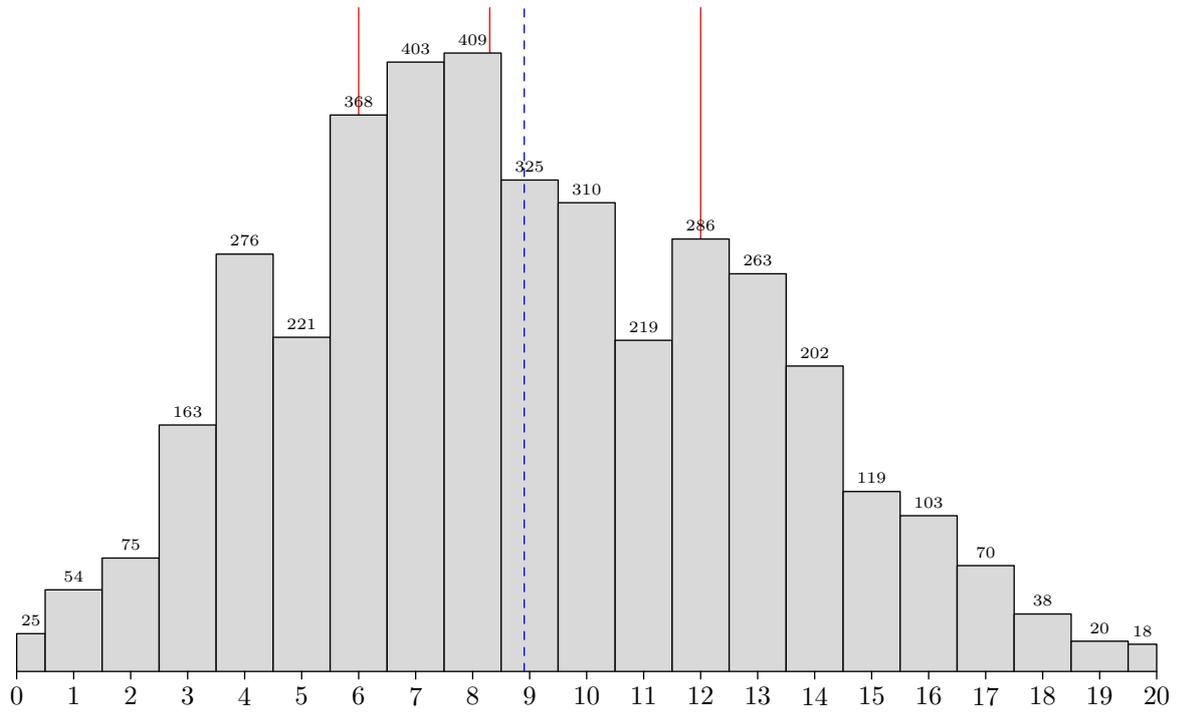
Physique-chimie 2



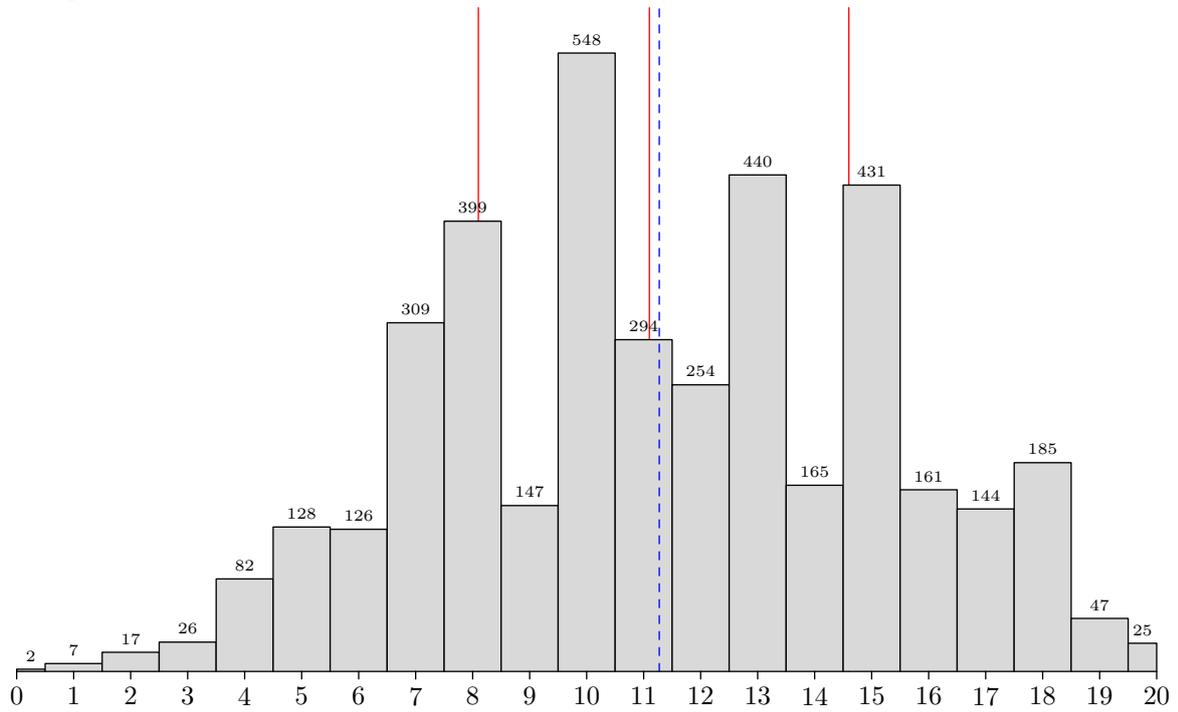
Rédaction



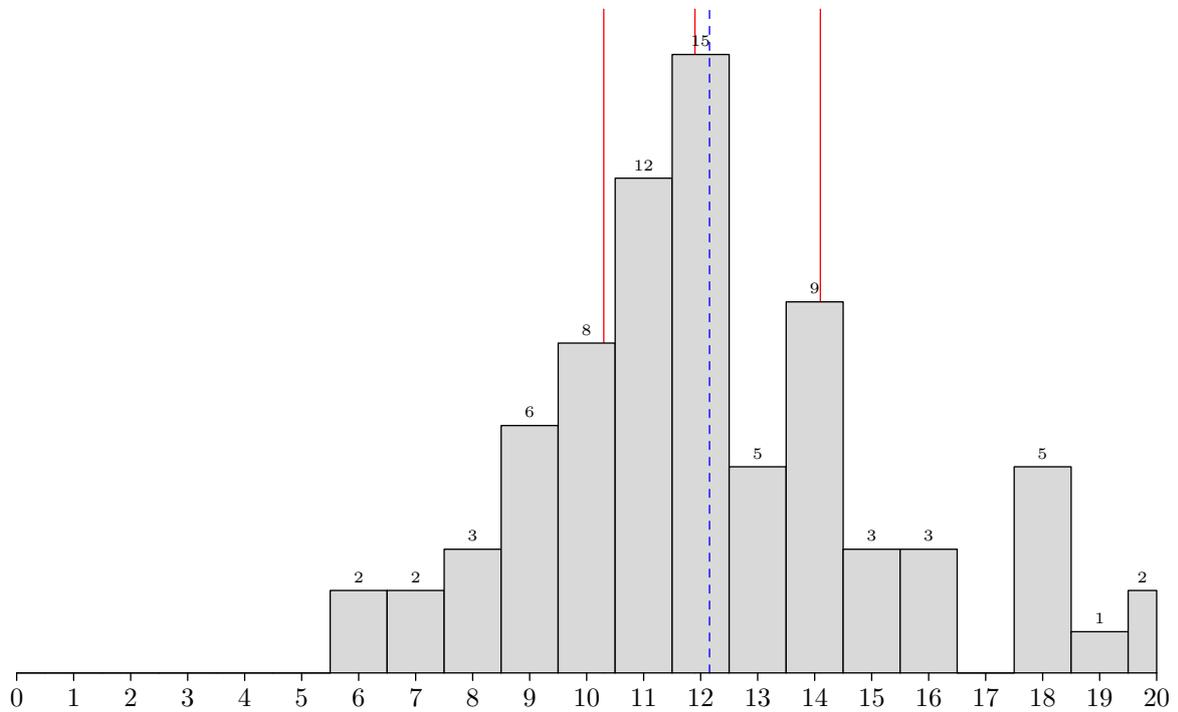
S2I



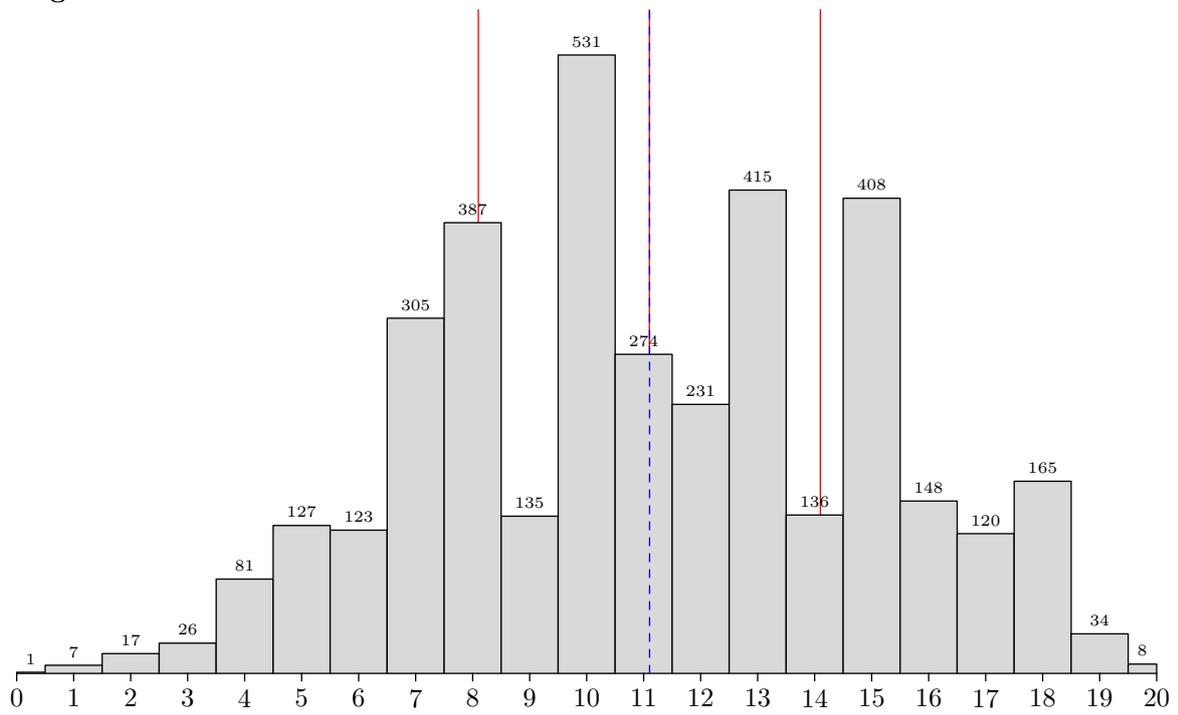
Langue



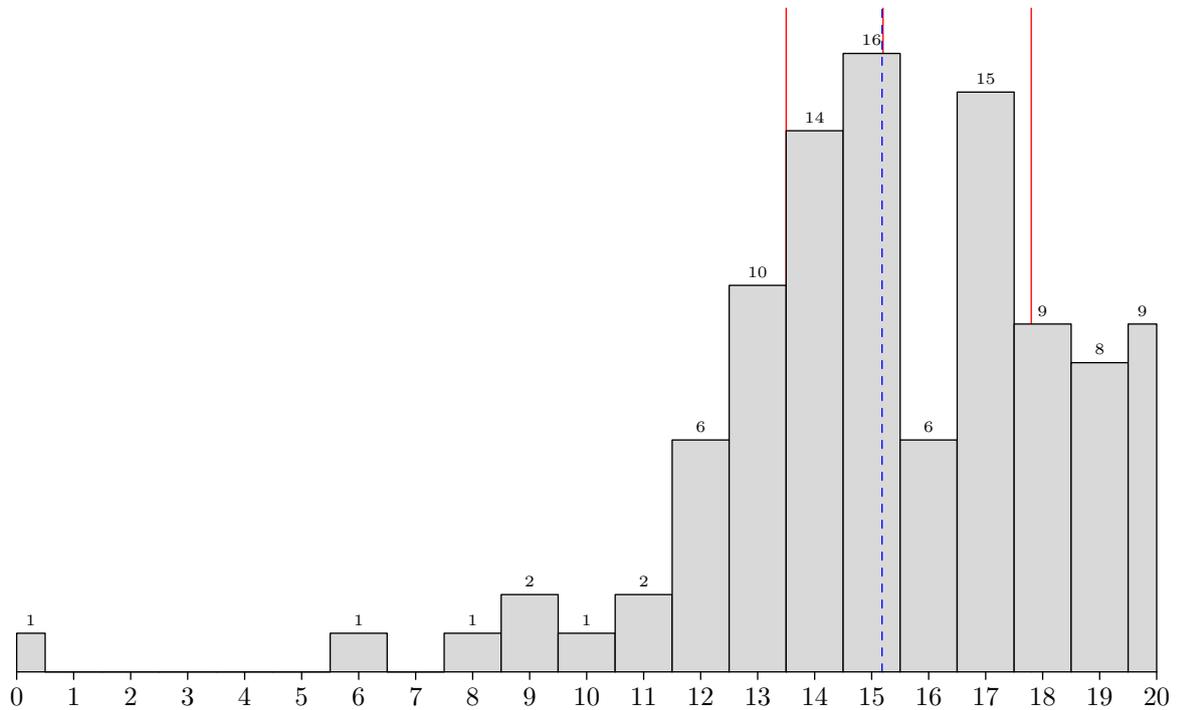
Allemand



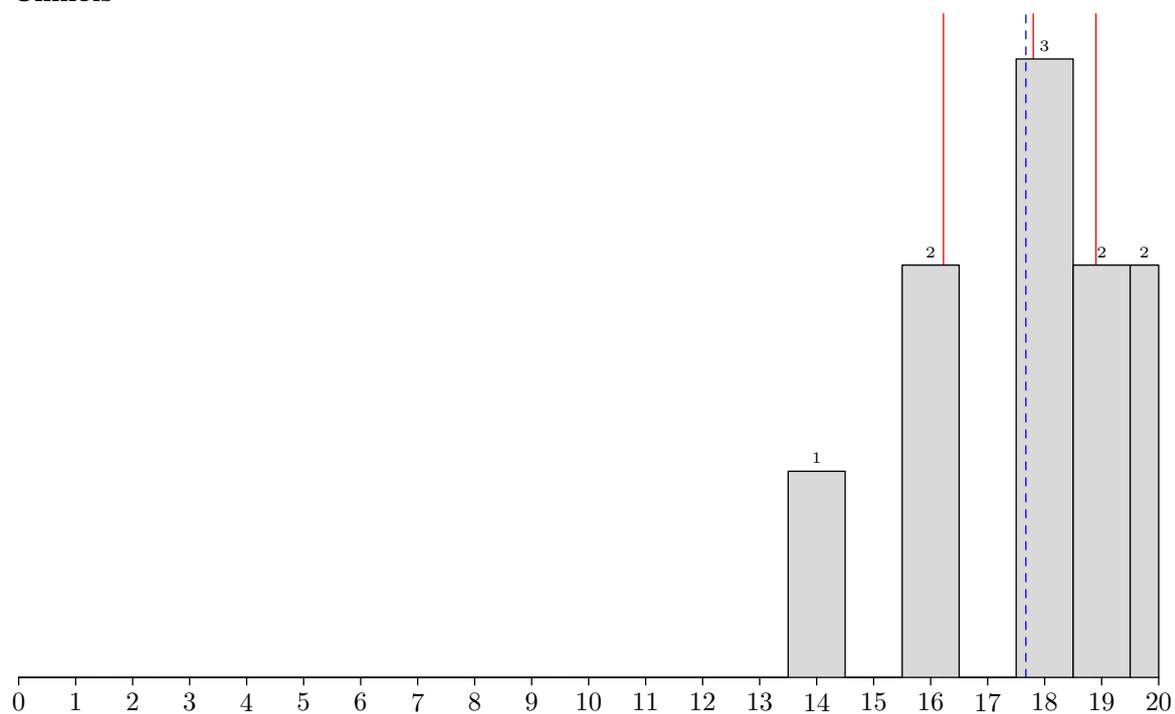
Anglais



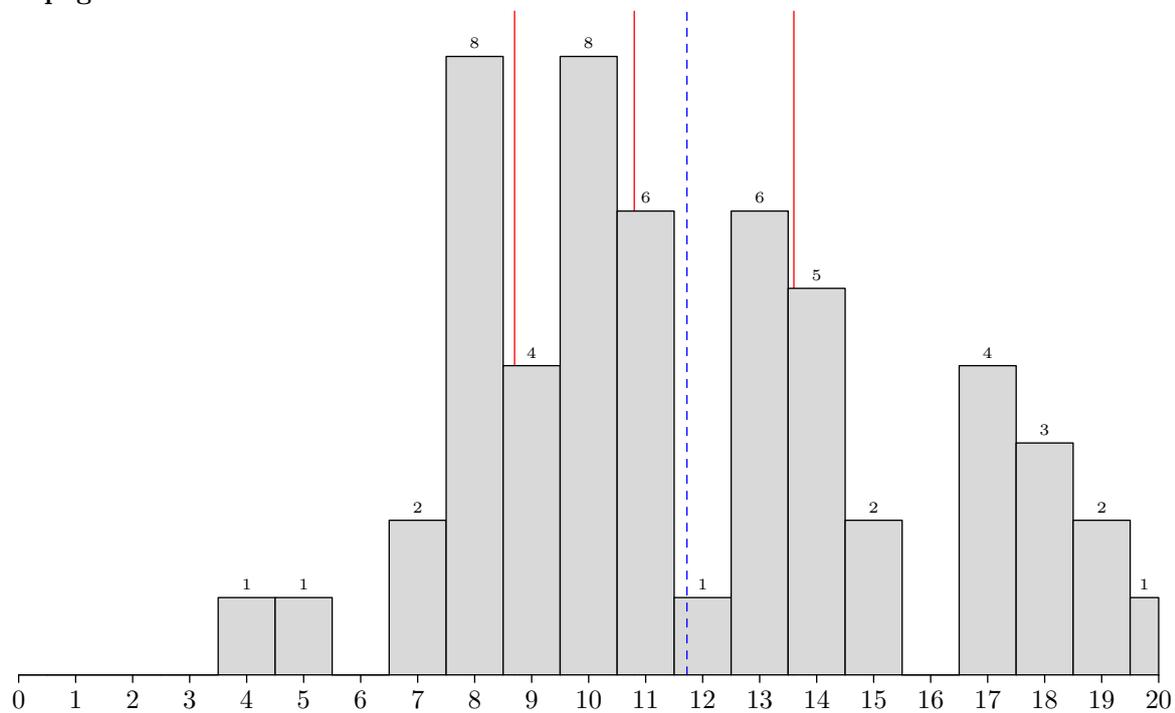
Arabe



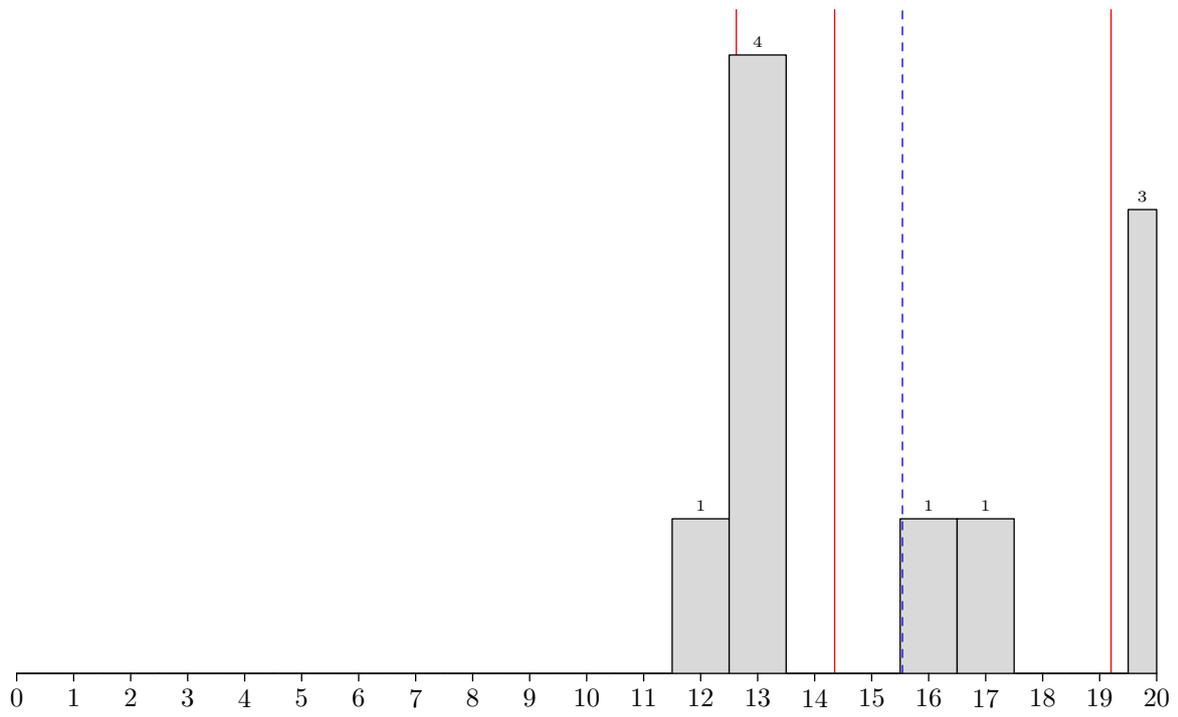
Chinois



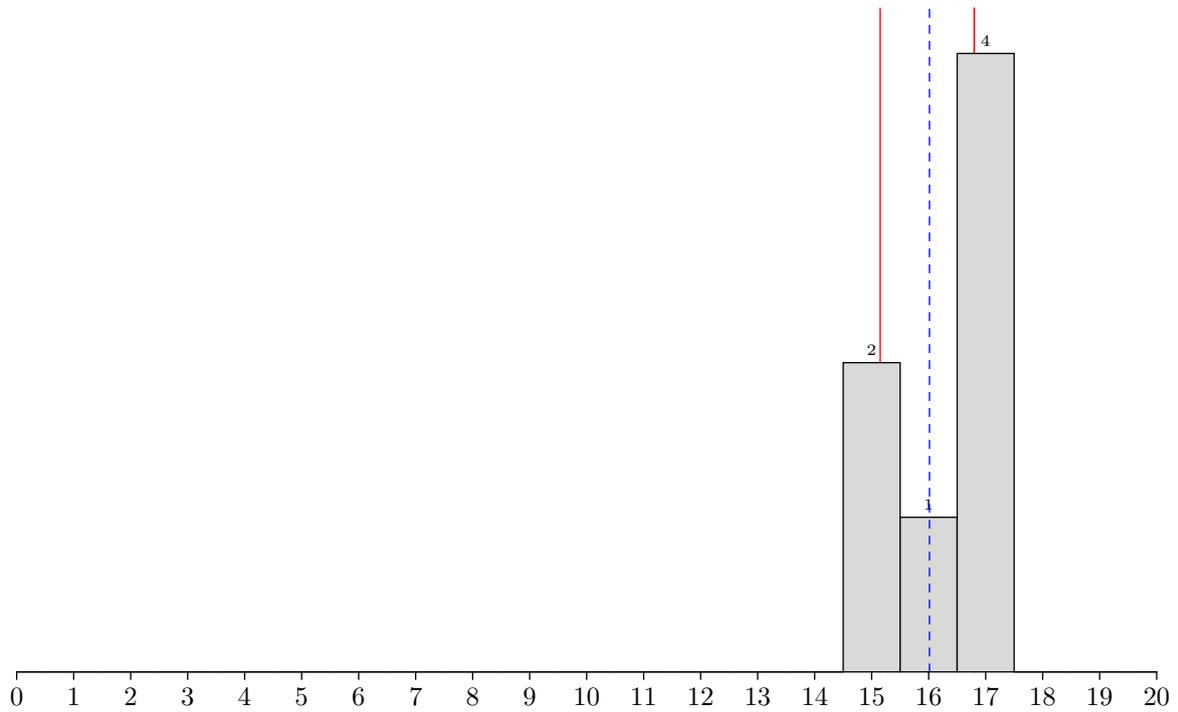
Espagnol



Italien



Russe



Rédaction

Présentation du sujet

Le sujet porte sur un passage du *Traité des solitudes*, de Nicolas Grimaldi (Paris, PUF, 2003). Comme d'habitude, les candidats devaient résumer le texte puis bâtir une dissertation sur un court extrait du troisième paragraphe : « Vivre, c'est s'excéder, se transfuser. C'est déborder de soi. » Cette citation reformule la thèse centrale de l'auteur, assurant la cohérence d'une épreuve qui veut toujours lier les deux exercices sur lesquels elle repose.

L'auteur montre que si la subjectivité crée l'illusion qu'on vit en soi et pour soi, la vie est en fait un élan universel qui traverse l'être et se diffuse à travers tous les autres, le liant à eux. La prise de conscience de cette participation n'intervient malheureusement qu'à l'approche de la mort.

Analyse globale des résultats

La compréhension du texte ne rencontrait pas de difficultés majeures mais, du fait de sa densité argumentative, il a rarement été résumé de façon exhaustive, objective et équilibrée. La restitution claire des idées les plus subtiles, notamment l'obstacle que peut constituer la représentation à la « communication de soi », demandait les efforts conjugués d'une lecture attentive et d'une expression maîtrisée. On pouvait ainsi mesurer la rigueur intellectuelle, qui oblige à définir et à comprendre de quoi on parle, et trouver des éléments d'évaluation pertinents.

La dissertation a pu embarrasser certains candidats, surpris de ne rencontrer ni dans la citation ni dans l'énoncé qui l'accompagnait la mention littérale du programme de l'année 2020-2021, « la force de vivre », qui orientait leur préparation. Pourtant, un tel sujet reste fidèle à notre souci constant d'inviter à une réflexion personnelle et de décourager toute tentation de réciter un cours. La force de vivre n'est pas un concept figé : c'est une notion qui aurait dû être envisagée dans sa très grande complexité. Les notions d'énergie expansive, d'élan, d'épanchement, d'infini de la vie, convoquées ici, lui font écho sans se confondre avec elle.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La copie, destinée au lecteur particulier qu'est le correcteur, ne doit plus être le lieu de l'élaboration de la pensée mais celui de sa mise en forme. Le résumé, surtout, devrait être entièrement rédigé au brouillon puis, le nombre de mots une fois vérifié, recopié ; dans la dissertation, c'est le brouillon, encore, non la copie, qui devrait accueillir l'élaboration de l'argumentation. Un devoir surchargé de ratures, d'ajouts griffonnés en marge ou dans les interlignes n'est donc guère recevable. Nous rappelons qu'une copie doit impérativement se plier aux codes en usage.

En somme, le candidat doit être son premier lecteur : s'il ne fait pas cet effort, comment peut-il l'exiger du correcteur ?

Résumé

Le résumé évalue les capacités de compréhension, d'appropriation, de restitution sous une forme objective, synthétique et claire d'un propos complexe. La qualité de synthèse s'apprécie d'abord dans le respect du nombre de mots imposé ; certains candidats semblent encore ignorer que le nombre de mots du résumé est systématiquement vérifié et que les décomptes frauduleux sont lourdement sanctionnés. La présence des barres de comptage est indispensable.

L'organisation du texte en paragraphes met en évidence les étapes de la pensée de l'auteur, de sa démonstration ; le résumé doit rendre compte de ce mouvement, là encore synthétiquement : c'est-à-dire qu'il ne doit jamais être ni monobloc ni éclaté en cinq, six paragraphes ou plus. On attendait ici trois paragraphes : le premier soutenait la thèse selon laquelle vivre est un débordement de soi ; le deuxième montrait qu'inversement se replier revient à dépérir ; le troisième expliquait comment l'image de soi donnée au monde nous en coupe tragiquement.

Les paragraphes doivent apparaître sans aucune ambiguïté sur la copie, à l'aide d'alinéas ou de sauts de lignes. Toutefois, ce découpage n'a pas de sens s'il n'est soutenu, de paragraphe en paragraphe et à l'intérieur de ceux-ci, par des articulations logiques explicites et appropriées. Il ne suffit donc pas de livrer des tronçons du texte original : il faut tisser un nouveau texte, qui permette, sans retour à la source, d'en saisir la pensée dans ses nuances.

Le texte de Nicolas Grimaldi est écrit dans une langue rigoureuse, qui ne laisse aucune place à la restitution approximative. La représentation, dont il est question au début et à la fin du texte, devait par exemple être l'objet d'un soin particulier, de même évidemment que les phrases qui servent de support au sujet de la dissertation, et qui répètent clairement la thèse à la fin du premier moment du texte. Mais c'est surtout le dernier moment qui a souffert du manque de temps, du manque de mots ou du manque de précision. La dimension tragique de la pensée de l'auteur n'a pas été assez clairement perçue. Quant à la révélation de la participation de l'être à la vie universelle, cette idée, qui pouvait pourtant offrir des issues intéressantes au travail de dissertation, a été le plus souvent ignorée.

Il convient de distinguer dans le texte entre exemples purement illustratifs, qui disparaissent du résumé, et exemples argumentatifs, qui sont conservés. Ici, les références aux Grecs, à Amiel étaient substantielles et contribuaient de manière décisive à la démonstration ; et Léopardi, à qui Grimaldi emprunte sa thèse, ne pouvait être ignoré.

Le texte produit doit être clair, intelligible, cohérent. Faute de reformulations limpides ou à cause de tentatives maladroites pour imiter le style de l'auteur, un trop grand nombre de devoirs propose une reproduction sibylline du propos. Il ne s'agit pas non plus de recourir à une synonymie mécanique, qui appauvrirait voire défigurerait le sens du texte initial ni surtout à la reprise littérale de fragments. Les meilleurs résumés savent à la fois réutiliser le lexique de départ et témoigner d'une expression personnelle. À cet égard, il convient de signaler de vraies réussites.

Les candidats, on le comprend, ne doivent pas céder à la tentation de faire court pour éviter le dépassement : un résumé de moins de 200 mots se condamne le plus souvent à de graves omissions.

Dissertation

La dissertation évalue la capacité de mener la discussion critique d'une thèse, en mesurant la validité à l'aune des textes au programme. En outre, la spécificité du concours Centrale-Supélec est de proposer dans l'épreuve de rédaction deux exercices liés l'un à l'autre, formant unité et système. Il convient donc de prendre appui sur le contexte du résumé et des idées soutenues par l'auteur et d'en tenir compte dans la dissertation. Trop régulièrement, les exercices paraissent découplés et étrangers l'un à l'autre, alors que le texte initial est une belle invitation à enrichir la réflexion suscitée par les trois œuvres du corpus, tout en prenant garde à ne pas substituer la thèse majeure du texte à celle propre du sujet.

Le rapport de la session 2018 revenait, étape par étape, sur la méthode de la dissertation ; nous invitons les candidats à se reporter à ce document. Nous le complétons ici par des observations tirées des copies de la session 2021.

S'il pouvait être légitime de mobiliser la notion de force de vivre au service de la réflexion, elle ne devait en aucun cas se substituer aux termes du sujet, qu'il s'agissait au contraire de définir précisément pour les faire jouer dans toutes leurs nuances au sein d'une discussion dynamique, c'est-à-dire capable de mettre en évidence le sens de la citation dans sa complexité, d'en signaler les limites et de proposer un dépassement

de celles-ci. Faute d'avoir tenu compte de cette exigence, des candidats ont contourné le sujet, lui ont substitué un propos beaucoup trop général sur « la force de vivre » (Pourquoi la perd-on ? Comment la retrouver ?) ou la relation à autrui, le sens de la vie, etc. Le jury est extrêmement sensible à la capacité d'affronter le sujet, au lieu de réciter un contenu artificiellement rattaché à la question posée.

Il convient alors de faire preuve de rigueur dans la saisie des termes de l'énoncé. Si certains candidats cherchent à expliquer les trois termes, à les traduire, à en offrir des équivalents solides qui permettent de soutenir une réflexion substantielle, beaucoup se contentent de synonymes approximatifs qui exposent la réflexion à tous les glissements. Ainsi, nombre de candidats n'accordent pas assez d'importance à l'expansion de soi et à la transitivité des relations : ils privilégient le rôle de la collectivité, la nécessité du partage voire l'altruisme ou l'humanisme incontournables — réduisant et amenuisant de fait la portée du sujet. La plus extrême attention doit donc être portée à l'analyse des mots clés et à la définition des objets du devoir.

Dans l'effort d'analyse, le propos de Grimaldi est parfois transformé en impératif : « Pour N. Grimaldi, *il faut* vivre... *on doit* vivre de telle ou telle manière », croit-on comprendre. Il s'agit pourtant d'une définition, qui présente la vie humaine envisagée individuellement comme un excès, une transfusion, un débordement, autrement dit un dépassement, une expansion, un épanchement, un décentrement à partir de ce centre que chacun constitue par et pour lui-même. La vie réellement vécue consisterait alors à trouver « son être hors de soi » (ligne 23). La suite du texte apporte aussi sur un mode négatif un précieux éclairage : « Sa solitude retranche [le sujet] ; et en l'empêchant de se répandre, de se diffuser, de se communiquer, ce retranchement lui fait sentir le dessèchement et le dépérissement de son propre moi » (lignes 53–56).

On pouvait dès lors se demander simplement si vivre impliquait la capacité d'un tel sujet d'outrepasser les limites du moi, de déborder la sphère de sa subjectivité. Les œuvres en elles-mêmes relèvent-elles de telles démarches ? Se réalisent-elles, se vivent-elles comme débordements d'un *je* qui, en les écrivant, deviendrait vraiment *un autre* ?

Le plan constitue le cheminement de la réponse à la question posée par la problématique. Il doit être explicite et annoncer un contenu, non une méthode (« Nous validerons la thèse puis nous en montrerons les limites... »). Il doit être rigoureux et dynamique, c'est-à-dire progresser vers une résolution convaincante. Le jury a pu, sur ce point, constater les efforts accomplis pour proposer un plan dialectique. Le sujet, dont les candidats ont souvent su identifier les limites de la thèse, s'y prêtait bien.

Le plan pouvait ainsi montrer que, si la vie est exaltation au-delà de cette « clôture de l'ego » qu'évoque Nicolas Grimaldi, l'élan vital s'interrompt ou se détourne quelquefois, contrecarré par l'obstacle. En fin de compte, s'excéder peut se concevoir, à partir de la contemplation, dans l'exploration de la vie intérieure, dans l'introspection ou dans la connexion à une force fondamentale et élémentaire qui fait de chacun de nous une partie d'un tout.

Il faut encore regretter, cependant, les plans binaires caricaturaux, qui valident puis invalident la thèse, conduisent ainsi dans une impasse, parfois sans respecter l'exigence élémentaire de non-contradiction ; ou bien les plans allusifs, qui annoncent qu'il faut « autre chose » que de la transfusion pour vivre, et se condamnent en II à un catalogue sans rapport avec le sujet ; ajoutons les plans qui croient opérer un dépassement flatteur par un III plaqué, sur les vertus de la création, de la littérature, de l'art, récitation gratuite de cours et de poncifs. Tout aussi fréquent et condamnable, le plan inversé, autrement dit la critique anticipée d'une pensée qu'on n'a pas même pris la peine d'explorer, d'expliquer, de comprendre. Nos rapports n'ont pourtant jamais cessé de dire à quel point de telles démarches intellectuelles nous paraissent choquantes, de la part de futurs ingénieurs.

Si la création avait toute sa place cette année dans le traitement du sujet, notamment sous l'espèce de la communication de soi à travers l'œuvre, encore fallait-il rattacher soigneusement ce développement à la progression générale de la pensée. Il importe en effet que les étapes du propos s'enchaînent clairement entre elles et soient toujours reliées, grâce à des transitions, parfois de simples reformulations, qui font le

point de ce qui a été établi et de ce qui doit l'être désormais, mettant en évidence la cohérence du projet argumentatif. Il arrive que des candidats paraissent ne comprendre le sujet qu'en cours de rédaction, parfois au moment de la conclusion, à force précisément d'en faire jouer les termes. La réflexion préalable a été trop superficielle pour permettre de définir un questionnement pertinent, de bâtir une construction solide. Les bonnes copies, qui ont su commencer par prendre la mesure du sujet, se signalent souvent dès la lecture de l'introduction.

La rigueur doit régner également au sein des parties, qui ne sauraient en aucun cas développer des idées contradictoires, mêler thèse et antithèse. À leur échelle se reproduit une démarche argumentative ordonnée, à laquelle la distribution thématique des idées est rarement propice. Chaque paragraphe doit être clairement, explicitement rattaché au sujet, comme une étape de sa discussion. Les termes mêmes du sujet font efficacement retour dans le cours du développement, pour être examinés sous un jour nouveau.

Les références aux œuvres jouent ici un rôle capital. Il s'agit non pas de les livrer par salves mais de les exploiter. Le corpus, cette année, ne comportait que des textes « à fragments » (poèmes, témoignages et longs paragraphes philosophiques) et la tentation était grande, pour certains candidats, de décontextualiser certains segments afin de les mettre au service d'une thèse peu congruente avec le sujet ; à cet égard, le dévouement héroïque et sacrificiel de Charles Vacquerie, le séjour génois de Nietzsche ou les paroles des évacués de Pripiat sont très souvent sollicités, sans que la conjonction avec les implications du sujet soit réellement avérée.

Les citations sont à privilégier absolument, les références narratives ou exclusivement biographiques à proscrire : c'est bien au texte qu'il faut s'attacher. Ces citations ne remplacent pas l'idée, elles viennent soutenir celle-ci ; elles ne sont pas des preuves et exigent donc d'être expliquées, c'est-à-dire mises efficacement en relation avec l'idée. Les meilleures analyses sont dès lors celles qui s'attachent au travail d'écriture, pour dégager la singularité de la pensée.

Ces citations doivent évidemment être exactes (« Inconscient qui croît (*sic*) que je ne suis pas toi », se hasarde une copie) et le nom des auteurs ne doit pas être déformé. Sans insister sur certaines caricatures, qui voient dans l'URSS d'avant Tchernobyl « un exemple où la vie était tranquille », il convient d'attirer l'attention sur certains contresens auxquels s'est particulièrement prêtée la pensée de Nietzsche dans la mauvaise interprétation de l'*amor fati*, assimilé à un fatalisme, de la « construction de nouvelles valeurs », etc. De telles erreurs signalent un travail insuffisant sur l'œuvre.

Il semble que la maîtrise formelle fasse désormais l'objet d'un certain soin : la majorité des dissertations correspond à la structure attendue. Une tendance ponctuelle à se passer d'amorce en introduction a cependant été remarquée. Cette entrée en matière n'a pas qu'un caractère rhétorique : elle met en perspective le questionnement auquel invite le sujet.

Quant à la qualité de l'expression, si les accords demeurent trop souvent malmenés, nous voudrions insister sur le lexique : outre les tours fautifs régulièrement signalés, « impact », « impacter » deviennent systématiques et franchement lassants ; trop souvent cette année, la « zone de confort » a paru propre à décrire une vie sans débordement ; « isolation » est souvent confondu avec « isolement ». Il faut veiller aussi à la manière dont s'envisagent les textes, bannir les platitudes, qui invitent à « s'identifier » à Hugo, à tel témoin de *La supplication...* Rappelons également que les noms des auteurs ne doivent pas être soulignés : le commentaire substantiel des références attirera suffisamment l'attention sur elles. C'est d'ailleurs bien par leur nom (éventuellement précédé du prénom) que les auteurs doivent être désignés : la méconnaissance de l'onomastique slave ne saurait excuser la familiarité d'un « Svetlana ».

Enfin, si la concision est une qualité attendue, une dissertation de deux ou trois pages, introduction et conclusion comprises, ne saurait répondre aux attentes de précision et d'argumentation ; il s'agit alors au mieux d'un travail superficiel, qui sera noté comme tel.

Conclusion

On doit finalement reconnaître que les copies les moins convaincantes posent d'abord le problème crucial de leur simple intelligibilité. Nous nous étonnons aussi de découvrir un nombre non négligeable de devoirs présentant des défauts devenus de plus en plus rares au fil des sessions : l'ignorance des règles de comptage des mots et des principes élémentaires des deux exercices. De telles lacunes trahissent forcément une préparation insuffisante et un manque d'entraînement. On ne saurait trop insister : une épreuve de concours ne s'improvise pas. Pourtant, ce sujet paraissait tout à fait abordable et n'a pas vraiment gêné des candidats avertis des exigences de l'épreuve, familiarisés avec les méthodes et maîtrisant la langue. Le nombre significatif de devoirs solides ou excellents le prouve.

Mathématiques 1

Présentation du sujet

Le sujet traite des marches aléatoires sur un graphe et s'intéresse au comportement asymptotique de mesures de probabilités. Il vise aussi à établir le théorème de Perron-Frobenius dans le cas d'une matrice stochastique. Une application à la gestion du flux des pages du web est ensuite présentée.

Le problème est constitué de trois grandes parties :

- une première partie où on étudie quelques généralités sur les marches aléatoires ainsi que deux exemples simples ;
- une deuxième partie qui propose un résultat de convergence de suites de matrices stochastiques ;
- une troisième partie où on applique ce qui précède à des modèles de navigation sur le web.

Une bonne maîtrise des raisonnements élémentaires de probabilités était indispensable pour traiter correctement ce sujet. Il était également attendu des candidats qu'ils connaissent les rudiments de la réduction (définition des éléments propres, théorèmes de diagonalisabilité...). Enfin, quelques autres chapitres (suites réelles ou à valeurs dans un espace vectoriel normé de dimension finie, nombres complexes...) entraient également en jeu.

Analyse globale des résultats

La première partie a été abordée presque entièrement par tous les candidats et certaines questions ont été très bien traitées. En revanche, le cours n'est pas toujours bien appris et certains résultats, pourtant très importants, ne sont parfois pas cités correctement (formule des probabilités totales, réduction d'une matrice symétrique réelle...).

La deuxième partie a aussi été très largement étudiée mais avec moins de succès dans l'ensemble et avec des niveaux de réussite contrastés. Beaucoup de très bonnes réponses ont été proposées, mais la rigueur mathématique était parfois absente dans certaines explications : par exemple, le jury relève des confusions sur les inégalités triangulaires ou sur la définition de suites adjacentes. Beaucoup de candidats ont oublié la positivité dans la définition d'une distribution de probabilités.

La troisième partie a été moins abordée, sans doute à cause de sa position en fin de problème, mais aussi car elle demandait d'avoir une vision synthétique des résultats de la deuxième partie. Il est dommage que peu de candidats aient répondu de manière correcte aux questions d'informatique, qui étaient pourtant assez classiques.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

- Les candidats doivent faire un effort de présentation des copies, numéroter les questions, les traiter dans l'ordre (quitte à laisser des blancs pour y revenir) et mettre en évidence leurs résultats.
- L'utilisation des abréviations doit être limitée : si certaines (CNS, SSI...) sont très couramment utilisées, d'autres (FPT pour formule des probabilités totales) le sont nettement moins. De même, l'emploi de symboles mathématiques tels que \forall , \Leftrightarrow , ne peut figurer que dans des assertions mathématiques et est proscrit à l'intérieur d'une expression écrite en français.
- Un raisonnement doit être articulé avec des mots clés (considérons, or, donc, car, en effet), les hypothèses et les objectifs doivent être clairement identifiés.
- Lorsqu'une question propose de démontrer une formule qui est proposée, il ne s'agit pas simplement de recopier ladite formule : un minimum de justifications est attendu !
- Les questions doivent être lues avec plus d'attention ; par exemple, dans une question « Montrer qu'il existe un unique... », il ne s'agit pas seulement de prouver une existence.
- Il est important de citer les résultats utilisés, surtout lorsque ces derniers ont un nom. Par exemple, lorsque la formule des probabilités totales est appliquée, les candidats doivent clairement le faire figurer sur leur copie et on doit également lire les mots-clés « système complet d'événements ».
- Le théorème spectral donne un résultat sur les matrices symétriques *réelles*, ce dernier mot étant parfois manquant sur les copies.
- Une suite convergente de réels strictement positifs ne converge pas nécessairement vers un réel strictement positif.
- Dans la question **Q1**, quelques candidats font une confusion entre les événements et les probabilités. En particulier, un système complet d'événements est une famille d'événements et pas de probabilités.
- Dans la question **Q4**, un argument de continuité était attendu et pas un simple passage à la limite.
- Dans les questions **Q17** et **Q18**, des candidats commettent des erreurs sur les inégalités triangulaires en écrivant que $|a - b| \leq ||a| - |b||$ alors que c'est l'inégalité contraire qui est vraie. Plusieurs candidats ont par ailleurs considéré que la valeur propre λ était réelle et donc ont écrit que $|\lambda| \leq 1$ revient à $-1 \leq \lambda \leq 1$ alors que λ est un nombre complexe.

Conclusion

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

De nombreux candidats ont su montrer leur maîtrise du langage mathématique en général et, plus spécifiquement, des points qui étaient nécessaires pour aborder les diverses parties de ce problème : le langage des probabilités, la convergence des suites (de réels ou de vecteurs), les majorations ou minorations, la définition du produit matriciel, la diagonalisation des matrices... Quelques candidats ont abordé avec succès les questions plus difficiles qui parsemaient le sujet et le jury tient à les en féliciter.

Les correcteurs ont constaté cette année une meilleure maîtrise de la rédaction (logique, double implication, clarté des calculs entrepris...). Une partie non négligeable des copies propose une rédaction très agréable à lire en mêlant rigueur, justesse et clarté. Le jury encourage par ailleurs vivement les candidats à utiliser un brouillon et à ne pas commencer systématiquement la rédaction aussitôt l'énoncé lu. De nombreuses erreurs grossières pourraient ainsi être évitées.

Mathématiques 2

Présentation du sujet

Le sujet proposé porte sur les fonctions hypergéométriques. La première partie donne une définition de suite hypergéométrique, elle met essentiellement en œuvre des notions de première année : suites récurrentes, polynômes et espaces vectoriels, familles génératrices, bases. Les deuxième et troisième parties portent sur l'extension de la factorielle à la fonction Γ et les fonctions hypergéométriques. Ici, une large partie du programme d'analyse de seconde année est évaluée : intégration, intégrales à paramètres, séries entières, équations différentielles linéaires. La quatrième partie sur les polynômes de Laguerre porte sur le programme de première année : continuité et dérivation d'une fonction d'une variable réelle, fonctions polynomiales. La dernière partie, sur la loi hypergéométrique, utilise principalement le programme de probabilités de première année et légèrement celui de seconde année : fonction génératrice, idée de l'approximation d'une loi par une autre (comme la loi de Poisson et loi binomiale).

Analyse globale des résultats

Le sujet proposé aux candidats pour cette session se présente sous une forme suffisamment longue avec une difficulté raisonnable. Les meilleurs candidats ont ainsi été en mesure de traiter presque toutes les questions et de les rédiger de manière rigoureuse et claire. Toutes les questions du sujet ont été traitées, au moins en partie, par plusieurs candidats. L'indépendance de plusieurs parties, dont certaines très classiques, et leur progressivité ont permis aux candidats de rentrer en confiance dans le sujet.

Du point de vue du fond, comme le rapport le détaille plus bas, les objets mathématiques que sont les polynômes et les espaces vectoriels ne pas toujours bien compris. Dans beaucoup de copies les résultats classiques sur les séries entières ne sont pas suffisamment connus (régularité sur le disque ouvert de convergence, connaissance de développements usuels...). Enfin, la dernière partie qui porte sur les probabilités a été moins souvent abordée que les autres.

Concernant la forme, une quantité non négligeable de copies ne respecte pas les standards de présentation qui sont attendus pour de futurs ingénieurs : écriture claire, lisible, propos structuré, mise en avant des résultats ; mais aussi des standards relatifs à un concours scientifique : répondre effectivement à la question posée, penser à conclure, citer les résultats ou les questions précédemment utilisés, vérifier les hypothèses de validité. Le jury encourage vivement les candidats à utiliser un brouillon et à ne pas s'engager de manière prématurée dans la rédaction directement au propre d'une réponse nécessitant un certain niveau de réflexion.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les parties I, II et III ont été abordées par tous les candidats.

Partie I

Q1 et Q2. Les deux polynômes P et Q étaient attendus sous une écriture avec une indéterminée et non uniquement avec leur expression sur \mathbb{N} .

Q2. Beaucoup de candidats pensent que $\frac{n+p-1}{n-1}$ est une expression polynomiale en n . Il ne fallait pas oublier de vérifier l'égalité pour les cas où $p > n$.

Q3. La démonstration du fait que F est un sous-espace vectoriel de $\mathbb{R}^{\mathbb{N}}$ n'a pas toujours été complète, par absence de la vérification de sa non vacuité et de son inclusion dans $\mathbb{R}^{\mathbb{N}}$. Pour ce qui est de la recherche

d'une base, beaucoup de candidats ont réussi à expliciter seulement une partie de la famille génératrice de suites (beaucoup de simplifications de l'équation par $n(n-2)$ sans se préoccuper de la valeur de n), mais peu de candidats ont réussi à démontrer l'indépendance linéaire.

Partie II

Cette partie est très classique, elle a été traitée avec succès dans bon nombre de copies.

Q5. Une fraction non négligeable des candidats n'a pas compris ce qu'il y avait à démontrer. Le domaine était donné, il s'agissait de montrer que si $x > 0$, l'intégrale converge. Certains ont perdu du temps à séparer les cas $x \geq 1$ et $x \in]0, 1[$ pour la convergence de l'intégrale au voisinage de 0. Rappelons aussi que l'application des règles de comparaison suppose que les fonctions soient de signe constant.

Q6. Le théorème de continuité est assez bien connu. En revanche, la domination doit être justifiée et il ne faut pas omettre de mentionner l'intégrabilité de la fonction dominante. La positivité ou croissance de l'intégrale sont trop rarement invoquées. L'hypothèse de continuité permettant de déduire qu'une fonction positive d'intégrale nulle est nulle est presque toujours omise.

Q7 et Q8. Assez bien traitées. Pour une intégration par parties sur des intégrales généralisées, il est attendu de préciser la nature des intégrales manipulées.

Partie III

Q9. Bien traitée, parfois des erreurs sur le rang de la première annulation. Une partie infime des candidats pense à utiliser **Q4**.

Q10 et Q11. Il manque souvent le cas $n = 0$.

Q11. Les expressions données sont très souvent correctes. En revanche, beaucoup d'erreurs de raisonnement liées à la coïncidence de la fonction Γ et de la factorielle sur \mathbb{N} . Il fallait penser à vérifier que $\Gamma \neq 0$ sur D , ce qui demandait de combiner **Q6** et **Q7**.

Q12. Il s'agit de montrer que le dénominateur est non-nul. Beaucoup d'erreurs de raisonnement utilisant la contraposée de **Q9**.

Q14. On retrouve les mêmes problèmes qu'en **Q3**.

Q15. Trop d'applications de la règle de D'Alembert sans se soucier de l'éventuelle nullité du dénominateur, avec trop de raccourcis menant de la valeur de la limite au rayon de convergence. Les cas particuliers sur a et b n'ont été traités que dans de rares copies.

Q16 et Q17. Nombreux ont été les candidats qui ont mobilisé les théorèmes de dérivation pour les séries de fonctions, conduisant souvent à des propositions de réponses enchainant des successions d'affirmations supposées vérifier les hypothèses des dits théorèmes.

Q18 et Q19. Une bonne part des candidats obtiennent des développements en série entière corrects. En revanche, beaucoup ne reconnaissent pas \arctan ou confondent avec \sin . Beaucoup d'erreurs sur le développement de $x \mapsto \ln(1+x)$. Il était attendu de présenter des calculs détaillés.

Q20 et Q21. Assez peu abordées. Les conditions d'application des questions précédentes ont peu été vérifiées. Pour la question **Q20**, la plupart des candidats pensent justifier l'existence de $F_{a,-N,c}(1)$ et la formule donnant l'expression avec Γ en affirmant uniquement que le quotient de droite est bien défini (alors qu'il était très explicite dans l'en-tête de la question que l'existence de toutes les quantités était nécessaire à l'application de la formule). La convergence de la somme (finie) se trouve souvent justifiée après dans leur rédaction.

Les calculs menés permettant d'arriver au résultat donné dans l'énoncé ont souvent été l'occasion de simplifications miraculeuses. Ce type de comportement est préjudiciable au candidat.

Q22. Les quelques candidats ayant traité cette question ont souvent eu du mal à justifier la somme correspondant simplement à une disjonction de cas.

Q23. Question très classique, abordée dans une large partie des copies mais qui se limite à la partie calculatoire. En revanche, le traitement est décevant, la dérivation d'une série entière, l'unicité de ses coefficients étant trop rarement évoquées, la synthèse trop souvent ignorée.

Partie IV

Comme pour les deux premières parties, la quasi totalité des candidats a au moins débuté cette partie. Cette partie a été l'occasion de mettre en avant les copies propres et structurées.

Q24, Q25 et Q26. Essentiellement calculatoire. Il s'agissait de mettre en œuvre les compétences de dérivation. On constate beaucoup d'erreurs sur la formule de Leibniz et les dérivées successives d'un monôme. Trop de copies se résument à une succession de calculs sans rédaction, ni parfois conclusion.

Q27, Q28 et Q29. Les résultats étant donnés dans l'énoncé, beaucoup de candidats s'adonnent à des contorsions sans scrupule et donc stériles pour aboutir.

Q30. Il suffisait de lire le sujet pour répondre à cette question.

Partie V

Q31. Le lien avec la question **Q21** donnant l'identité de Vandermonde n'a pas souvent été fait. L'argument de positivité pour la loi est presque systématiquement omis.

Q32. La définition de l'espérance d'une variable aléatoire à support finie est bien connue, la succession de calculs à mener et le réinvestissement de la formule de Vandermonde n'ont été réalisés que par un nombre restreint de candidats.

Q33. Une des questions difficiles ou techniques du sujet. Le caractère hypergéométrique n'a pas posé de problème. En revanche, le calcul juste de la fonction génératrice, qui nécessitait l'utilisation de **Q14**, n'a jamais été obtenu.

Q34. Il était attendu la mise en avant d'un schéma de Bernoulli et la justification du schéma binomial.

Q35. Quelques candidats ont su parler de prélèvements et de leur description pour arriver à justifier la loi de Y . L'argument d'équiprobabilité permettant de réutiliser **Q22** était presque systématiquement absent.

Q36. Question très rarement abordée. Souvent seule la relation entre Y et les Y_i était proposée, suivie de l'utilisation de la linéarité de l'espérance. Par contre, l'espérance des Y_i a rarement été justifiée. Quelques candidats ont exprimé Y comme étant l'union des Y_i ...

Q37. Question très rarement traitée, l'obtention du paramètre de la loi de $Y_i Y_j$ se limitant à des réponses sans aucune justification.

Q38. La formule de Huygens est connue mais, la plupart du temps, les calculs se sont arrêtés là.

Q39 et Q40. Questions rarement traitées mais qui pouvaient être abordées indépendamment du reste du sujet. La recherche d'équivalent pour $\mathbb{P}(X = k)$ est souvent entamée, mais non aboutie.

Conclusion

Le jury encourage vivement les candidats à utiliser un brouillon et à ne pas s'engager dans la rédaction aussitôt après avoir lu l'énoncé, sans prendre un temps de réflexion suffisant. Il faut privilégier la qualité sur la quantité, dans la présentation et surtout dans la précision de l'argumentation. Les candidats qui avancent dans un sujet de manière presque linéaire, en donnant tous les arguments importants, qui

signalent honnêtement les manques ou les incohérences de leurs propositions ont toujours d'excellentes notes.

Enfin, le jury ne peut qu'encourager les candidats à mettre l'accent sur la maîtrise du cours, tant au niveau des connaissances que des méthodes. Ce n'est qu'en maîtrisant ces points que l'on peut s'engager avec efficacité dans la résolution de problèmes et proposer des solutions correctes.

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

Le sujet en trois parties indépendantes, intitulé « Le feu et l'eau », propose aux candidats d'étudier quelques aspects de la thermodynamique de combustion au cours d'un incendie, en s'appuyant sur l'exemple du sinistre de la cathédrale Notre-Dame de Paris. La première partie aborde la combustion à proprement parler, d'abord son démarrage puis sa propagation dans un modèle limité au seul transfert diffusif. La seconde partie aborde quelques questions de chimie autour de l'élément plomb. Enfin, la troisième partie traite du rôle de l'eau dans l'extinction d'un incendie, et plus particulièrement au recours à des lances à incendie ; ceci est l'occasion d'aborder des questions traitant de mécanique des fluides.

De longueur raisonnable, le sujet aborde des thématiques différentes, figurant pour l'essentiel au programme de la deuxième année PSI, sous forme de questions de niveau de difficulté gradué, partant de simples restitutions directes de cours jusqu'à des raisonnements complexes amenant le candidat à faire preuve d'initiative, en passant par des exploitations de documents (photographie, graphe, tableau de données).

Les capacités à mobiliser sont ainsi très diversifiées, ceci permettant à chaque candidat de valoriser à la fois son niveau de maîtrise des notions abordées et ses qualités d'analyse, de réflexion et de rédaction.

Analyse globale des résultats

Les candidats sont nombreux à avoir abordé l'ensemble des parties et sous-parties proposées en respectant la progression suggérée par l'énoncé.

Les questions non guidées, représentant 20 % du barème, ont rencontré un succès variable. Le jury souligne l'effort des candidats qui ont abordé ces questions ; il a valorisé significativement toute proposition scientifiquement fondée, même lorsqu'elle n'a pas conduit à une conclusion parfaite ; à l'inverse, le jury a parfois regretté l'imprécision du raisonnement et le manque d'organisation dans l'enchaînement des idées de résolution dans plusieurs copies.

Il est à noter que nombreux sont les candidats ayant fait l'effort d'aborder les questions s'appuyant sur une exploitation de documents (graphes, photographie, schéma, tableau de données) ; le jury a, là encore, valorisé les réponses dès lors que le candidat a su extraire des informations pertinentes, en donner une interprétation correcte, exposer son raisonnement et formuler une conclusion claire.

Le jury a par ailleurs cherché à encourager les candidats sérieux, ayant parfaitement assimilé les démonstrations classiques du programme et les ayant exposées avec rigueur ; ainsi, des questions de cours bien traitées ont conduit, comme l'an passé, à un total de point sensiblement égal à celui de candidats ayant abordé davantage de questions mais n'ayant pas apporté un soin suffisant à la rédaction. Les questions demandant plus de réflexion et d'analyse bien rédigées ont alors permis de différencier les candidats, les meilleurs ayant pu aborder et traiter avec soin, l'ensemble du sujet.

Enfin, les candidats sont invités à remettre des copies respectueuses du correcteur : des réponses lisibles non raturées, bien numérotées, rédigées de manière intelligible et sans fautes d'orthographe. Le jury a appliqué un malus dès lors que l'un ou l'autre de ces critères a fait défaut.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury conseille aux futurs candidats d'utiliser un vocabulaire précis ne laissant aucun doute sur la compréhension des phénomènes physiques ou l'interprétation des grandeurs manipulées, de fournir des

réponses complètes et non ambiguës, de définir clairement toutes les grandeurs nécessaires à l'exposé d'un raisonnement et non introduites par l'énoncé, d'argumenter les réponses, de nommer ou citer les lois utilisées en rappelant les conditions d'application, de contrôler les formules littérales par vérification de l'homogénéité, l'influence des paramètres et l'usage de notations correctes (vecteur ou scalaire, Δ ou δ ou d ou $\partial\dots$), de prendre le temps d'effectuer les applications numériques de manière soignée en précisant l'unité s'il y a lieu, de commenter ces résultats numériques, de faire preuve d'honnêteté intellectuelle et de sens critique lorsqu'une valeur semble aberrante. En cas d'exploitation de documents (graphe, photographie...) il convient de conduire avec rigueur la détermination des valeurs attendues ou nécessaires en exposant précisément le raisonnement menant à l'extraction de ces données quantitatives.

En outre, les futurs candidats sont invités à porter leur attention sur quelques points spécifiques à ce sujet, exposés ci-après.

Q1. L'énoncé de la loi doit s'accompagner de la signification physique des grandeurs apparaissant dans l'expression. À noter une confusion fréquente entre k , constante de vitesse et K° , constante d'équilibre à la fois en termes de notations et d'interprétation. D'ailleurs, nombreux sont les candidats ayant en réalité énoncé la loi de Van't Hoff. L'étude de l'influence d'une élévation de température sur le coefficient k ne peut se faire sans considérer la quantité $Ea/R > 0$.

Q2. Il apparaît que pour certains candidats, « les gaz ont une température plus élevée que les liquides ». L'idée d'une optimisation de la surface de contact comburant-combustible est souvent absente.

Q3. La notion de diamètre angulaire est généralement bien comprise ; en revanche, l'image d'un objet étendu placé à l'infini n'a pas été sans poser quelques difficultés. La construction approximative des rayons lumineux atteste d'une insuffisance dans l'appropriation de la question. L'estimation des dimensions de la tâche lumineuse sur la feuille de papier a par conséquent posé des difficultés. Nombreux sont les candidats ayant admis la nécessité d'établir un bilan de puissance ou énergie pour résoudre cette problématique ; en revanche, rares sont ceux qui ont énoncé clairement leurs intentions et mené proprement le raisonnement. Comme pour tout bilan énergétique, la définition claire du système est indispensable.

Q4. Le vocabulaire utilisé a parfois manqué de justesse ou de précision. La première sous-question fait référence à la démarche d'analyse avec formulation des hypothèses de la question 3.

Q5. Bon nombre de candidats se lancent dans une démonstration plus chronophage que nécessaire ; la démarche est trop souvent exposée de manière confuse. À noter que le jury n'est pas sensible aux tours de magie proposés par certains candidats.

Q6. Question la plus souvent bien menée. Certains candidats ont jugé opportun de transformer O_2 en O .

Q7. La notion d'enthalpie de réaction est parfois confondue avec variation d'enthalpie. Une valeur négative était attendue ; le candidat est invité à faire preuve de sens critique.

Q8. Le jury a apprécié les commentaires des candidats ayant fait l'effort de s'approprier le contexte.

Q9. Le système est rarement défini ; le candidat, avant de tenter tout bilan enthalpique, est invité à préciser que la transformation s'effectue à pression constante. Les candidats se sont parfois lancés dans la construction d'un cycle thermodynamique visant à calculer une température de flamme sans s'approprier, là encore, le contexte décrit par l'énoncé.

À noter que l'expression $\Delta H = mc_p \Delta T$ ne constitue pas à elle seule un bilan enthalpique.

Les ordres de grandeurs numériques obtenus sont parfois aberrants ($T_f > 1700\text{ K}$) ; une nouvelle fois, le candidat est invité à faire preuve de sens critique et remettre en question le résultat numérique obtenu.

Q10. À part quelques-uns, considérant la conduction et la diffusion thermique comme deux types de transferts bien distincts, les trois modes de transferts sont généralement bien connus ; leurs spécificités le sont moins ; à noter que les candidats utilisent plutôt la négation que l'affirmation pour exposer les caractéristiques. Des confusions entre échelles microscopique et macroscopique, la notion de mouvement

d'ensemble n'ayant de sens qu'à cette échelle, ont été relevées. Le choix des exemples cités ne sont pas toujours pertinents et ne doivent pas se substituer à une définition.

Q11. Le jury a valorisé toute réponse pertinente. Il précise que le rayonnement thermique ne se limite pas au visible et que le Soleil n'est probablement pas responsable du départ de feu dans le contexte étudié.

Q12. Part substantielle de cette question au barème, comme toute autre démonstration classique dont le contenu doit être parfaitement maîtrisé et mené avec rigueur, jusque dans les notations ; fort heureusement, cette question a été traitée fréquemment et en général de manière correcte. Le jury a valorisé les réponses précises où il apparaissait d'une part le système clairement défini, d'autre part un bilan enthalpique soigné à pression constante entre t et $t + dt$, et pour finir, l'exploitation de la loi de Fourier adaptée à la géométrie du problème, sans confusion dans l'écriture (scalaire/vecteur). L'expression du premier principe subit toujours les outrages de notations approximatives déjà signalés par le passé (Δ , ∂ , d...)

Q13. Question généralement bien menée.

Q14. Les candidats obtiennent en grande majorité des valeurs correctes pour les deux temps caractéristiques à comparer mais concluent par une validité de l'ARQS thermique en associant ici la diffusion thermique à un phénomène lent, ce qui remet en question leur compréhension de fond de cette notion ou tout au moins leur capacité à la contextualiser. L'étude ondulatoire (groupement de variables d'espace et de temps, vitesse de propagation, ...) faisant suite à cette question aurait pourtant pu inciter les candidats dans l'erreur à reconsidérer leur réponse.

Q15. Le jury attendait davantage qu'une simple allusion à une vitesse ou même à la vitesse d'une onde sans plus de précision sur la grandeur se propageant. La notion d'énergie thermique est parfois confondue avec la grandeur température.

Q16. Question le plus souvent bien traitée. Quelques candidats n'ont pas réalisé correctement le changement de variable suggéré.

Q17. Le jury a retenu les démarches explicites et s'est montré attentif à la rigueur ainsi qu'à la clarté des raisonnements.

Q18. Question généralement bien menée.

Q19. La présence de points anguleux en u_1 et u_2 a été sanctionnée par le jury.

Q20. Si la continuité de la température apparaît quelques fois, celle du flux est quasi-totalement absente ainsi que son lien avec la dérivée première $\theta'(u)$. Quelques confusions entre conditions de continuité au raccordement et conditions aux limites.

Q21. Le critère avancé pour juger de la rapidité de la progression du front de combustion n'apparaît que rarement de manière pertinente. Dans certaines copies, on peut lire une comparaison à la vitesse du son ou de la lumière...

Q22. Question en général bien menée.

Q23. Le jury s'étonne de voir quelques mailles CFC comportant un atome surnuméraire au centre de la maille. La confusion entre volume de la maille et volume occupé par les sphères est fréquente et conduit systématiquement à une relation incorrecte entre masse volumique et paramètre de maille. Il est regrettable que certains candidats ayant pourtant mis correctement en œuvre la méthode, n'aient pas su corriger leur application numérique du fait d'une méconnaissance de l'ordre de grandeur d'un paramètre de maille ; il n'était pas rare de constater un écart de 2 à 4 ordre de grandeurs par rapport à l'attendu.

Q24. Question rarement justifiée.

Q25. L'énoncé faisant mention explicite du nombre stœchiométrique de O_2 , le jury a sanctionné dès lors que ce critère n'a pas été respecté.

Q26. Les calculs de nombre d'oxydation ont été généralement bien menés. Rares sont les candidats sachant interpréter l'obtention d'un nombre rationnel pour Pb_3O_4 .

Q27. De nombreuses erreurs de calculs relevées par défaut d'une conversion de la valeur numérique de l'enthalpie libre standard de réaction en $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Q28. Le calcul de variance est insuffisamment maîtrisé. Constat fréquent d'une confusion entre quotient de réaction et constante d'équilibre ; certains candidats considèrent qu'à température T fixée, une diminution de pression affecte $K^\circ(T)$. Le critère d'évolution spontané depuis l'état perturbé hors équilibre n'est que très rarement justifié. Certains candidats utilisent ou évoquent la loi de modération de Le Chatelier sans la contextualiser et laisse finalement la liberté au jury de déduire le sens de l'évolution ; le raisonnement est bien évidemment incomplet et la réponse pénalisée.

Q29. Rares sont les candidats ayant fait l'effort d'effectuer l'application numérique, prétextant retrouver sans peine le résultat de la question 27.

Q30. Rares sont les candidats s'étant risqués à proposer un ordre de grandeur numérique ou un encadrement de la valeur de la pression partielle en O_2 de l'air.

Q31 et Q32. Le jury rappelle qu'une tautologie ne doit pas faire office de réponse à une question qualitative. Peu de candidats ont cherché à exploiter les documents, si bien que la formule de Planck, bien que connue, est appliquée sur les mauvaises transitions. Peu de candidats ont finalement bien interprété l'énoncé ; pour les autres, l'image mentale de la structure énergétique de l'atome est probablement incomplète ou ne fait pas sens dans ce contexte. Une comparaison explicite des valeurs numériques obtenues pour les longueurs d'onde (ou fréquences) à celles du domaine visible est requise.

Q33. Les réponses sont souvent incomplètes si bien que le jury déduit difficilement l'identification correcte par les candidats ; ainsi, lorsqu'on pense avoir identifié une raie spectrale, il convient d'en préciser l'énergie (exemple : 74,2 keV) et la transition correspondante (exemple : K_α ou encore $L \rightarrow K$). L'idée du doublement des raies relatif au sous couches pour une même valeur de n n'apparaît que rarement.

Q34. De nombreux candidats se contentent de discuter le signe de l'enthalpie standard de réaction.

Q35. Il est important de rappeler que la transformation s'effectue à P constante. L'échauffement de la vapeur est régulièrement omis.

Q36. Il n'est pas rare que les candidats ayant la bonne valeur de la puissance de feu traitée par une lance ne songent pas à comparer à la puissance globale de l'incendie de Notre-Dame pour déduire, par exemple, le nombre de lances nécessaires. Au contraire, d'autres ayant malheureusement obtenu un ordre de grandeur incorrect pour cette puissance, ont pu annoncer un nombre astronomique de lances sans remettre en question leur calcul.

Q37. Il est maladroit d'utiliser la masse volumique de l'eau liquide à la place de celle de la vapeur.

Q38. La démarche visant à déterminer graphiquement hauteur ou portée du jet est trop souvent implicite.

Q39. Les raisons de l'écart entre V_e et V_{tuyau} sont souvent citées sans que les valeurs numériques ne soient mentionnées ni comparées.

Q40. Les hypothèses de travail doivent être clairement énoncées. « PSIH » ne signifie rien pour le correcteur ; il convient de ne pas faire usage d'acronymes sans explication préalable dans la copie.

Q41. Le candidat doit nommer les grandeurs non nécessairement introduites par l'énoncé qu'il choisit de faire apparaître dans l'expression du nombre de Reynolds. Certains candidats ont laissé la charge aux correcteurs d'effectuer l'application numérique par eux-mêmes et de conclure sur la nature de l'écoulement selon que $Re \gg 2 \times 10^3$ ou l'inverse. Si la démarche n'est pas fautive, la réponse jugée incomplète n'est pas valorisée par le jury.

Q42. Il est aisé de s'assurer que le facteur f est adimensionné si l'on fait l'effort de rechercher la dimension d'une pression.

Q43. Plusieurs candidats ont confondu pertes de charges et pertes de charges linéiques.

Q44. Le choix d'un nombre de Reynolds de 5×10^5 ayant pu déstabiliser certains candidats, le jury a choisi de valoriser les candidats ayant commenté ce choix ou pris le temps de rechercher l'ordre de grandeur de la vitesse débitante associée avant tout calcul numérique du facteur f et de la rugosité relative.

Q45. Les pertes singulières sont rarement évoquées.

Q46. Le jury a apprécié l'exposé d'un raisonnement détaillé depuis la définition du système jusqu'à la prise en compte éventuelle d'un rendement non unitaire au niveau de la pompe.

Q47. Question le plus souvent bien menée.

Conclusion

Le jury espère que ces conseils permettront aux futurs candidats d'optimiser leur préparation et félicite, une nouvelle fois, ceux de cette session ayant remis des copies tout à fait remarquables, attestant des efforts engagés durant ces deux années de classes préparatoires, eu égard au contexte sanitaire difficile.

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

Cette épreuve propose aux candidats d'étudier les contraintes techniques liées à la conception d'une éolienne. Le sujet, comportant trois parties de physique et une de chimie, aborde des domaines variés du programme de physique et de chimie de classes préparatoires :

- *enjeux énergétiques* – questions ouvertes sur les conséquences énergétiques de la conversion de tous les véhicules à moteur thermique en véhicules électriques pour les particuliers ;
- *conversion énergie éolienne en énergie mécanique, éolienne type Darrieus* – analyse du mouvement de l'éolienne à axe vertical soumise au vent et bilan énergétique ;
- *générateur* – machine synchrone ;
- *aimant des rotors* – autour du néodyme et de la corrosion des aimants.

Les compétences évaluées dans ce sujet sont diverses, complètes et de difficultés différentes et graduées : questions proches du cours, raisonnements simples, raisonnements plus complexes, questions ouvertes avec analyse de documents, représentations graphiques, exploitation de graphes.

La plupart des savoir-faire exigibles en filière PSI doivent être mis en œuvre : schématisation, algébrisation, application numérique, rigueur de l'argumentation, esprit critique, maîtrise des ordres de grandeurs.

Analyse globale des résultats

Les questions de physique et de chimie représentent respectivement 75 % et 25 % du barème.

Les candidats ont abordé les différentes parties de manière assez équilibrée. Les points obtenus sont bien répartis sur les quatre parties du sujet avec un léger déficit pour la chimie, certainement par manque de temps consacré à cette partie.

La partie I sur les enjeux énergétiques comportait deux questions ouvertes nécessitant l'exploitation de cinq documents. 67 % des candidats ont abordé la question 1 et seulement 37 % la question 2. Le barème a fortement valorisé ces questions à hauteur d'environ trente minutes de résolution. Certains candidats ont frôlé la note maximale.

Quelques candidats arrivent à traiter avec succès les parties II et III quasi intégralement. D'autres abordent aussi un maximum de questions avec un taux de réussite insuffisant. Le barème a valorisé ceux qui argumentent au détriment de ceux qui survolent les questions pour en traiter plus. Peu sont capables de progresser tout au long d'une partie sans perdre pied à un moment. Par exemple, en partie II, plutôt bien guidée avec de nombreux résultats intermédiaires donnés, moins de 50 % des candidats abordent la question 12 après neuf courtes questions et parmi eux, moins de 10 % obtiennent la puissance moyenne transférée au rotor.

Le sujet comporte quelques questions de cours (champ magnétique dans l'entrefer du générateur, énergie magnétique, nombres d'oxydation, domaines de corrosion, immunité et passivation) qui ont été traitées de manière inégale. Seuls les candidats rédigeant de manière *complète et précise* obtiennent l'intégralité des points sur ces questions. À la question 17 (démonstration de l'expression de l'intensité du champ magnétique dans l'entrefer), le jury a attribué au moins trois quarts des points dans 12 % des copies et 4 % obtiennent la note maximale.

De nombreuses autres questions ne nécessitent que des raisonnements courts et sans difficulté. Les correcteurs constatent qu'une majorité des candidats rencontre des difficultés à récupérer les points associés à ces questions.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les correcteurs attendent des copies respectueuses du lecteur : lisibles, sans ratures et rédigées de manière compréhensible. Un mot ou une phrase barrés proprement ne sont pas sanctionnés à condition que le candidat ne récrive pas par-dessus.

Le jury conseille aux futurs candidats de travailler les points suivants dans les questions ouvertes ou non guidées :

- indiquer clairement la référence du document dont est extraite une information ;
- attribuer un symbole aux grandeurs physiques manipulées ;
- détailler chaque étape du raisonnement et chaque calcul lorsque le raisonnement est réalisé en plusieurs étapes ;
- commenter, critiquer, valider le résultat final de manière convaincante (par comparaison à une valeur de référence par exemple).

Pour toutes les questions :

- *définir toute notation* nécessaire à la rédaction, non introduite par l'énoncé ;
- *utiliser un vocabulaire précis* ne laissant aucun doute sur la compréhension des phénomènes et sur la validité de la réponse ;
- distinguer les *grandeurs scalaires des grandeurs vectorielles* ;
- *soigner les graphes*, une représentation graphique avec axes non légendés n'est pas notée, les points remarquables doivent être mis en évidence ;
- *argumenter*, un schéma bien légendé, la citation d'une loi, un rappel à un résultat précédemment établi sont des éléments de rédaction attendus et valorisés dans le barème. À contrario, les suites d'équations ou de formules non expliquées sont sanctionnées, surtout lorsque le résultat est fourni.

I Enjeux énergétiques

Q1. Les correcteurs ont valorisé tous les raisonnements pertinents. Le point essentiel est de comparer l'énergie électrique supplémentaire qu'il faudrait produire si on remplaçait tous les véhicules à moteur thermique en véhicules électriques à la production énergétique actuelle.

Comme indiqué précédemment, le jury attend que les candidats précisent les documents utilisés, citent les informations extraites et expliquent ce qu'ils en font. Une fois la consommation annuelle calculée, on attend une comparaison à la production annuelle actuelle. La conclusion doit être argumentée quantitativement, par exemple par un calcul d'augmentation relative.

Cette question a été très classante. En effet, de nombreux candidats confondent les notions d'énergie et de puissance. Certains calculent des grandeurs sans aucun sens physique dont l'unité est le watt par heure ou le watt par jour. D'autres écrivent que si un million de voitures consomme une puissance moyenne sur une heure de 200 MW, elles consomment alors 24×200 MW en une journée. Toutes ces erreurs sont inquiétantes pour de futurs ingénieurs et ont été systématiquement sanctionnées.

Q2. Le jury souhaiterait que les candidats structurent mieux la rédaction d'une telle question. Les correcteurs attendent :

- la liste de toutes les *données pertinentes* pour répondre à la question (nombre de véhicules électriques, puissance crête par million de véhicules, choix d'une éolienne, choix de l'espacement entre les éoliennes) et la *référence* aux documents utilisés. Les candidats doivent attribuer un symbole à toutes les grandeurs introduites qu'ils seront amenés à manipuler dans la mise en équation qui suivra. Le jury rappelle aux candidats qu'il est préférable de donner des expressions littérales et non des juxtapositions de calculs numériques ;
- *l'exploitation de ces données* pour répondre à la question. À ce stade, les candidats doivent rédiger, *par des phrases* et non par une liste de formules littérales ou de valeurs numériques, leur raisonnement. Un schéma montrant la disposition des éoliennes favorise la compréhension ;
- la réalisation des *applications numériques*. Il n'est pas interdit de réaliser des applications numériques intermédiaires. Cela permet aux correcteurs de récompenser les candidats qui trouvent un nombre d'éoliennes satisfaisant mais qui se trompent ensuite sur la surface du champ éolien ;
- le *commentaire* final qui doit s'appuyer sur des données quantitatives. Les réponses du type « cette surface est bien trop grande » ne sont pas valorisées. Le jury a attribué des points sur cette phase de validation aux candidats qui ont comparé la surface obtenue à la surface de la France métropolitaine ou à tout autre surface pertinente (département ou région par exemple).

II Conversion énergie éolienne en énergie mécanique – éolienne type Darrieus

Q4. La quasi totalité des candidats a représenté les vecteurs attendus sans aucun calcul des normes de \vec{u} et de \vec{v}_0 ou au moins leur rapport. Seuls 5 % des copies proposent des tracés corrects.

Q7. Trop de représentations graphiques sont inexploitablement ou imprécises. Le jury attendait un graphe de période 2π , avec les abscisses des points d'ordonnée nulle clairement identifiées et dont les extrema ne se situaient pas en 0 modulo π .

Q12. Les candidats traitent ce type de question de synthèse trop rapidement. Ceux qui ont détaillé les différentes étapes ont obtenu, au moins partiellement, des points précieux. L'obtention de la puissance nécessitait la valeur de λ_0 afin d'extraire, de la figure 7, la valeur de $\langle F(\theta) \rangle$. La valeur de κ était accessible après avoir détaillé le calcul de la surface alaire S de l'aile. Et il fallait enfin la valeur de ω pour conclure. Un retour sur la réponse à la question 3 ou une analyse rapide de la figure 2 permettaient aux candidats de valider la valeur de la puissance moyenne transférée au rotor dans ce modèle.

III Générateur

Q17. Les démonstrations proposées sont en général trop peu soignées. Plusieurs éléments de démonstration ont été exigés par les correcteurs : analyse des symétries des courants et ses conséquences sur le champ magnétique, rappel et utilisations des hypothèses de l'énoncé (champ magnétique radial dans l'entrefer, matériau ferromagnétique doux de perméabilité magnétique relative infinie), schéma représentant le contour d'Ampère orienté, énoncé du théorème d'Ampère et son application *détaillée* (d'autant plus exigée que le résultat était fourni).

Q18. Trop de graphes ont été tracés sans explication et sont donc rarement corrects.

Q22. Cette question a été assez discriminante. Les candidats qui connaissaient leur cours et qui ont progressé avec rigueur ont obtenu la bonne réponse. Trop de candidats se sont trompés dans le calcul de l'intégrale $\int_0^{2\pi} \cos^2(\theta + \phi) d\theta$ qui est égale à π et non à $1/2$.

IV Aimant des rotors

Q30. Une rédaction minimale est attendue. De nombreux candidats n'ont écrit que des formules, souvent numériques, sans aucune explication.

Q31. Seulement un tiers des candidats attribue correctement les zones d'immunité, passivation et corrosion.

Q32. 20% de bonnes réponses pour les deux équations demandées. Les expressions et valeurs des constantes d'équilibre rencontrent encore moins de succès.

Q33. Question mal réussie alors qu'il s'agit d'un exemple typique de corrosion différentielle. Nombreuses confusions entre les zones d'oxydation et de réduction. De nombreux candidats situent la zone cathodique au sommet de la goutte, ce qui oblige certains à faire circuler des électrons dans la solution aqueuse.

Q34. Un calcul des potentiels d'équilibre redox pour les deux couples mis en jeu devait être effectué avant le tracé.

Q36. Trop de copies où les candidats alignent des formules sans aucune phrase d'explication et comportant des notations non définies (n , m , ρ). Cette question est certes non guidée mais sans difficulté. Le jury attend des candidats une rédaction soignée, expliquant les différentes étapes du raisonnement.

Conclusion

Comme chaque année, la corrélation entre la note attribuée à la copie et la qualité de rédaction et d'argumentation est importante.

Le jury conseille aux futurs candidats de lire avec suffisamment d'attention le sujet en début d'épreuve afin de bien gérer les quatre heures de composition en identifiant les parties ou les questions les plus abordables.

De nombreux candidats se sont bien préparés, ont fait preuve de clarté et de précision dans leurs copies et ont montré leur capacité de réflexion sur les questions scientifiques proposées.

Le jury encourage les futurs candidats à travailler ces compétences tout au long des deux années de préparation afin de les valoriser le jour de l'épreuve.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Présentation du sujet

L'épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur de la session 2021 a pour support d'études un « Stabilisateur vertical pour appareil photo ». Il s'agit d'un dispositif qui limite, lors de prises d'images, les déplacements verticaux de l'appareil induits par l'utilisateur qui marche ou qui court. La problématique abordée dans ce sujet est la validation puis la comparaison de deux solutions commercialisées pour satisfaire les objectifs de maîtrise de la position de l'appareil photo à l'équilibre et en mouvement. La première solution dite passive est un mécanisme principalement constitué de quatre solides formant un parallélogramme et d'un ressort de traction. La seconde, dite active, intègre un motoréducteur permettant une régulation de la position de l'appareil photographique.

Le sujet est construit en quatre parties, selon un fil conducteur menant le candidat de l'analyse du cahier des charges à la comparaison des performances des deux solutions. Chaque partie est organisée avec une progressivité dans les difficultés donnant la possibilité à tous de s'exprimer.

La *première partie*, très courte, porte sur l'analyse des mouvements de marche et de course d'un utilisateur et la justification des critères chiffrés de l'exigence relative à la position de l'appareil photo en mouvement. Les candidats sont invités à analyser des captures du mouvement vertical d'une perche tenue des deux mains par un utilisateur qui se déplace sur un sol plat. Cette analyse leur permet d'appréhender la problématique du sujet et les amène à justifier l'utilisation d'un filtrage de ces perturbations.

La *deuxième partie* est consacrée à la vérification du respect de l'exigence relative à la position à l'équilibre de l'appareil photo dans le cadre de l'utilisation de la solution passive. Dans cette partie, les candidats sont amenés à mettre en place un modèle statique du mécanisme permettant de vérifier la capacité du système à permettre l'amplitude des déplacements verticaux attendue et le maintien de la position d'équilibre de l'appareil dans la plage de fonctionnement définie.

La *troisième partie* est consacrée à l'étude dynamique de la solution passive. Les candidats sont invités à déterminer un modèle dynamique, à le valider en comparant les résultats de la simulation du modèle dynamique et les mesures des signaux expérimentaux. Ils analysent ensuite les résultats obtenus pour conclure sur la satisfaction de l'exigence relative à la position de l'appareil photo en mouvement. Ce dernier point met en évidence la nécessité d'ajouter une commande active au système.

La *quatrième partie* de ce sujet propose aux candidats d'élaborer la loi de commande d'un système de filtrage actif conçu autour d'un actionneur électrique. Le questionnement initial les amène à étudier une loi de commande permettant de filtrer les composantes haute fréquence dues au mouvement de l'utilisateur et de conserver les composantes basses fréquence de façon à assurer la position d'équilibre. La loi de commande proposée est organisée autour d'un régulateur série comportant un terme intégral dont la démarche de synthèse conduit à choisir les paramètres selon une approche fréquentielle « classique ». L'actionneur est considéré idéal, c'est-à-dire ayant une dynamique infiniment rapide. Puis l'étude a pour objet de prendre en compte le retard induit par la chaîne de motorisation et les conséquences sur la stabilité. Cette partie se termine par la validation des exigences spécifiques à la commande active à partir de l'analyse du comportement temporel de cette solution.

Deux *questions de synthèse* terminent ce sujet. Elles permettent aux candidats de comparer les performances réalisées par les deux solutions, passive et active, aux performances attendues pour finalement, en intégrant des critères technico-économiques, proposer un choix entre les deux.

Analyse globale des résultats

Le jury est déçu des résultats obtenus par les candidats cette année car la moyenne est relativement faible alors que le sujet ne présente pas de difficultés particulières. Des questions (**Q7** pour la **Q8**, **Q11** pour la **Q12** par exemple) sont ajoutées par les auteurs pour guider le candidat dans sa réflexion quand la démarche à suivre n'est pas directement donnée dans la question (**Q13**).

Le contexte de formation des deux dernières années est bien évidemment une circonstance atténuante mais il n'explique pas tout, car des parties entières du sujet portent sur des compétences à acquérir en PCSI. Concrètement, moins de la moitié des candidats maîtrise les cas d'application et les méthodes de base de la mécanique (**Q8** et **Q9**) ou la condition d'équilibre d'un solide soumis à deux glisseurs. Seulement un quart des candidats est capable de trouver et de conduire la démarche pour appliquer le théorème de la résultante statique orthogonalement aux inconnues que l'on veut voir disparaître et très peu sont rigoureux dans la démarche de résolution (bilan des actions mécaniques extérieures correct, point d'application du théorème du moment dynamique). Toutes ces compétences forment le socle attendu dans ce concours par les écoles.

À peine plus d'un quart des candidats maîtrise rigoureusement la stabilité en terme de phase de la boucle ouverte. Beaucoup considèrent que la stabilité est équivalente à la précision. La question **Q24** a mis en évidence le manque de maîtrise du tracé théorique des diagrammes de Bode pour beaucoup de candidats quand la fonction de transfert n'est pas un premier ordre classique. La question **Q25** est la plus difficile du sujet. Elle laisse aux candidats le soin de déterminer la méthode à appliquer. En fin de sujet, elle devait permettre d'identifier les meilleurs candidats.

Les questions d'analyse de résultats (qu'ils soient fournis ou trouvés) et de synthèse, ont été très mal traitées par une grande partie des candidats car, pour beaucoup, vérifier le respect (ou le non respect) d'une exigence consiste à écrire qu'elle est (ou n'est pas) respectée sans plus de justifications. Cela est loin de la nécessité de rigueur attendue à ce concours.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I Analyse du mouvement de l'utilisateur et justification du cahier des charges

Si la question **Q1** sur l'analyse des signaux, a été bien réussie dans l'ensemble, les réponses à la question **Q2** sur un choix de type de filtrage montrent une méconnaissance du vocabulaire (filtres passe-bas, passe-haut, coupe-bande...) d'une part importante des candidats ou un certain manque de sens physique perceptible au regard de l'effet de filtrage nécessaire.

II Vérification du respect de l'exigence relative à la position d'équilibre

La manipulation élémentaire (**Q3**) qui permet d'obtenir les coordonnées du centre de masse, a été bien traitée par une très grande majorité et la fermeture géométrique (**Q4**) n'a pas posé de difficulté particulière. Les erreurs liées aux projections sont dues au fait que l'angle est représenté avec une valeur négative sur le schéma cinématique.

À partir de la fermeture géométrique, les candidats ont obtenu sans difficulté l'expression du paramètre de longueur (**Q5**). Quant à la question **Q6**, elle a été souvent abordée par les candidats et les fautes de signes, ou l'oubli de la tension initiale dans l'expression de l'effort, représentent la majorité des erreurs rencontrées. Le jury ne s'attendait pas à ce que la question **Q7** soit aussi mal traitée. Beaucoup de candidats n'ont pas su donner la direction des efforts ou l'ont donnée sans justification ou complètement fautive. La question porte pourtant sur un cas de figure élémentaire d'un solide soumis à deux glisseurs. Les compétences évaluées dans les questions **Q8** et **Q9** le sont chaque année. Malgré cela, le jury regrette encore cette année l'absence de méthode et le manque de rigueur. La démarche, pourtant simple, consiste

à expliciter, avant d'écrire toute équation : l'ensemble des solides isolés, le bilan des actions mécaniques extérieures, le théorème retenu ainsi que la projection exprimée.

En **Q10**, le jury attendait que la fonction renvoie le résidu de l'équation d'équilibre obtenu à la question précédente. Beaucoup de candidats ont proposé une fonction basée sur une structure conditionnelle qui n'est pas compatible avec une approche par dichotomie.

La lecture du graphe (**Q11**) permet de déterminer les deux angles d'équilibre et les candidats doivent se reporter au cahier des charges pour vérifier que ces valeurs sont comprises dans l'intervalle spécifié. (**Q12**), ils doivent vérifier à partir de la relation établie à la **Q3** et des angles d'équilibre déterminés à la question précédente, que le débattement autour des positions d'équilibre permet à l'appareil photo d'évoluer verticalement d'au moins ± 20 mm vers le haut et vers le bas.

III Détermination de la loi de mouvement du système perturbé

Les questions **Q13** à **Q15** proposent aux candidats de formuler, en exploitant les théorèmes du principe fondamental de la dynamique, l'équation différentielle (**Q13**) décrivant le comportement de la solution passive et de formuler les fonctions Python en vue de la résoudre (**Q14** et **Q15**). Par manque de rigueur, une partie des candidats a abouti à des développements calculatoires inutiles et longs ne leur permettant pas de démontrer la forme proposée, ou encore à des erreurs de signe lors des projections. Le développement de la fonction Python a été réussi par une partie des candidats, même si une formulation complètement correcte n'a été réussie que par très peu d'entre eux. On peut remarquer beaucoup d'erreurs dans les types de variables manipulées.

Les questions d'analyse (**Q16** et **Q17**) amènent les candidats à conclure d'une part sur la validité du modèle développé (**Q16**) et sur les performances du filtrage passif. Sur la validité du modèle beaucoup de candidats confondent l'exigence sur les performances du système avec celle de validité du modèle, concluant ainsi de façon erronée. On peut noter par ailleurs que l'analyse comparative des signaux proposés (issus de mesures et de résultats de simulation) reste, pour beaucoup de candidats, beaucoup trop qualitative. Concernant la conclusion sur le niveau de performance, même si une part non négligeable de candidats conclut correctement (souvent avec des phrases confuses et maladroitement), beaucoup de réponses s'appuient sur le niveau des signaux relevés et non pas sur le niveau d'atténuation des signaux selon les fréquences mises en jeu. Le jury recommande aux candidats de lire attentivement les exigences considérées.

IV Étude d'avant-projet d'une solution technique avec une commande active

Après la mise en place d'un modèle dynamique du système (**Q18**) le questionnement amène à l'étude de la stabilité (**Q19**) de la structure de commande et à montrer l'insuffisance d'une correction proportionnelle. La mise en place du modèle dynamique, pourtant simple, n'a été complètement réussi que par un faible nombre de candidats. Le jury rappelle que le « bras de levier » n'est pas un théorème. L'analyse de stabilité pouvait être faite d'une façon succincte et rapide en étudiant la marge de phase ou encore en étudiant les propriétés de la fonction de transfert en boucle fermée. Le jury constate un nombre anormalement élevé d'erreurs souvent par confusion entre stabilité et précision ou encore dans le calcul de la fonction de transfert en boucle fermée. Le jury rappelle que la fonction de transfert caractérise une relation entre une entrée et une sortie d'un système linéaire, les entrées non considérées sont mises à zéro lors du calcul.

Les questions **Q20** à **Q22** amènent les candidats à déterminer, selon une démarche proposée, les paramètres d'un correcteur stabilisant le système bouclé, au regard des performances escomptées (rapidité, marge de phase). La question **Q20** permet aux candidats de poser les contraintes du correcteur en vue de déterminer les paramètres associés (**Q21** à **Q22**). Une part très importante de candidats ne maîtrise pas la notion de marge de phase et se trouve bloqué dans la suite de la démarche.

Les questions **Q23** à **Q25** demandent aux candidats de compléter le diagramme de Bode de la structure d'analyse retenue, puis d'exploiter ce tracé pour déterminer les conditions de stabilité. Si le tracé du diagramme de Bode est pour une grande partie des candidats correctement réussi, l'analyse des conditions de stabilité pose encore des problèmes en raison d'une lecture trop rapide des exigences (confusions dans le cahier des charge) ou d'un manque de rigueur ou de précision dans la démarche.

La question de conclusion partielle (**Q26**) a été généralement bien réussie sur la partie rapidité et précision, même si on peut remarquer parfois des rédactions maladroitement ou imprécises (beaucoup de réponses se limitent à analyser les performances pour une seule masse d'appareil). Cependant la conclusion de la stabilité ne peut se faire sur la seule analyse de la convergence sur un signal particulier, il faut pour répondre avec pertinence s'appuyer sur les performances manipulées lors de la phase de synthèse du correcteur et d'analyse de la robustesse.

V Synthèse

Les questions de synthèse (**Q27** et **Q28**) invitent les candidats à conclure d'une part sur les performances de chaque solution (**Q27**) et à établir un tableau comparatif de ces solutions (**Q28**) en utilisant des indicateurs comme la masse, le coût possible, la consommation énergétique etc.

Dans l'analyse des performances beaucoup de candidats ne sont pas revenus à la problématique initiale de l'étude, à savoir les exigences de filtrage des perturbations sur une bande limitée de fréquences et n'ont pas en conséquence analysé les bons critères. En particulier, il fallait ici s'intéresser à la bande de fréquences 1,5 Hz – 2,8 Hz en analysant le niveau d'atténuation de chaque solution et vérifier que les composantes basse fréquence étaient conservées.

La mise en place d'un tableau comparatif a été dans l'ensemble assez bien réussie en notant qu'au niveau des performances des positions d'équilibre beaucoup de candidats se sont limités aux seuls aspects statiques sans évoquer les aspects dynamiques (filtrage des perturbations).

Conclusion

Au bilan, la réussite à cette épreuve, ne comportant pourtant pas de réelle difficulté vis-à-vis de son cahier des charges, interroge. Le nombre de très bonnes copies est très faible et beaucoup trop se situent bien en dessous des attentes du concours. Il est à espérer que la situation complexe de formation dans laquelle cette génération de candidats s'est retrouvée en est la principale explication et que les années suivantes montreront une nette amélioration en termes de maîtrise des compétences attendues en fin de cycle PCSI/PSI. Il faut, encore plus que d'habitude, appeler les candidats à faire preuve de rigueur dans leur composition.

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

La validation de l'étude en sciences industrielles pour l'ingénieur est conduite par l'analyse de l'écart entre les performances attendues, données dans le cahier des charges, et les performances simulées, calculées au fil des questions. Le jury ne peut se satisfaire de réponses superficielles. Cette analyse doit être conduite avec rigueur et méthode. L'écart ne peut être que la « différence » entre les niveaux attendus et réalisés pour un critère clairement identifié et caractérisé par une métrique. Le jury conseille donc de lire attentivement le cahier des charges pour identifier les critères et les niveaux d'exigence demandés. Il attend qu'ensuite, les candidats se prononcent sur la pertinence de la solution.

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

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

Informatique

Présentation du sujet

Le sujet aborde le thème de la génération d'images bidimensionnelles à partir d'une scène en trois dimensions contenant des sphères éclairées par des sources lumineuses. Une technique de lancer de rayons est proposée en relation avec l'utilisation de lois physiques de propagation, de réflexion et de diffusion de la lumière.

Avec trente questions réparties sur cinq parties, le sujet fait très largement appel aux connaissances algorithmiques et pratiques du programme de première année. Beaucoup de questions relèvent de la programmation en langage Python. Quelques questions traitent de la complexité des solutions proposées. Quatre questions abordent spécifiquement la partie du programme consacrée aux bases de données.

Le problème envisage successivement :

- les outils géométriques nécessaires à la représentation d'une scène et des rayons lumineux ;
- les lois physiques de l'optique régissant les rayons lumineux ;
- une structure de base de données adaptée à la gestion des scènes ;
- l'algorithme de lancer de rayons ;
- quelques améliorations possibles de l'algorithme.

Analyse globale des résultats

Le sujet est progressif : la première partie a été la mieux réussie, la partie II un peu moins bien, la partie IV encore un peu moins bien et la V n'a été traitée que par les meilleurs candidats.

La partie III sur les bases de données est la seconde partie la mieux réussie. Le jury constate comme l'année précédente une bonne maîtrise globale des bases de données. De nombreux candidats ont pu valoriser leurs compétences sur le sujet.

Le jury rappelle que pour chaque fonction Python, le sujet a un certain nombre d'exigences et que toutes doivent être satisfaites. Ainsi, si le sujet demande une fonction renvoyant un tableau numpy, alors la fonction ne doit pas renvoyer une liste. Une fonction ne satisfaisant qu'une partie des exigences de l'énoncé ne reçoit qu'une partie des points.

Le soin, la présentation et la lisibilité des copies a été prise en compte dans l'évaluation.

Le jury est globalement satisfait du niveau en informatique atteint par les candidats et encourage les futurs candidats à travailler cette matière importante dans le cursus d'un ingénieur.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I Géométrie

Cette première partie évalue la capacité à écrire des fonctions Python élémentaires, à comprendre le lien entre un objet géométrique et sa représentation informatique. C'est la partie qui a été la mieux réussie par les candidats. En moyenne, les candidats ont obtenus 51 % des points.

Un quart des candidats a bien réussi cette partie, mais un cinquième a été mis en difficulté. Ces étudiants plus faibles ont été notamment pénalisés en raison d'une maîtrise de la syntaxe de Python inférieure à celle des autres candidats (attention notamment à l'indentation, à l'orthographe des mots-clés et à l'utilisation de `return`). Certains se sont trompés dans la formule du produit scalaire, ce qui a évidemment été sanctionné.

En **Q5**, il est demandé d'expliquer ce que font 3 fonctions. Il est nécessaire de prendre du recul. Il n'est pas demandé de *paraphraser* le code, mais d'expliquer le lien entre les entrées et les sorties de la fonction, de comprendre le sens géométrique de ces fonctions. En particulier, il est attendu que les candidats reconnaissent que ces fonctions renvoient les représentations d'objets géométriques. Les quatre cinquièmes des candidats (79%) ont bien réussi cette question. Un cinquième des candidats a visiblement mal compris.

Les questions **Q7** et **Q8** mobilisent des compétences mathématiques. Une solution complexe est acceptée, mais le jury ne peut qu'encourager les candidats à aller au plus simple, par exemple en remarquant que $-\sqrt{\Delta}$ est inférieur à $+\sqrt{\Delta}$.

II Optique

Cette partie demande aux candidats de traiter informatiquement des problèmes d'optique. Le jury ne peut qu'encourager l'utilisation de dessins, au brouillon pour comprendre ce qu'il faut faire, et sur la copie pour expliquer sa réponse.

Q9 demande au candidat de trouver une condition qu'il doit ensuite utiliser en **Q10**. Les candidats ont intérêt à choisir une condition simple et efficace, sinon l'écriture de la fonction sera plus dure. Là encore, le jury encourage la recherche de la simplicité, mais accepte les solutions complexes. L'utilisation d'un dessin pour aider à *justifier* la formule de la question **Q9** est pertinente.

Les questions **Q11** à **Q13** demandent d'écrire des boucles, d'être très précautionneux et de ne pas oublier les différents cas particuliers à traiter.

Q13 nécessite de réfléchir au préalable, tracer une figure est utile à cette réflexion. Il est déconseillé de se lancer directement dans l'écriture de la fonction. Les candidats qui ont cherché d'abord à exprimer mathématiquement \vec{w} en fonction de \vec{N} et \vec{u} ont bien réussi cette question, les autres non.

III Enregistrement des scènes

Cette partie demande d'écrire des requêtes SQL. C'est la seconde partie la mieux réussie par les candidats.

Pour répondre correctement à **Q14**, il est fortement recommandé de lire la documentation SQL en fin de sujet. La majorité des erreurs à cette question sont dues à un mésusage de `EXTRACT` pourtant expliqué dans cette documentation.

Les questions **Q14** à **Q16** ont été bien réussies par les candidats. **Q17** a posé plus de difficultés, en particulier l'autojointure a été un point assez discriminant.

Les jointures sur plus de deux tables des questions **Q16** et **Q17** ont mené à un certain nombre d'erreurs de syntaxe. Le jury recommande aux candidats d'y prêter attention.

IV Lancer de rayons

Les questions **Q18** à **Q22** sont des questions de programmation assez classiques. Il est recommandé de réfléchir à la structure de la fonction avant de la programmer. En outre, tous les cas doivent être traités : lorsqu'une fonction peut, dans certains cas, renvoyer `None` (comme la fonction `interception`), les candidats doivent y faire attention quand ils l'utilisent et doivent traiter correctement ce cas particulier.

Les questions **Q23** et **Q24** sur la complexité ont été assez classantes, distinguant certains candidats réussissant assez facilement des autres.

V Améliorations

Cette partie n'a été abordée que par les candidats les plus forts et a permis de les départager.

Conclusion

Le sujet aborde divers points du programme. Les résultats sont globalement satisfaisants.

La réflexion, la recherche de la simplicité, l'usage de dessins pour illustrer son propos, la clarté et la concision de l'expression sont autant d'atouts qui serviront les candidats en informatique et, plus généralement, dans leur carrière d'ingénieur.

Allemand

Présentation du sujet

Le dossier à synthétiser en allemand pose la question de la compatibilité entre un journalisme de qualité et l'utilisation des technologies modernes, notamment numériques.

Au-delà de cet aspect central que l'on retrouve dans le dossier constitué de trois articles et d'un dessin de presse, il convient de restituer impérativement par le biais d'une synthèse quelques pistes importantes, permettant de rendre compte de l'interaction entre les différents documents et de développer une pensée en mouvement :

- la question de la faculté d'adaptation des journalistes face aux nouvelles technologies ;
- la distinction entre les journalistes qui pourront s'adapter et les autres ;
- les avantages des progrès technologiques à condition qu'ils soient employés à bon escient, notamment la possibilité de se concentrer sur le journalisme d'investigation en déléguant les tâches de routine aux ordinateurs, et la possibilité de s'adapter à des lecteurs très différents les uns des autres ;
- la question de la crédibilité des journalistes à l'ère des infox (également appelées « fake news ») et des attaques contre la presse (accusée d'être une « Lügenpresse ») ;
- la question de la démocratie et de la violence ;
- l'injonction faite aux journalistes de demain de renoncer au sensationnel au profit de la précision, de renoncer aux moteurs de recherche au profit de la vérification des sources ;
- l'attention prêtée aux lecteurs, à leur souhait de pouvoir faire confiance, de voir leur diversité prise en compte, et la nécessité de les informer sur le métier de journaliste.

Cette synthèse conduit par conséquent à mobiliser des champs lexicaux diversifiés, entre autres le registre technologique, économique, politique et journalistique. Le dessin de presse et les quatre situations qu'il représente doivent conduire également à recourir à des outils linguistiques adaptés pour décrire concrètement les différentes étapes de l'évolution du journalisme.

Analyse globale des résultats

L'ensemble du dossier a en général été globalement bien compris, et il y a eu très peu de contresens imputables à des lacunes linguistiques. Dans certains cas, des concepts comme « fake news » et « Lügenpresse » ont été mal interprétés ou exploités à tort. Dans certains cas, le concept de « fake news » a été abusivement considéré comme l'unique enjeu du dossier, ce qui était réducteur.

Les candidats ont dans l'ensemble bien réalisé la nécessité de structurer la synthèse et de rendre compte de l'interaction entre les documents. On déplore toutefois que la structuration de la synthèse soit trop souvent manichéenne et se borne à une juxtaposition type avantages/inconvénients, ce qui n'est pas de nature à rendre compte de toutes les nuances et ne permet pas de réelle progression dans l'argumentation.

On regrette cette année un nombre trop important de copies à la présentation négligée, avec de nombreuses ratures, une écriture illisible, voire des lettres déformées.

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 limite pas à constater de vagues problèmes ou de vagues défis,

d'une problématique 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, le jury regrettera néanmoins dans certaines copies une tendance, heureusement en régression, à abuser de la citation, à s'abstenir de reformuler, ce qui va à l'encontre des recommandations faites aux candidats. Une synthèse n'est pas une paraphrase ni un collier de citations. L'incorrection grammaticale, dans la mesure où elle nuit à l'articulation logique des arguments et à la réception globale du message, a été également sanctionnée, le critère principal étant ici l'intelligibilité. 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'enchaînement ordonné, à un simulacre d'interaction. Ils sont invités à prendre confiance en leurs capacités à se plier à ces contraintes naturellement, et de ce fait aussi à faire confiance au sujet qui rend possible le déploiement sans artifice 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 qui ne font pas sens 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 se doit de prendre en compte l'ensemble des documents et les candidats doivent s'efforcer de prendre du recul pour ne pas proposer de problématique partielle ou biaisée. Il faut en outre se garder de toute contextualisation abusive dans l'introduction. Ainsi les considérations sur les théories du complot à l'heure du coronavirus étaient-elles inopportunes. Les candidats ont ensuite le choix : soit présenter les axes de leur synthèse en fin d'introduction, soit se contenter de bien marquer au cours de leur développement tout changement de perspective, à condition que ces changements ne soient pas abrupts mais respectent et marquent une logique de progression. Surtout, 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, ce qui les conduit souvent à se répéter. La synthèse se doit aussi de bien hiérarchiser les éléments de l'argumentation et de ne pas négliger les éléments qui nuancent les constatations générales.

Parmi les arguments qui ont parfois été négligés cette année :

- le point de vue des lecteurs ;
- le sort des journalistes qui ne sont pas multitâches ;
- l'enjeu politique et les menaces sur la démocratie ;
- les raisons du sensationnalisme.

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 et 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 éventuelle des documents et la problématisation mobilisent également un lexique spécifique (dates, sources, interrogation indirecte, hiérarchisation, marqueurs logiques et chronologiques, etc.). Trop de candidats ne maîtrisent pas correctement des termes aussi courants dans ce type d'exercice que *das Bild (-er)*, *der Artikel (-)*, *die Gefahr (-en)*, *das Problem (-e)*. La synthèse et l'enchaînement ordonné supposent aussi un entraînement à la formulation de l'opposition, du parallélisme, du paradoxe, du constat de faits. Il convient enfin de ne pas faire de fautes sur des mots donnés dans le sujet comme par exemple les titres ou les sources des documents.

Les candidats sont également encouragés à viser la correction morphologique et syntaxique, dont l'absence ne saurait être compensée par une bonne compréhension ou une synthèse habile. On ne peut ici que renvoyer aux rapports précédents et insister sur les lacunes principales constatées cette année : accord sujet/verbe, place du verbe conjugué dans la principale, la subordonnée et l'indépendante, construction du complément du nom, construction du passif, déclinaison du groupe nominal, cas régis par les prépositions, usage du comparatif, 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 le montre le niveau élevé de compréhension des documents cette année. La cohérence de la synthèse doit prendre en compte la totalité des documents. Le respect des contenus des documents, la mise en évidence de leur interaction, le temps consacré à une analyse méticuleuse préalable ainsi que le souci d'une habile reformulation lexicale sont les clefs d'une synthèse de qualité.

Anglais

Présentation du sujet

Cette année, le dossier proposé pour les filières MP, PC et PSI est composé de quatre documents qui permettent de s'interroger sur le rôle et la place à accorder aux statues à l'effigie de certaines figures historiques en particulier dans l'espace public. Depuis plusieurs années déjà, d'abord aux États-Unis puis en Europe, un vent de contestation souffle sur ces statues mémorielles perçues comme des emblèmes du racisme dans une société en perpétuelle évolution. En 2017, alors qu'il était maire de la Nouvelle-Orléans, Mitch LANDRIEU publie un article dans *The Washington Post* visant à expliquer les raisons qui l'ont poussé à retirer les statues des héros confédérés de l'espace public dans sa ville. Les décisions prises par cet homme politique engagé réveillent également la question de la fabrique de l'Histoire et de sa réécriture, question qui est aussi abordée par Melody BARNES, directrice du Conseil de la politique intérieure de la Maison-Blanche sous la présidence de Barack OBAMA. Lorsque cette dernière écrit dans *The Washington Post* en juillet 2020, c'est pour témoigner et livrer son expérience de femme noire résidant à Richmond, en Virginie, non loin de la statue du Général Robert E. LEE, cible des manifestants exprimant leurs revendications en réaction à la mort de George FLOYD à Minneapolis dans le Minnesota en mai 2020. En effet, suite à cet événement, le monde a vu tomber les statues de certaines figures historiques contestées, comme la statue d'Edward COLSTON, marchand britannique d'esclaves de la fin du XVII^e siècle, qui a été déboulonnée puis jetée dans le port de Bristol par des manifestants. Dans ce contexte, en juin 2020, l'hebdomadaire britannique *The Economist* publie un éditorial qui s'interroge sur le devenir de ces statues qui glorifient des personnalités ayant joué un rôle dans la colonisation et l'esclavage. Quelques jours plus tard, à travers un dessin de presse publié dans *The Philadelphia Inquirer*, Signe WILKINSON répond avec ironie à ceux qui ne verraient pas toute la complexité des débats qui ne peuvent se réduire à une simple opposition entre l'Histoire « officielle » d'un côté et une « autre » Histoire, celle que la rue tente de mettre en exergue, voire de réécrire, de l'autre.

Analyse globale des résultats

Les candidats n'ont eu, dans l'ensemble, aucune difficulté à contextualiser le dossier : bon nombre d'entre eux ont fait référence à la mort de George FLOYD, aux nombreuses manifestations anti-racistes organisées ensuite dans plusieurs pays ainsi qu'aux revendications et à la montée en puissance du mouvement *Black Lives Matter*. La nature des documents et les points de vue ont généralement été assez bien identifiés et l'exercice de la synthèse est maintenant bien compris. Les candidats s'efforcent de croiser les documents dans un développement aux parties distinctes et facilement identifiables.

En revanche, les candidats ont trop souvent limité leur lecture du dossier à la sphère américaine, se focalisant sur les débats autour des statues des confédérés uniquement, alors que la question de la place de ces monuments dans l'espace public était également soulevée en Europe et plus précisément au Royaume-Uni suite au déboulonnage de la statue de COLSTON. Le jury a également regretté que, malgré les recommandations faites dans les précédents rapports, les candidats aient négligé le document iconographique qui n'a que très rarement été pleinement exploité.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Critères d'évaluation

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

– Problématisation

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à formuler une problématique pertinente qui englobe toutes les sources et oriente la construction de son propos. Une simple thématique ne saurait constituer une problématique, même si elle est précédée de l'expression « *To what extent* ».

– Restitution des informations

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à repérer les informations essentielles de l'ensemble du corpus et à les hiérarchiser de façon pertinente. Ce critère permet aussi d'évaluer la finesse d'analyse des candidats et la restitution des nuances de points de vue. En revanche, le candidat ne doit jamais exprimer son propre point de vue, y compris en conclusion : les ajouts d'éléments extérieurs, commentaires ou prises de positions personnelles sont sanctionnés.

– Synthèse

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

– Répertoire linguistique

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à mobiliser les champs lexicaux adéquats, mais aussi sa capacité à s'exprimer dans une langue claire. Il ne s'agit donc pas de complexifier inutilement le discours mais bien de se rapprocher d'une langue authentique et adaptée à la restitution du message. « Répertoire linguistique » fait référence au degré de précision et de nuance qu'autorise la maîtrise linguistique du candidat.

– Correction linguistique

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

La présentation et le soin de la copie

Les candidats doivent s'efforcer de rendre une copie lisible et propre. Certaines copies sont très difficiles à lire d'une part à cause de la graphie et d'autre part à cause de nombreuses ratures et ajouts après coup, ce qui constitue un obstacle majeur à la correction pour l'ensemble des critères d'évaluation.

Le titre

Un titre précis et informatif, qui indique clairement le thème du dossier, est requis. Il est inutile de chercher des titres accrocheurs, ou des jeux de mots plus ou moins judicieux. Les candidats ne rédigent pas un article qui sera publié. Les meilleurs titres prennent la forme d'un syntagme ou d'une phrase simple, contenant les mots clés du dossier et en résumant l'idée générale. Par exemple : *From celebrating to remembering controversial historical figures* ; *Taking down racists' statues : erasing or addressing the past?* ; *Taking down racists' statues : a symbolic, historical, and political stake*. Formuler une question pour le titre peut convenir mais ne peut se substituer à la formulation d'une problématique. De plus, il est mal venu d'utiliser la même question pour le titre et la problématique au sein de l'introduction. Cette année nous avons constaté peu d'oublis pour le titre.

Introduction et problématisation

La difficulté d'une introduction réussie réside à la fois dans sa concision et sa précision. Il s'agit pour les candidats à la fois de montrer les liens logiques entretenus par les sources autour d'une thématique

et de démontrer leur capacité d'analyse par l'explicitation des enjeux du corpus. Pour ce faire, une contextualisation à l'aide d'éléments extérieurs au dossier n'est pas une plus-value et peut même s'avérer laborieuse et très longue. En d'autres termes, il faut vraiment se limiter aux idées développées dans les documents, même pour l'accroche. Certains candidats choisissent d'ailleurs de commencer leur devoir en citant brièvement l'un des auteurs pour entrer rapidement dans le vif du sujet.

La problématique

Les candidats doivent accorder une attention particulière à la formulation de la problématique afin que celle-ci soit en cohérence avec l'ensemble des documents du dossier. Certains candidats ont mal ciblé leur problématique en se concentrant uniquement sur les statues des confédérés aux États-Unis, ce qui ne permettait pas de couvrir l'ensemble du dossier. En effet, le point de départ dans *The Economist* est bien le déboulonnage de la statue d'Edward COLSTON en juin 2020 à Bristol. La problématique doit également permettre de rendre compte des nuances présentes dans chacun des documents. Les problématiques binaires reprenant la formulation du sous-titre de l'éditorial de *The Economist* — *Should [statues] stay or should they go?* — ont rarement permis aux candidats de montrer la complexité des enjeux du dossier. Enfin, le jury s'étonne que certaines introductions ne débouchent sur aucune problématique, les candidats se contentant de présenter les documents les uns à la suite des autres avant de passer au développement. Or, il est essentiel de définir un axe directeur pour orienter sa réflexion. La problématique doit être présente de préférence sous la forme d'une question directe mais cela n'est pas obligatoire. Les formulations indirectes sont acceptées dans la mesure où elles ne conduisent pas à confondre problématique et thématique.

La présentation des sources

Comme la synthèse s'adresse à une personne qui ne connaît pas les documents, il convient de bannir les références contextuelles (comme par exemple document 1, the first document, the last document) dès l'introduction ainsi que dans l'ensemble du devoir. Cela est source de confusion, ne permet pas de faire ressortir la spécificité des points de vue exprimés et est donc pénalisé. Il convient en effet de présenter les documents en prenant bien en compte leur date de publication, leur nature, la ou les aires géographiques concernées ainsi que les points de vue en présence. L'analyse de ces éléments, qui constituent une aide précieuse à la conceptualisation, doit permettre aux candidats de montrer qu'ils ont compris les enjeux du dossier et d'en rendre compte avec concision. Certaines introductions résumant chacun des documents les uns après les autres sont beaucoup trop longues, ce qui constitue un écueil majeur. Nous rappelons qu'il convient de respecter les conventions typographiques en soulignant le nom des journaux et des œuvres.

L'annonce de plan

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

Le développement de la synthèse

La structure de la synthèse

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

Rappelons aux candidats que le plan de synthèse attendu à ce niveau de concours se doit de dépasser la restitution purement factuelle et témoigner d'un niveau d'analyse qui démontre qu'ils ont compris les enjeux du corpus.

Voici deux exemples de plans, proposés par les candidats, qui permettent de couvrir les enjeux du dossier.

– Exemple 1

- I. The dark past of controversial statues that should no longer be celebrated
- II. The need to remember and to preserve history
- III. Finding statues a proper place to build a better future

– Exemple 2

- I. A social and moral awakening
- II. A divisive debate
- III. Hope to create a new narrative

Le croisement des documents

La confrontation des points de vue proposés dans les différents documents est un élément essentiel de la synthèse. Les documents doivent être croisés de façon équilibrée dans chacun des paragraphes et aucun document ne doit être négligé pour que la synthèse soit aboutie. Le dessin de presse de Signe WILKINSON a été beaucoup trop souvent survolé et n'a pas suffisamment été confronté aux autres documents. Une analyse attentive de certains détails du dessin, notamment les paroles du jeune activiste identifié comme tel par le poing levé sur son T-shirt, aurait permis aux candidats de mettre à jour certains axes essentiels du dossier et certaines nuances. Par ailleurs, les idées développées dans chaque paragraphe doivent être articulées et non juxtaposées : dans certaines copies, les documents sont systématiquement mentionnés les uns après les autres, parfois dans le même ordre pour chacun des paragraphes et sans être reliés ou confrontés. Pour que la synthèse soit convaincante, les idées doivent être hiérarchisées dans chacun des paragraphes en fonction de l'argument avancé. Confronter plusieurs documents dans une seule et même phrase autour d'une idée centrale relève, par exemple, d'une approche synthétique.

La référence aux documents doit se faire avec précision, en distinguant bien l'auteur de la source. Cela était d'autant plus nécessaire cette année car deux publications étaient tirées d'un même journal, *The Washington Post*. Faire référence uniquement à *The Washington Post article* était beaucoup trop vague. Il faut également intégrer habilement la référence aux documents et ne pas se contenter d'une mention de ces derniers en fin de phrase, entre parenthèses. Cela interrompt la lecture et ne permet pas de rendre compte des nuances de points de vue. Il est également très mal venu de se référer aux auteurs par leur prénom (*Melody*) et aux sources par des sigles hasardeux comme « TPI » pour *The Philadelphia Inquirer* ou « TWP1 » et « TWP2 » pour les deux articles du *Washington Post*.

Restitution et explicitation des nuances

Les candidats ont dans l'ensemble compris les enjeux du dossier même si certains ont fait une lecture trop rapide des documents et n'ont pas vu que le débat s'étendait au-delà des États-Unis. Les notions clés et les concepts explicites ont été repérés. La majorité des candidats a bien identifié l'aspect polémique et clivant de certaines statues et la nécessité d'agir à divers niveaux (politique, légal, institutionnel, social) pour trouver un consensus. Les meilleurs devoirs ont réussi à bien restituer des concepts plus fins tels que la notion de réconciliation évoquée par le maire de la Nouvelle-Orléans mais aussi par Melody BARNES dans son témoignage. C'est en interrogeant le passé dans un présent en constante évolution, voire en révolution, que le futur peut se construire. Ce sont ces liens entre le passé, le présent et le futur qui sont également explorés dans le dessin de Signe WILKINSON. Dans ce dernier, un jeune activiste, conscient de l'évolution de la société et des mentalités, montre à quel point il est absurde de penser que

le débat peut se résoudre en se contentant d'ajouter un contexte, une explication. Sans rentrer dans des développements trop approfondis et analytiques proscrits par l'épreuve de synthèse, il était par exemple possible de commenter l'ironie dans l'utilisation de l'adverbe *just*. Parmi les autres notions complexes abordées dans le dossier était celle de l'Histoire, présentée comme un palimpseste, et de sa réécriture.

La conclusion

Elle n'est pas requise ; en effet le dernier argument présenté peut avoir une valeur conclusive. Elle est inutile si elle reprend des arguments déjà présentés et pénalisante si elle amène à introduire des arguments extérieurs au dossier ou des commentaires personnels. Nous attirons particulièrement l'attention sur l'utilisation des modaux en conclusion. Cette année, il est arrivé que des copies se terminent par une prise de position claire des candidats du type : *Statues are too controversial and therefore should be removed*. Conclure ainsi relève du commentaire personnel qui est à proscrire dans la synthèse.

Qualité de la langue

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

Correction de la langue

Nous avons rencontré encore beaucoup de fautes de grammaire de base, comme par exemple les règles d'usage des adjectifs qui sont invariables en anglais et se placent devant le nom ou l'utilisation des modaux qui sont suivis d'une base verbale. Les erreurs de temps sont également fréquentes, notamment en introduction. De nombreuses copies démontrent un manque de maîtrise de la syntaxe des questions : certaines comportaient soit deux auxiliaires, soit pas d'auxiliaire du tout. Ce manque de maîtrise du questionnement est d'autant plus gênant qu'il est porté à l'attention du correcteur dès l'introduction, au moment de la formulation de la problématique.

Nous recommandons aux candidats d'accorder une attention toute particulière à la ponctuation, à la détermination et aux constructions des groupes nominaux complexes (génitifs, constructions en « of », constructions Nom+Nom). Par ailleurs, les candidats ont tendance à faire un usage abusif de l'aspect « be+ing », notamment dans l'utilisation de la métalangue du commentaire.

Répertoire linguistique

Nous avons remarqué que dans certaines copies les candidats tentent d'élever le niveau du vocabulaire, ce qui est à encourager, mais cela ne doit en aucun cas conduire à obscurcir le propos. Ceci a parfois eu pour effet de rendre le propos inintelligible au point qu'il était difficile de reconnaître les arguments reformulés. À l'inverse, les citations abusives sont pénalisées car elles sont une forme d'évitement.

Il est également attendu des candidats qu'ils maîtrisent certains termes spécifiques à la synthèse : un dessin (*a drawing*), un dessin de presse (*a cartoon*), un témoignage (*a testimony*). Nous tenons aussi à signaler l'usage abusif de « we », « us », « our » avec des formulations d'une grande maladresse et artificielles du type *our dossier*, *our documents*, *we can see*. Il en va de même de l'utilisation du modal *should* tout aussi mal venue dans une synthèse où le candidat doit s'assurer qu'il ne prend pas personnellement position : *we should not remove statues*. Enfin, il convient d'être particulièrement vigilant dans le choix des mots de liaison. Si ces derniers sont utilisés de façon inappropriée pour connecter deux idées qui n'ont rien à

voir l'une avec l'autre, le candidat fait dire aux documents ce qu'ils ne disent pas en réalité, et le sens du propos est altéré. À l'opposé, la clarté et l'authenticité de la langue ont été valorisées.

Conclusion

Le thème du dossier de cette année était un thème d'actualité qui a posé peu de problèmes de compréhension. Toutefois, une lecture trop rapide a souvent conduit les candidats à rédiger une synthèse qui ne rendait pas compte de toutes les nuances. Nous recommandons donc aux candidats d'utiliser les quatre heures dont ils disposent pour analyser en détail le paratexte (titre, source, date, auteur) car il est porteur d'informations précieuses pour bien comprendre tous les enjeux du dossier. Cette analyse est nécessaire afin d'élaborer une synthèse qui rende compte des rapprochements et oppositions perceptibles entre les différents points de vue exprimés.

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

Arabe

Présentation du sujet

En dépit d'une actualité brûlante et imposante, le sujet d'arabe de la session 2021 concerne la question lancinante du changement climatique dont l'impact reste majeur, pérenne, pour l'humanité tout entière. Ainsi l'article intitulé « *Le changement climatique menace de la survenue de cyclones de plus en plus destructeurs. Le nord de la péninsule arabique dans l'œil de la tempête* » aborde le sujet du changement climatique d'un point de vue planétaire. Il y expose scientifiquement les causes, les conséquences et indique son impact sur le monde arabe à travers des cyclones et des torrents qui ont frappé certains pays du Golfe, du Moyen-Orient et du Maghreb. Cette problématique du changement climatique n'apparaît qu'en filigrane de la carte géographique de l'est du continent africain intitulée : « *L'insécurité alimentaire autour de l'est de l'Afrique* » qui montre une situation alimentaire critique allant jusqu'à la famine dans certains pays arabes ou africains. Ce problème crucial de sécurité alimentaire dans le monde arabe est évoqué d'une manière fouillée et détaillée dans l'article « *L'avènement d'une sécurité alimentaire arabe : un défi de plus en plus difficile* ». L'auteur énumère les différents facteurs, dont le changement climatique, qui empêchent le monde arabe de jouir dans son ensemble d'une sécurité et d'une autonomie alimentaires. Le dernier article, « *L'Union Européenne accorde une subvention de six millions d'euros à la Mauritanie pour faire face au changement climatique* », illustre l'impact du changement climatique sur un pays arabe, notamment au niveau agricole, et la solidarité internationale pour y apporter une réponse adéquate.

Analyse globale des résultats

À l'instar de la session 2020, l'actuelle session s'est déroulée sous l'emprise d'une pandémie toujours aussi prégnante. Nonobstant, les prestations des candidats de l'actuelle session étaient globalement de meilleure qualité que celles de leurs prédécesseurs. Cela s'explique éventuellement par la préparation au concours qui s'est poursuivie jusqu'au bout cette année avec plus de rigueur en s'adaptant mieux aux aléas d'une conjoncture historique inédite.

Le jury a noté avec satisfaction que les candidats sont au fait des exigences formelles du concours. La majorité a proposé un titre de la synthèse même s'il n'est pas toujours pertinent, a indiqué le nombre de mots et a essayé, peu ou prou, de construire un travail cohérent autour d'une problématique. Cependant, certains candidats ne présentaient pas correctement les documents du dossier et se contentaient de mentionner leurs numéros (document 1, document 2, etc.). Le barème prévoit à partir de la session 2021 une pénalité pour cette présentation erronée.

Il est nécessaire aussi de traiter tous les documents et de n'opérer aucune omission. Or, certains candidats ont négligé tel ou tel document ou se sont contentés d'une simple mention au lieu de s'atteler à une vraie analyse et une réelle confrontation.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Problématique

La majorité des candidats n'a eu pratiquement aucune difficulté pour comprendre les documents puisqu'ils sont pour la plupart des arabophones, locuteurs natifs. Cependant, cela n'a pas aidé certains candidats à dégager une problématique appropriée qui permettait une approche pertinente du corpus. En effet, seule une lecture exigeante, attentive est susceptible d'articuler la *sécurité alimentaire* au *changement climatique* et de percevoir le rapport de cause à effet entre ces deux paradigmes. Fort heureusement, une

partie très significative des candidats (20 à 30 %) a bien repéré ce rapport et c'est parmi eux que l'on retrouve les copies les plus brillantes et les mieux abouties.

Une partie non négligeable des candidats a construit une synthèse autour de la problématique de la sécurité ou plutôt l'insécurité alimentaire en opérant parfois une jonction avec le changement climatique. Celui-ci n'apparaît pas clairement comme la cause principale de l'insécurité alimentaire. Quelques candidats ont choisi la problématique bateau de l'environnement qui n'a pas du tout permis de faire émerger les vrais enjeux qui traversent le corpus.

Certaines synthèses ne mentionnent aucune problématique et se contentent de restituer les éléments des textes sans les relier ou les hiérarchiser. Ainsi le changement climatique et la sécurité alimentaire sont mentionnés côte à côte comme deux éléments distincts. La synthèse est alors cumulative, clairsemée et manque de fil conducteur.

Un autre travers en rapport avec l'absence de problématique est le traitement linéaire des documents du dossier proposé à l'étude. Certaines copies, certes minoritaires, ont ainsi présenté séparément les documents selon l'ordre du dossier. Aucune hiérarchisation des idées et aucun souci de relier les textes en repérant les points de convergence mais aussi, le cas échéant, de divergence. Un tel travail est aux antipodes de ce qui est attendu dans cet exercice de déconstruction-reconstruction qu'est la synthèse.

Restitution

La restitution juste et équilibrée des éléments du corpus dépend étroitement de la pertinence du choix de la problématique. Ainsi, les restitutions complètes et détaillées qui échappent aux redites et redondances sont celles qui ont opté pour le *changement climatique* et son incidence sur la *sécurité alimentaire*. Les autres choix ont induit des restitutions parcellaires, incomplètes et tronquées. Les candidats qui ont choisi, par exemple, la sécurité alimentaire comme problématique ont négligé plusieurs éléments qui ont trait au changement climatique, notamment les considérations très techniques pour lutter contre le phénomène des cyclones.

Aussi, la restitution ne doit comporter que des éléments émanant du corpus dans un esprit de neutralité totale loin de toute considération subjective. Or, on trouve, à divers degrés, dans les productions des candidats cette année, quelques idées, notamment en introduction ou en conclusion, qui trahissent une sensibilité, une approche personnelle. Cette dérive prend une tournure extrêmement inquiétante dans le cas d'une copie où le candidat a jugé opportun de disserter sur la crise sanitaire du Covid 19 avant de traiter la vraie problématique du dossier. Une telle initiative qui relève du hors sujet et qui fait fi des règles élémentaires de la synthèse ruine complètement le travail des candidats.

Langue

Il n'est plus opportun de recenser les types d'erreurs déjà mentionnées dans les précédents rapports et que les candidats s'obstinent à commettre d'une année à l'autre : les problèmes d'orthographe relatifs à l'écriture de la *hamza*, des lettres emphatiques, des interdentes, de la confusion entre ت et ة ou encore d'*alif mamdûda* relèvent désormais de la responsabilité des candidats. Il est urgent qu'ils prennent en considération les conseils et remarques des rapports des sessions précédentes car ces erreurs demeurent fréquentes, multiples et très gênantes.

En revanche, il est nécessaire d'attirer l'attention des candidats sur cette nouvelle confusion très dommageable entre la préposition إلى (à, vers) et l'exceptif (أداة الاستثناء) إلا (sauf, hormis, à l'exception...). Ces deux particules ne sont pas du tout interchangeables.

Il est plus judicieux de présenter maintenant des erreurs dont la portée est cruciale puisqu'elles relèvent de la sémantique ou de la syntaxe.

Plusieurs candidats utilisent le verbe أشاد/ يُشيد (faire l'éloge de, louer) dans le sens de *mentionner*.

L'association de تسديد (paiement, versement, remboursement) avec la notion de *sécurité alimentaire* : تسديد الأمن الغذائي est incompréhensible. Il y a vraisemblablement confusion avec le nom d'action سدّ qui signifie combler, remédier.

On note un usage erroné du verbe آل/بؤول (aboutir à, tendre vers) au lieu du verbe حال/يحول (empêcher, éviter, prévenir) et du nom هاجس ج هواجس (préoccupation, inquiétude) que plusieurs candidats utilisent dans l'acception d'obstacle.

Le jury a relevé des reconstructions malheureuses de certaines expressions idiomatiques arabes :

- نشوب أعاصير (•éruption de cyclone). Or, le nom verbal نُشوب (déclenchement, éclatement) est réservé presque exclusivement à حرب (guerre) et accessoirement à صراع/عنف (conflit / violence) ;
- ترايد مدقع (augmentation •famineuse). Or, l'adjectif مدقع est exclusivement associé en arabe à فقر (pauvreté) : فقر مدقع une extrême pauvreté.

Les mots et les expressions sont ancrés dans un contexte, dans un circuit de sens. On ne peut les extraire, les décontextualiser sans que cela produise désordre et confusion.

Soulignons également les accords des pluriels inanimés même si ce type d'erreurs a été mentionné antérieurement, il est nécessaire de le resigaler vu son importance morpho-syntaxique. Les erreurs sont particulièrement nombreuses dont voici un échantillon édifiant :

- الدول العربية التي باتت تعاني من أجل أمنها الغذائي au lieu de الدول العربية الذين باتوا يعانون من أجل أمنهم الغذائي : les pays arabes qui peinent désormais pour « atteindre » leur sécurité alimentaire ;
- سعي الدول لتحقيق أمنها واستقرارها au lieu de سعي الدول لتحقيق أمنهم واستقرارهم : la démarche des états pour assurer leur sécurité et leur stabilité ;
- دول المنطقة تسعى au lieu de دول المنطقة يسعون : les pays de la région œuvrent pour...

Les pluriels inanimés, est-il nécessaire de le rappeler, ne s'accordent qu'au féminin singulier.

Conclusion

Il est nécessaire de rappeler, en guise de conclusion, qu'une synthèse réussie exige les éléments suivants :

- une introduction où le candidat présente par leurs intitulés les documents du corpus, repère une problématique pertinente afférente à l'ensemble des documents et annonce son plan ;
- une ou plusieurs parties, cœur de la synthèse, où il répond minutieusement et méthodiquement à la problématique en opérant un va et vient constant entre tous les documents ;
- une conclusion qui récapitule les éléments restitués dans la partie-analyse et ouvre des perspectives si, et seulement si, les documents comportent des éléments qui permettent une telle ouverture.

Chinois

Présentation du sujet

Le dossier proposé aux candidats est constitué des documents suivants :

- un article, adapté du texte 中国经济70年. 中国制造—坐中国高铁感受中国速度 (70 ans de nouvelle économie chinoise. Fabriqué en Chine – Ressentir l'évolution de la Chine sur le train à grande vitesse) paru sur Internet (中国轨道交通网, <http://www.rail-transit.com>), le 10 octobre 2019 ;
- un article adapté d'un texte de Li Xueqing 东游记—美国小哥第一次坐高铁超开心 (Voyage vers l'est – Un Américain ravi de sa première fois à bord du train à grande vitesse) paru sur Internet 中国日报中文网, <http://china.chinadaily.com.cn>) le 29 mai 2018 ;
- cinq photos parues dans 中国日报中文网 (<http://china.chinadaily.com.cn>) le 29 mai 2019.

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, 25 candidats se sont présentés à cette épreuve. Le sujet était bien adapté à leur niveau, puisque le jury a eu le plaisir de corriger d'excellentes copies montrant une bonne maîtrise de la langue. Comme les années précédentes, les candidats ont un bon niveau de chinois et sont capables 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 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 travail incohérent ou utilisent mal les sources.

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

- les nuances ou les différences entre l'utilisation des mots 或者 / 还是, 的 / 得 / 地, l'utilisation de 介绍了中国高铁的后果 au lieu de 介绍了中国高铁的成果 ;
- la nécessité d'une virgule devant les mots 但是, 所以, 因为, etc. ;
- la différence entre virgule (,) et demi-virgule (、), 自行车, 公共汽车, 火车…… au lieu de 自行车、公共汽车、火车.

Le jury relève également des problèmes de grammaire :

- la différence d'utilisation entre 两张文章 et 两篇文章, 去北京到西安 au lieu de 从北京到西安 ;
- l'ordre des mots dans une phrase 高铁车速达到了350公里每小时 au lieu de 高铁车速达到了每小时350公里.

Les candidats doivent faire attention à éviter les répétitions et à utiliser un vocabulaire approprié en évitant 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 ont en main les ingrédients pour accéder, grâce à leur travail, à de bons résultats.

Espagnol

Présentation du sujet

Le dernier épisode des scandales à répétition dont l'ex-monarque Juan Carlos I a fait l'objet, intervenu pendant l'été 2020, à savoir l'exil volontaire du roi émérite, a rouvert le débat sur le régime politique de l'État en Espagne, impulsé notamment par la gauche radicale et certains partis indépendantistes. Néanmoins, la monarchie dégage encore une confortable majorité en sa faveur, selon les instituts de sondage. Mais ce sempiternel débat ne saurait cacher la discussion parlementaire sur le caractère permanent de l'inviolabilité du roi. Le chef du gouvernement espagnol, Pedro Sánchez, est favorable à une révision de la Constitution pour éliminer l'inviolabilité du monarque au profit d'un privilège de juridiction, ce qui permettrait de le traduire, le cas échéant, devant le Tribunal suprême (Cour suprême). Cette modification rendrait l'institution plus adaptée à la demande citoyenne de transparence démocratique et effacerait le sentiment d'une bonne partie de la population de vivre sous un régime démocratique imparfait.

Les cinq documents proposés cette année insistent sur les différents aspects du sujet. Un extrait d'un article avec une infographie d'Almudena Martínez-Fornés, paru dans *abc.es*, le 16 août 2020, donne les résultats d'une enquête d'opinion, favorable à la monarchie, malgré les dernières révélations sur des comptes bancaires à l'étranger de l'ancien chef de l'État et son exil forcé. L'article de Borja de Riquer i Permanyer, paru dans *La Vanguardia*, le 3 septembre 2020, met l'accent sur la relation complexe qui a toujours existé en Espagne entre démocratie et monarchie. Le troisième document, un article paru dans *EFE*, le 22 juillet 2020, nous informe sur la volonté du gouvernement de ne pas céder à la tentation d'un référendum sur la modification de la Constitution et de respecter l'actuel cadre constitutionnel. Le quatrième, un article d'Anabel Díez, paru dans *El País*, le 9 juillet 2020, présente la divergence d'opinion entre les députés de la majorité au sujet de la Couronne : une députée d'*Unidas Podemos* demande l'abdication du roi et la tenue d'un référendum sur la monarchie. En même temps, le porte-parole du parti critique la décision du Bureau du Congrès (Chambre basse) de refuser la création d'une commission d'enquête sur les délits présumés de corruption du roi émérite. Enfin, un dessin d'Eneko, paru sur le blog de *20 minutos*, le 6 juin 2014, mois et année de l'abdication de Juan Carlos I, représente l'effondrement du bipartisme, soutien traditionnel de la monarchie.

Analyse globale des résultats

Il ne fallait surtout pas se faire piéger par une apparente facilité du sujet et rester cantonné sur le plan anecdotique. Il était indispensable, au contraire, d'élaguer au maximum le brouillon pour ne retenir que l'essentiel. Dans les meilleurs copies cet exercice a été réussi. Il fallait d'abord trouver la bonne problématique qui évite les formules trop banales en privilégiant, par exemple, l'opposition des deux concepts de « démocratie » et de « monarchie » et en exploitant au maximum les rapports qu'ils entretiennent et le délicat équilibre que présuppose leur interaction.

L'autre grand piège à éviter était de se laisser aller à une dissertation passionnée sur le sujet. C'était exactement ce qu'il ne fallait pas faire, car l'exercice même de la synthèse l'interdit. En règle générale, les candidats ont bien compris le besoin d'objectivité inhérent à ce type de travail. Ils ont d'ailleurs fait dialoguer les documents en les confrontant d'une façon pertinente dans chaque partie de la synthèse. Certains candidats n'ont pourtant pas respecté cette exigence méthodologique en négligeant de mentionner les sources et en se livrant à une simple juxtaposition de résumés des articles. Ces manquements aux règles vont de pair avec une présentation très peu structurée de la synthèse en ce qui concerne la séparation des parties. Un souci de précision dans l'analyse était visible dans la plupart des copies, mais dans d'autres, une compréhension très approximative du sujet pouvait aboutir à des non-sens ou à quelques passages extrêmement saugrenus.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Sur le plan méthodologique

Titre et introduction

Les candidats ne doivent pas oublier de trouver un titre par rapport à la spécificité du sujet en évitant soigneusement d'imposer dès le départ une vision partielle ou biaisée du problème. Un titre neutre et précis sera apprécié, contrairement à certains titres accrocheurs dignes plutôt de la presse tabloïde. La phrase d'accroche doit permettre de conduire tout naturellement à la problématique. Les documents doivent être présentés correctement dans l'introduction (titre du journal, titre de l'article, auteur, date, tonalité et thème). La problématique doit mettre en tension des concepts clairs. Il faudrait éviter les problématiques trop descriptives qui ne peuvent pas définir un axe précis d'analyse. Les formulations qui comportent des disjonctions peuvent engendrer des argumentations contradictoires. La tradition veut que la problématique soit présentée sous la forme d'une question directe ou indirecte. La présentation du plan n'est pas obligatoire, mais elle peut aider à percevoir très rapidement la cohérence avec la problématique. Dans le cas du sujet qui nous occupe, il aurait fallu tout de même éviter de réduire le plan à un schéma assez simpliste ou bien, dans un souci de bien faire, de suivre le plan analytique classique, qui pouvait présenter une vision partielle du problème, par exemple : corruption du roi émérite (fait), abus du pouvoir des monarques (cause), levée de l'inviolabilité de l'ancien roi (solution). N'oublions pas que dans notre sujet la tension des deux concepts « démocratie » et « monarchie » aurait dû donner les pistes d'un plan pertinent. Un plan thématique clair aurait suffi.

Développement

Certains candidats ont élaboré des synthèses impeccables, avec trois parties, chaque partie divisée en trois sous-parties. Cela implique un effort considérable de précision dans l'analyse de chaque document et de concentration pour pouvoir ensuite élaborer une synthèse dans laquelle tous les éléments pertinents seront parfaitement hiérarchisés. Les synthèses en deux parties n'ont pas été pour autant pénalisées. Il ne faut pas oublier qu'il faut citer correctement les sources dans le développement et les confronter intelligemment dans chaque grande partie. Les candidats qui n'ont pas fait référence aux documents ont été pénalisés. Malheureusement, cette année, nous avons corrigé certaines copies dans lesquelles ces fautes de méthode étaient fréquentes. Les commentaires et ajouts de toute sorte sont aussi à bannir. Les candidats du présent concours ont, dans la plupart des cas, soigneusement évité les paraphrases.

Conclusion

Comme nous l'avons déjà signalé dans les rapports des années précédentes, la rédaction d'une conclusion en bonne est due forme n'est pas exigée, notamment si l'on trouve un bilan de la synthèse à la fin de la dernière partie. Néanmoins, elle serait fortement appréciée si elle apporte une réponse concise et précise à la problématique posée.

Sur le plan linguistique

Le lexique général est bien maîtrisé. Une attention particulière devait être portée aux noms propres, car il était important d'éviter les mauvaises dénotations : Felipe IV, au lieu de Felipe VI ; Carlos I, au lieu de Juan Carlos I. Certains journalistes étaient cités par leur prénom. La majuscule diacritique était souvent négligée dans des termes dans lesquels il fallait scrupuleusement la respecter, pour ne pas nuire à la clarté des propos, par exemple la *Couronne* (l'institution) et la *couronne* (l'objet). Le *Roi* ne peut référer qu'au monarque en exercice, Felipe VI, en revanche on aura le *roi* Juan Carlos ou le *roi* émérite. La difficulté majeure se situe au niveau de la morphologie verbale et de la syntaxe. Nous retrouvons malheureusement les problèmes signalés dans notre précédent rapport. En ce qui concerne la morphologie

verbale, le jury a très gêné par la confusion entre le présent de l'indicatif et le passé simple. Sur ce point, le jury invite les futurs candidats à se référer aux précédents rapports. Au niveau syntaxique, mis à part les fautes d'accord dans le groupe nominal ou entre le sujet et son attribut, le jury a trouvé cette année énormément de copies dans lesquelles le gérondif espagnol est interprété comme un participe présent. Le participe présent, en tant que tel, n'existe pas dans l'espagnol actuel. Le gérondif est une forme nominale du verbe et en aucun cas elle ne saurait se substituer à un verbe conjugué. Les virgules sont essentielles à la correcte compréhension du discours ; il serait important de s'en souvenir.

Conclusion

Le jury n'ignore pas que les candidats ont dû surmonter de grandes difficultés durant la préparation de ce concours, notamment à cause de la situation sanitaire. C'est pour cela qu'il est doublement content de la performance de cette année, car le niveau général n'a pas été affecté et la plupart des candidats ont fourni un effort louable pour respecter les enjeux de cette épreuve. 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 ne voudrait pas manquer de remercier les collègues de classes préparatoires pour l'excellente préparation des candidats et la qualité de leur enseignement.

Italien

Présentation du sujet

Le dossier proposé aux candidats est composé de trois documents :

- un article paru dans *Ansa.it*, du 3 octobre 2019 ;
- un extrait d'un article de Ernesto BRAMBILLA, paru dans *Donna Moderna News*, du 4 juillet 2019 ;
- un extrait d'un article de Mauro INDELICATO, paru dans *il Giornale.it*, du 12 juillet 2020.

Chacun de ces articles porte sur des aspects et des moments différents de l'affaire de la saisie du Sea-Watch 3, en juin 2019. L'ensemble du dossier permet d'apprécier cette affaire sous plusieurs points de vue, de celui de la protagoniste Carola Rackete à celui de Matteo Salvini, tout en l'insérant dans le cadre de questions plus larges telles que le rapport entre la réglementation européenne en matière de migration, les enjeux de politique interne et le principe du respect inconditionné des droits fondamentaux des êtres humains.

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

Analyse globale des résultats

Dans la majorité des cas, les candidats ont bien compris les textes et ont fait preuve d'un bon niveau de maîtrise de la méthode de la synthèse et de la langue. En revanche, dans certains cas, la problématique, bien que clairement énoncée, restait formelle et le lien avec les questions de fonds soulevées par le dossier n'était pas assez solide.

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, couvrant tout le dossier et mettant en valeur les liens et les contradictions entre les différents points de vue exprimés dans les articles.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La maîtrise de la méthode 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.

Dans certaines copies, la problématique est bien formulée, mais est aussitôt oubliée dans le développement. Dans d'autres, à la place d'une problématique on trouve de simples questions portant sur la façon dont « les faits se sont déroulés » et quelles ont été « leurs conséquences ». Le jury insiste sur le fait que la problématique doit non seulement être clairement formulée — d'ailleurs pas nécessairement sous la forme d'une question directe —, mais a pour but aussi de faire ressortir les enjeux du dossier, en couvrant tous

les documents et en montrant les liens entre les éléments ; surtout, une fois énoncée, la problématique doit innover tout le développement et l'enchaînement des arguments.

La maîtrise de la langue rend certes cette tâche plus facile à accomplir ; néanmoins, le jury a apprécié les copies dans lesquelles, malgré quelques imprécisions linguistiques, on pouvait suivre le développement d'un discours cohérent et bien appuyé sur tous les documents.

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 surtout en ce qui concerne les compétences linguistiques.

Portugais

Présentation du sujet

L'ensemble des documents porte cette année sur la question environnementale. Le dossier est composé d'un dessin de presse, de deux articles (un article sur la notion d'« écocide » en Amazonie et un autre sur la violence qui touche au Brésil les défenseurs de l'environnement), et d'une affiche pour alerter sur les menaces pesant sur les populations indigènes au nom du profit de l'industrie agro-alimentaire. La problématique de la synthèse devait donc être construite autour des enjeux et des défis environnementaux à l'échelle globale et insister sur l'urgence à agir — sinon, le dernier arbre finira par être abattu, comme le montre le dessinateur Guaico dans le document à l'étude.

Les candidats devaient montrer comment l'Amazonie, un espace convoité au centre de conflits territoriaux et humains, était l'un des symboles les plus éloquents de l'urgence climatique globale justifiant l'intervention internationale et une lutte pour la justice.

Analyse globale des résultats

Même parfois maladroitement exprimée, la problématique a été le plus souvent pertinente et convaincante. Les documents ont été compris, les informations ont été bien restituées, mais leur mise en relation n'a parfois pas été assez approfondie, tout comme la nuance des points de vue. Dans l'une des copies, les documents ont été présentés les uns à la suite des autres, sans véritable hiérarchisation des informations. Et dans une autre, les documents, aucunement mis en rapport, ont été paraphrasés.

Mise à part une copie comportant de très nombreuses fautes de grammaire, le niveau de langue est cette année de bonne, voire de très bonne tenue, avec quelques fautes de construction et de conjugaison, ainsi que quelques hispanismes et gallicismes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La difficulté se trouvait dans la tentation de réduire la problématique au cas brésilien. Celui-ci était, certes, traité dans plusieurs documents, mais il fallait montrer en quoi cet exemple était représentatif d'un tout. La plupart des candidats ont exprimé adroitement cette idée, en choisissant des titres habiles (seule une copie n'en comportait pas). Le seul titre quelque peu simpliste consistait en « La destruction de l'Amazonie », ce qui ne rendait pas compte de l'ensemble des documents. Nous insistons sur la confrontation des points de vue et de leurs nuances, parfois traitée trop rapidement. C'est à partir de cette confrontation que se construisent les meilleures synthèses.

Au niveau linguistique, voici quelques erreurs rencontrées dans les copies. Les candidats sont invités à porter attention à ces points. Hispanismes : *prohibido*, *ogar*, *naturaleza*, *más*, *antiguo*, *en* (au lieu de *proibido*, *lar*, *natureza*, *mais*, *antigo*, *em*) ; fautes d'orthographe : **dezenho* pour *desenho*, **denuncia* (verbe) pour *denúncia* (nom) ; fautes d'accords et de conjugaison : **constitua* pour *constitui*, **qual são* pour *quais são*, **fui creado* pour *foi criado*, **tudos países* pour *todos os países*, **os animais que o compõe* au lieu de *os animais que o compõem*, **qual são* au lieu de *quais são*, **os causas* au lieu de *as causas*, ... ; fautes de construction et de grammaire : construction de « cujo » non maîtrisée ; confusions entre *e* (conjonction) / *é* (verbe être), confusion des prépositions *para/por*, du démonstratif *esta* et du verbe *está*, confusion entre les 1^{re} et les 3^e personnes : *fui/foi*, *fez/fiz*.

Conclusion

Les candidats ont démontré une bonne connaissance des grandes questions de société et d'actualité leur permettant de bien saisir l'enjeu des documents présentés. Un travail régulier sur la langue, la conjugaison et les principales règles de grammaire (usage du subjonctif, par exemple) et la lecture de la presse et des ouvrages lusophones sont vivement conseillés afin d'étendre le lexique et de faciliter la fluidité de la langue.

Concours Centrale-Supélec 2021

Épreuves d'admission

Filière PSI

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	19
Physique-chimie	27
Travaux pratiques de physique-chimie	32
Sciences industrielles de l'ingénieur	41
Entretien scientifique (Arts et Métiers)	52
Allemand	64
Anglais	67
Chinois	70
Espagnol	72
Portugais	75

Résultats par épreuve

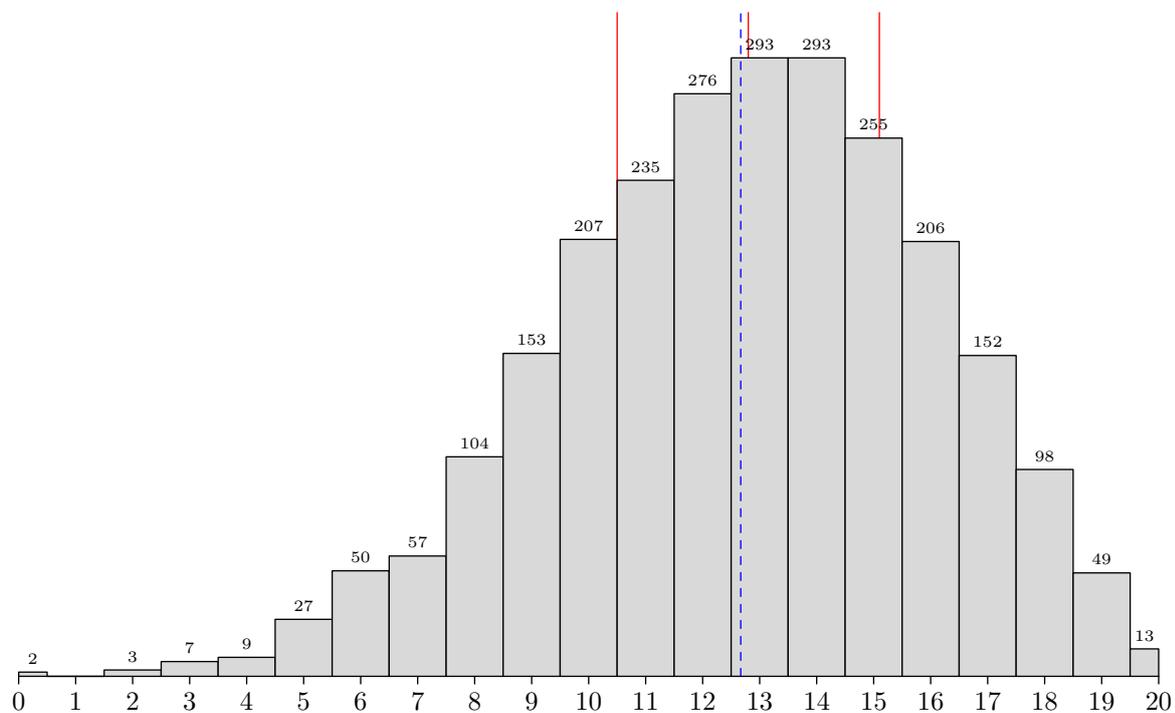
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

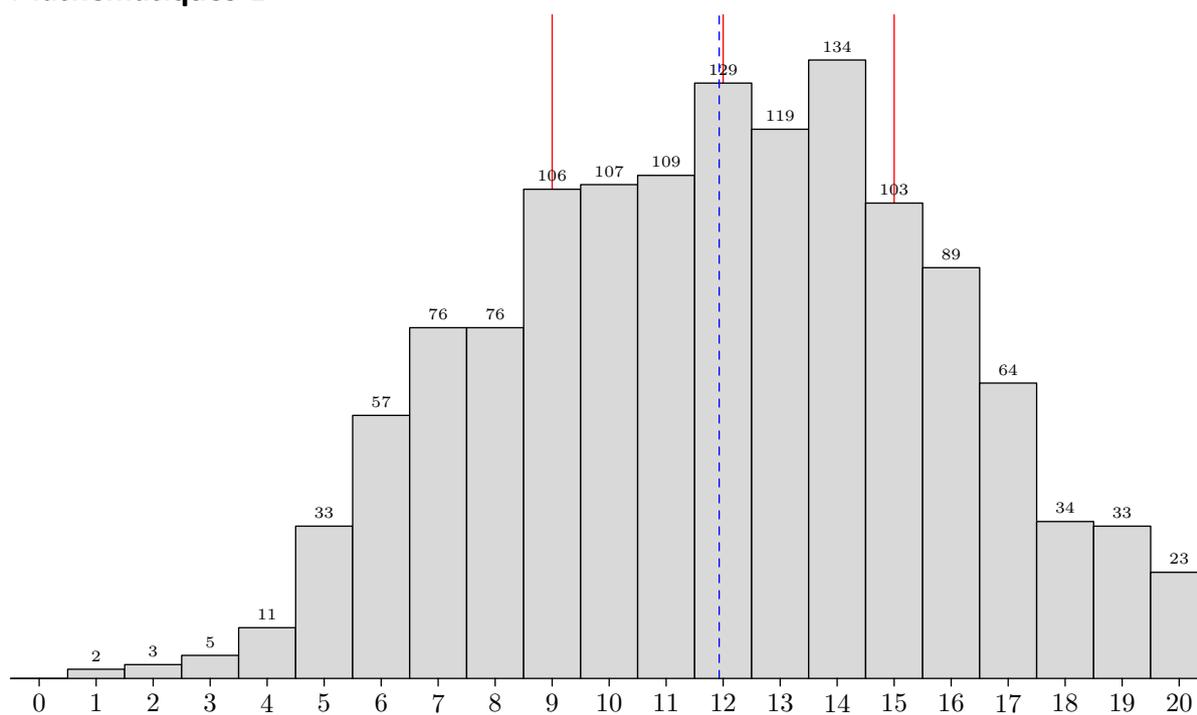
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	2567	3,0%	2489	12,67	3,27	10,50	12,80	15,10	4,60
Mathématiques 1	1376	4,6%	1313	11,93	3,79	9,00	12,00	15,00	6,00
Mathématiques 2	1898	6,1%	1783	11,49	3,57	9,00	12,00	14,00	5,00
Physique-chimie 1	1376	4,6%	1313	11,82	3,58	9,00	12,00	14,00	5,00
Physique-chimie 2	1376	4,7%	1311	11,67	3,76	9,00	12,00	14,00	5,00
S2I	1898	6,3%	1778	12,00	3,45	10,00	12,00	14,00	4,00
TP physique-chimie	1376	4,7%	1311	11,15	3,37	9,00	11,00	13,00	4,00
Langue obligatoire	2568	16,2%	2153	12,84	3,63	10,00	13,00	15,00	5,00
Allemand	53	5,7%	50	15,56	2,80	14,00	15,00	17,00	3,00
Anglais	2411	15,9%	2027	12,62	3,53	10,00	13,00	15,00	5,00
Arabe	28	10,7%	25	16,44	3,06	14,00	17,00	19,00	5,00
Chinois	7	14,3%	6	19,00	1,15	18,25	19,50	20,00	1,75
Espagnol	34	8,8%	31	16,81	3,44	14,00	19,00	20,00	6,00
Italien	7	14,3%	6	17,17	3,08	15,25	18,00	20,00	4,75
Russe	5	20,0%	4	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00	0,00
Langue facultative	373	4,0%	358	13,18	3,66	11,00	13,00	16,00	5,00
Allemand	93	5,4%	88	11,82	3,72	10,00	12,00	14,00	4,00
Anglais	84	7,1%	78	14,06	3,18	12,00	15,00	16,00	4,00
Arabe	3	0,0%	3	15,33	2,36	14,50	17,00	17,00	2,50
Chinois	10	10,0%	9	18,00	2,11	17,00	19,00	20,00	3,00
Espagnol	156	1,3%	154	12,68	3,34	11,00	13,00	15,00	4,00
Italien	20	5,0%	19	15,89	3,31	13,50	16,00	19,00	5,50
Japonais	2	0,0%	2	17,50	2,50	16,25	17,50	18,75	2,50
Portugais	2	0,0%	2	16,00	4,00	14,00	16,00	18,00	4,00
Roumain	1	0,0%	1	19,00	0,00	19,00	19,00	19,00	0,00
Russe	1	0,0%	1	18,00	0,00	18,00	18,00	18,00	0,00
Tchèque	1	0,0%	1	17,00	0,00	17,00	17,00	17,00	0,00
Entretien scientifique	1051	14,1%	903	11,45	3,60	8,75	11,50	14,00	5,25

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

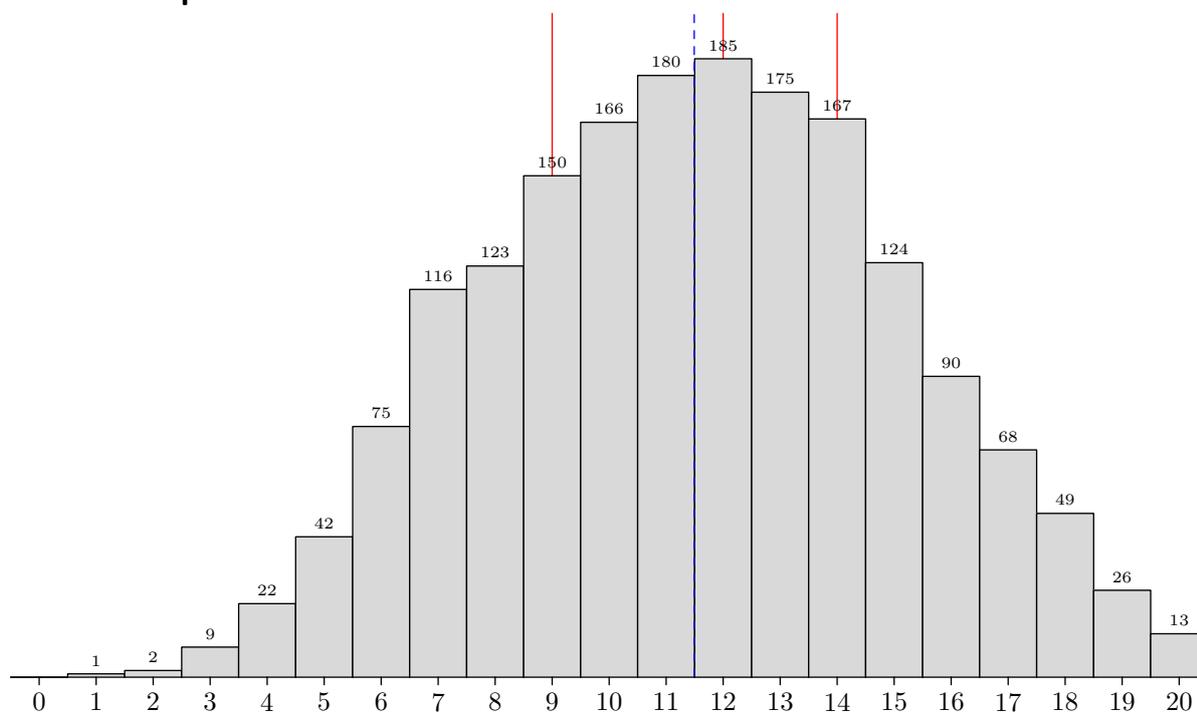
TIPE



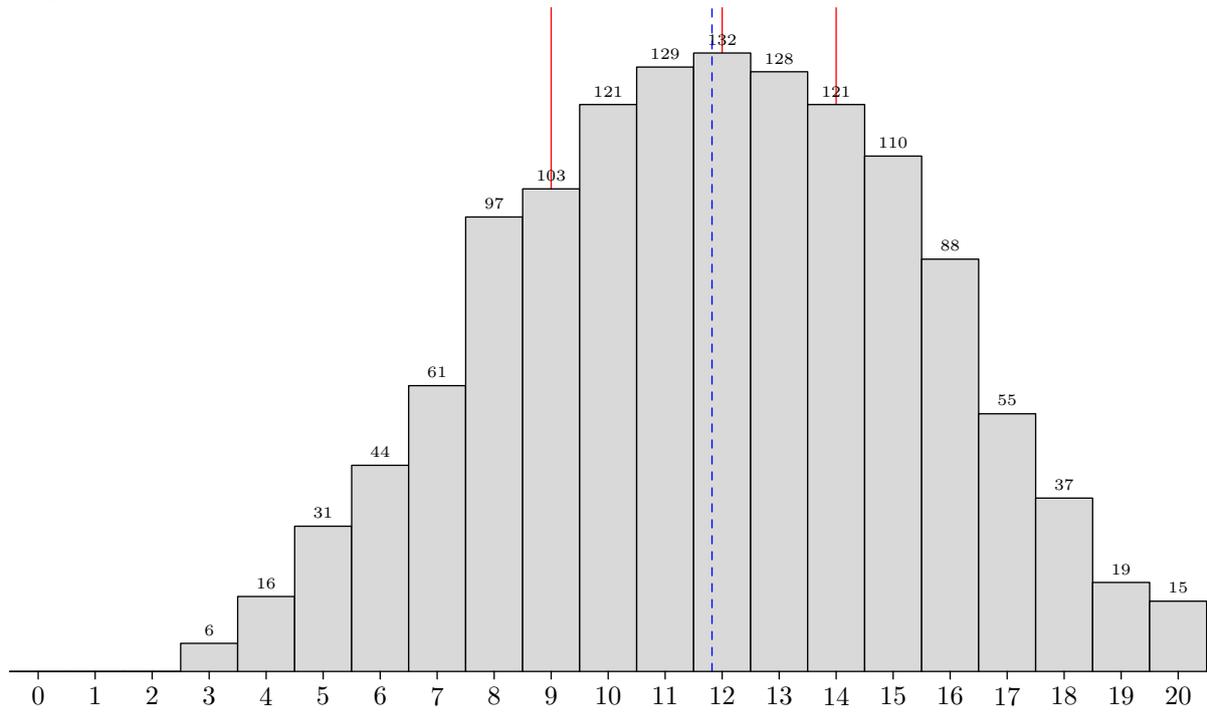
Mathématiques 1



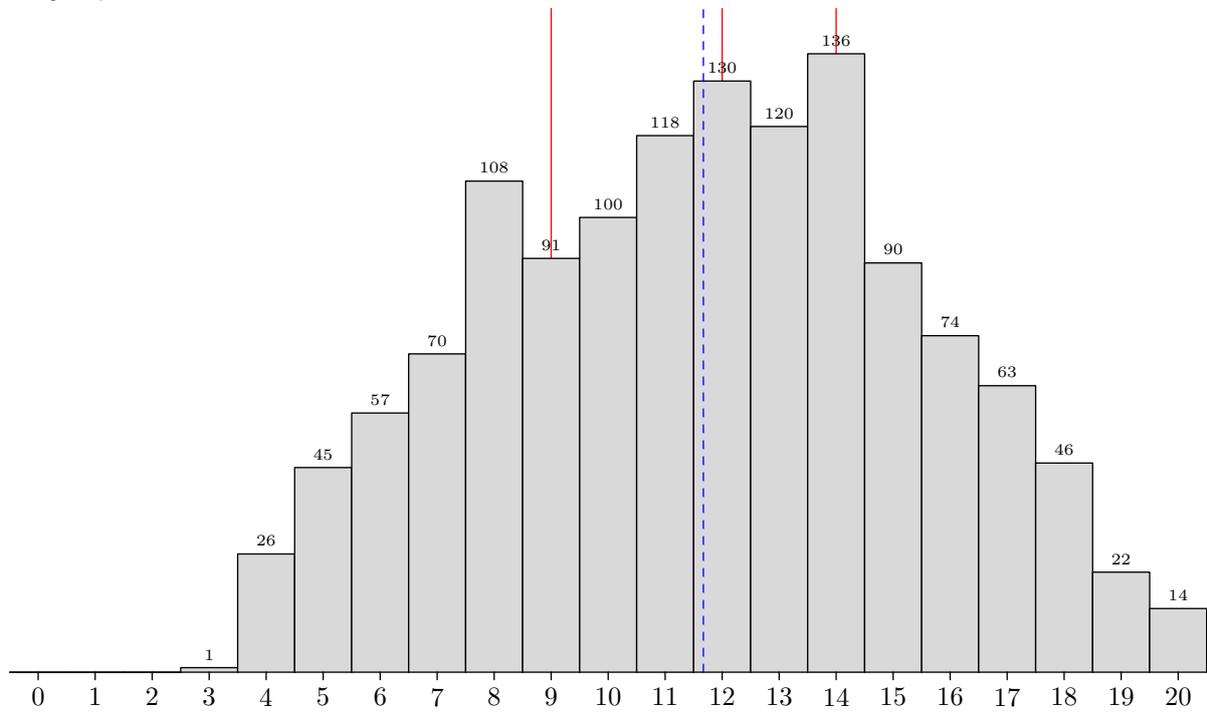
Mathématiques 2



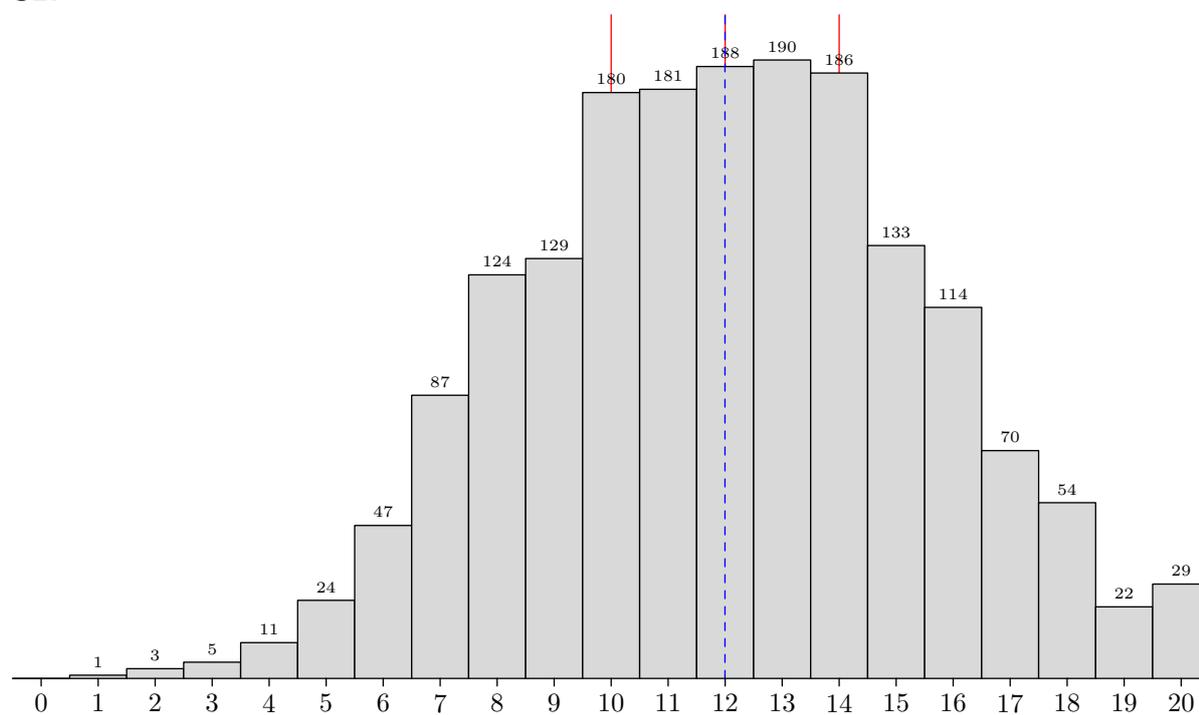
Physique-chimie 1



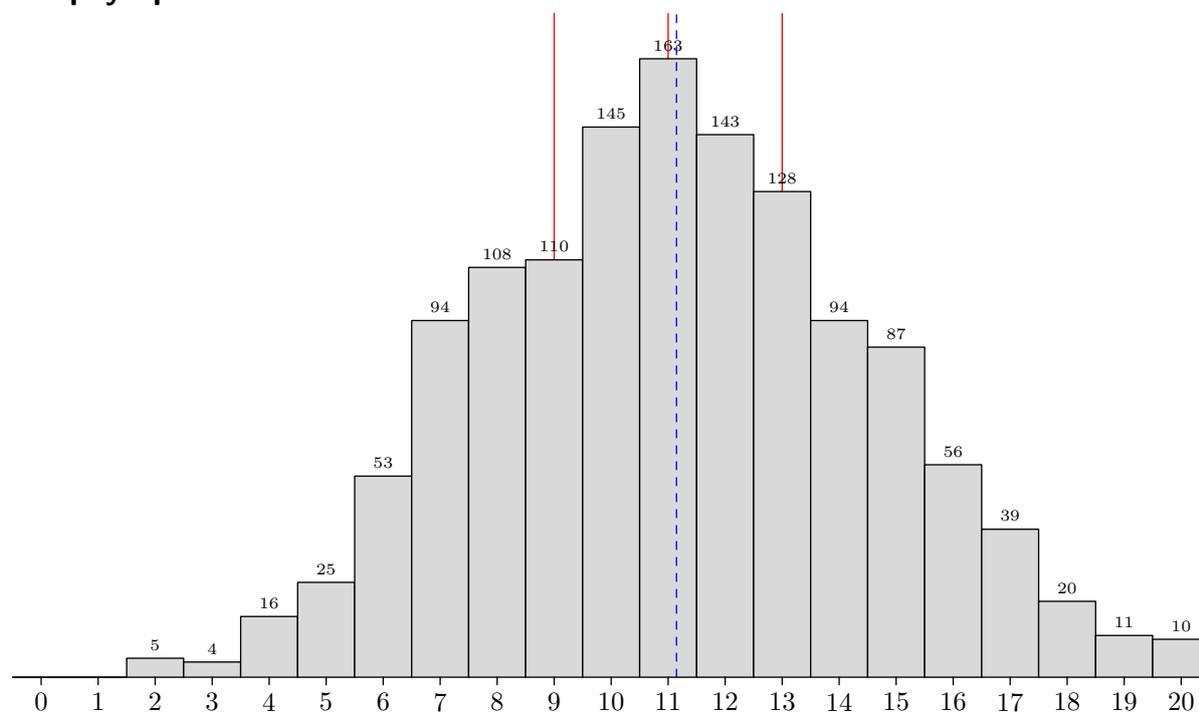
Physique-chimie 2



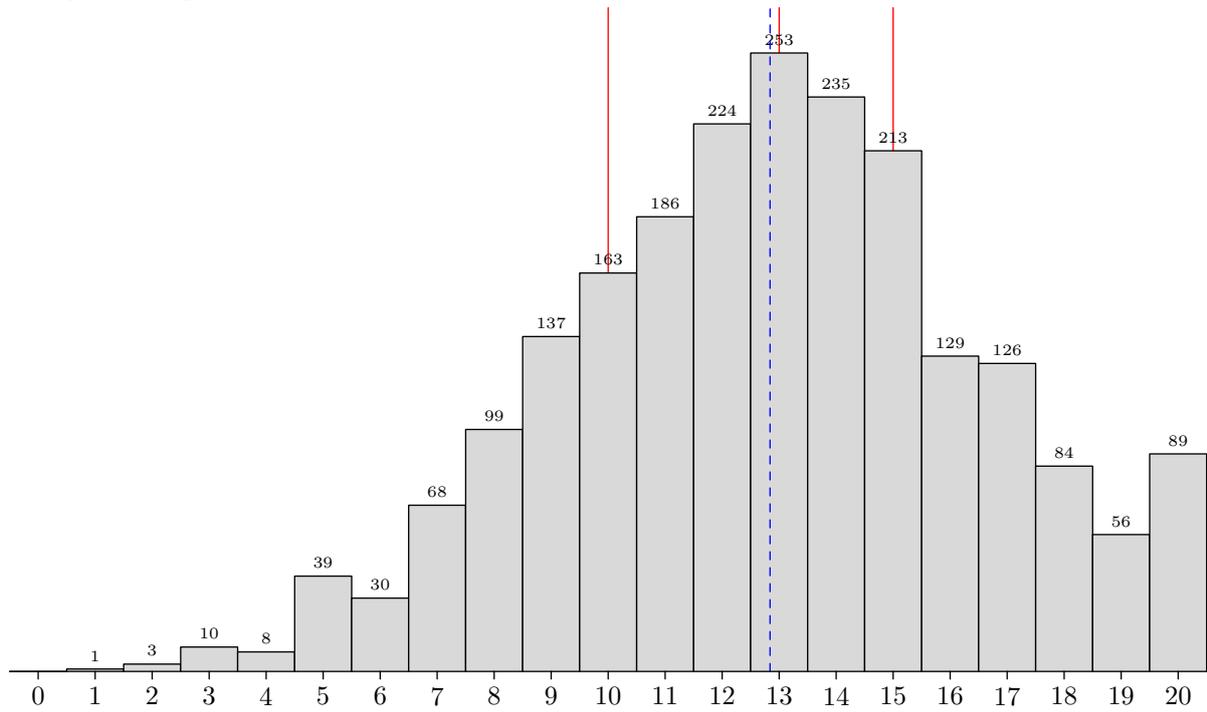
S2I



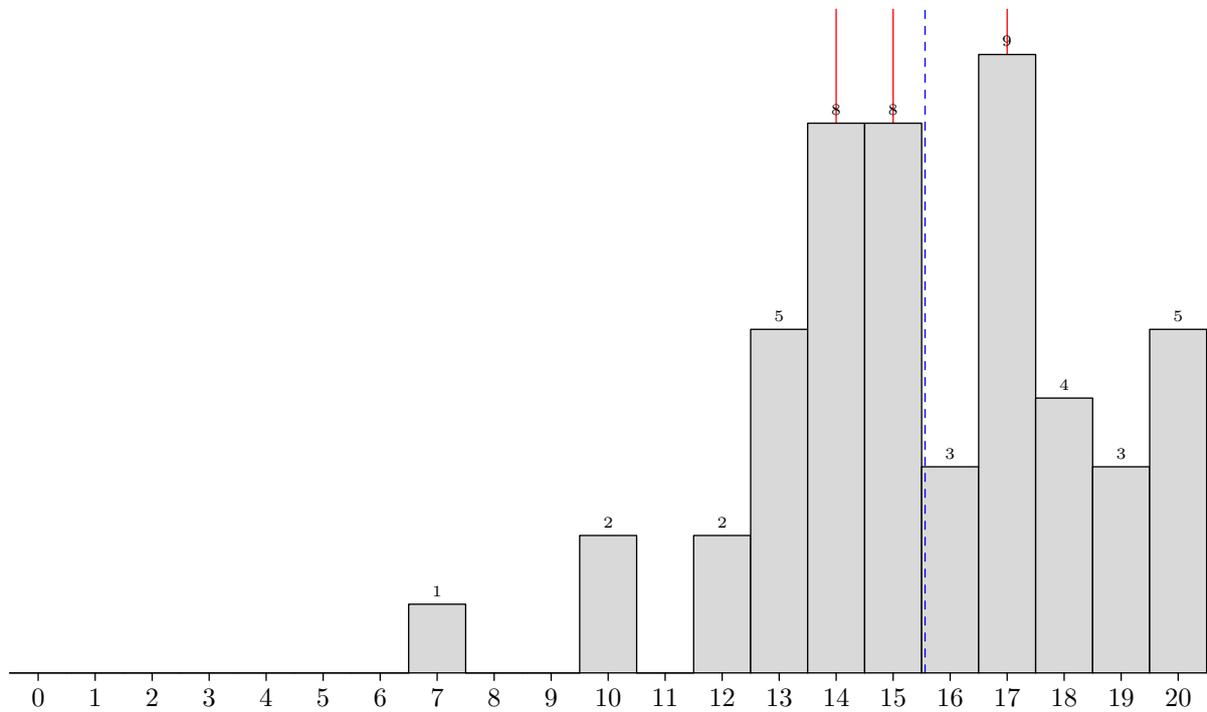
TP physique-chimie



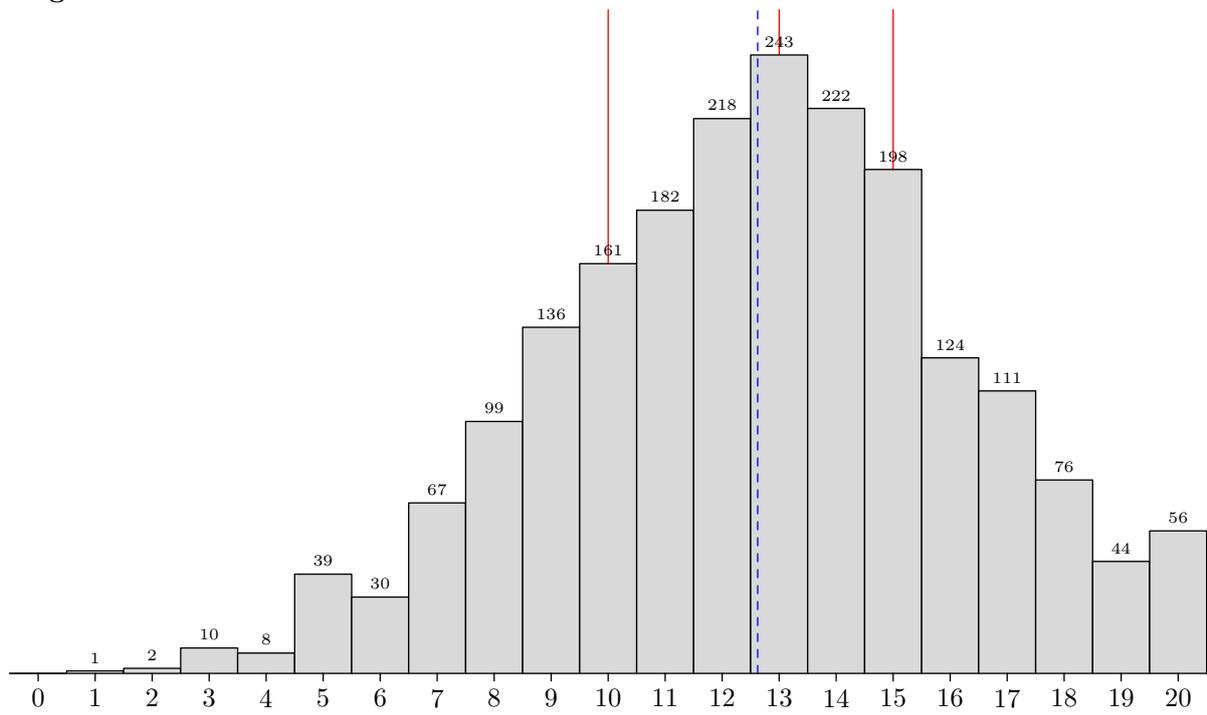
Langue obligatoire



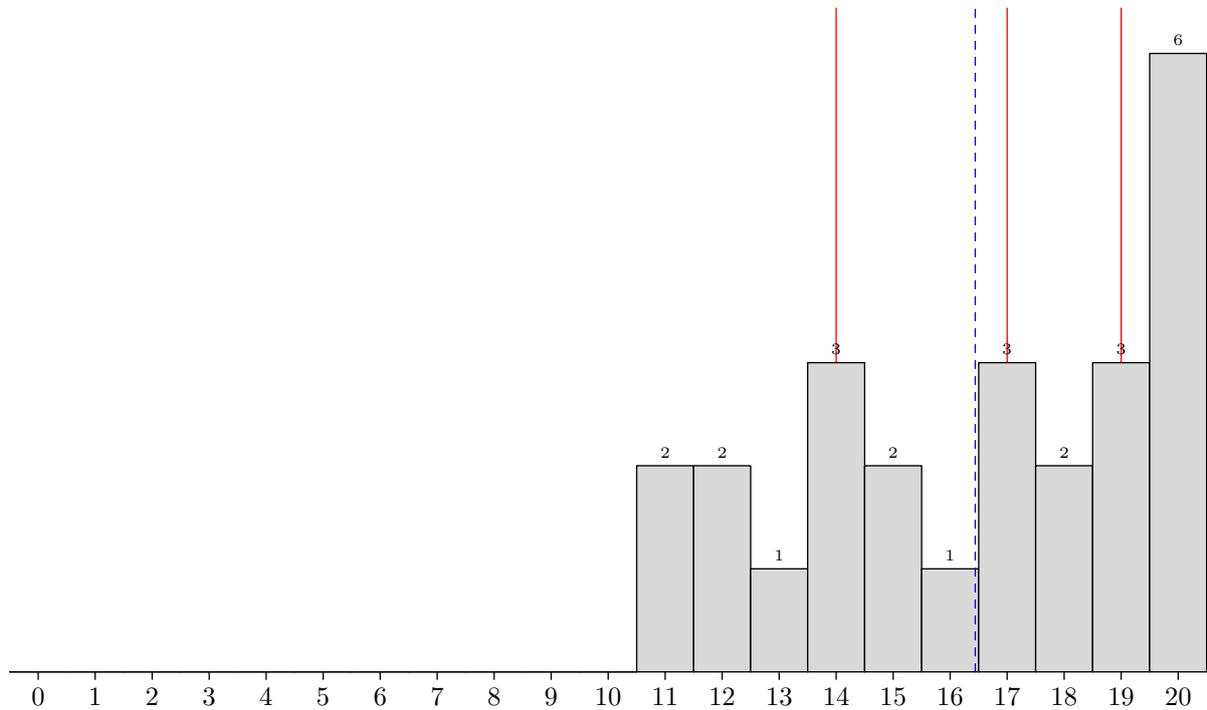
Allemand



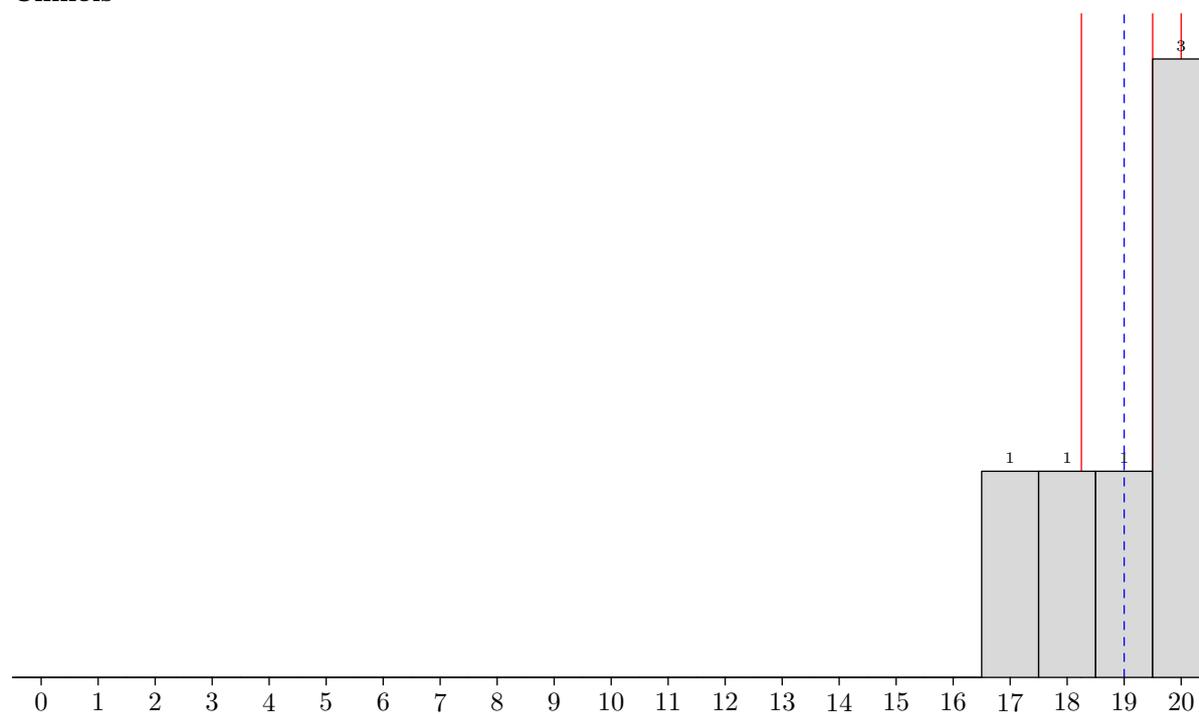
Anglais



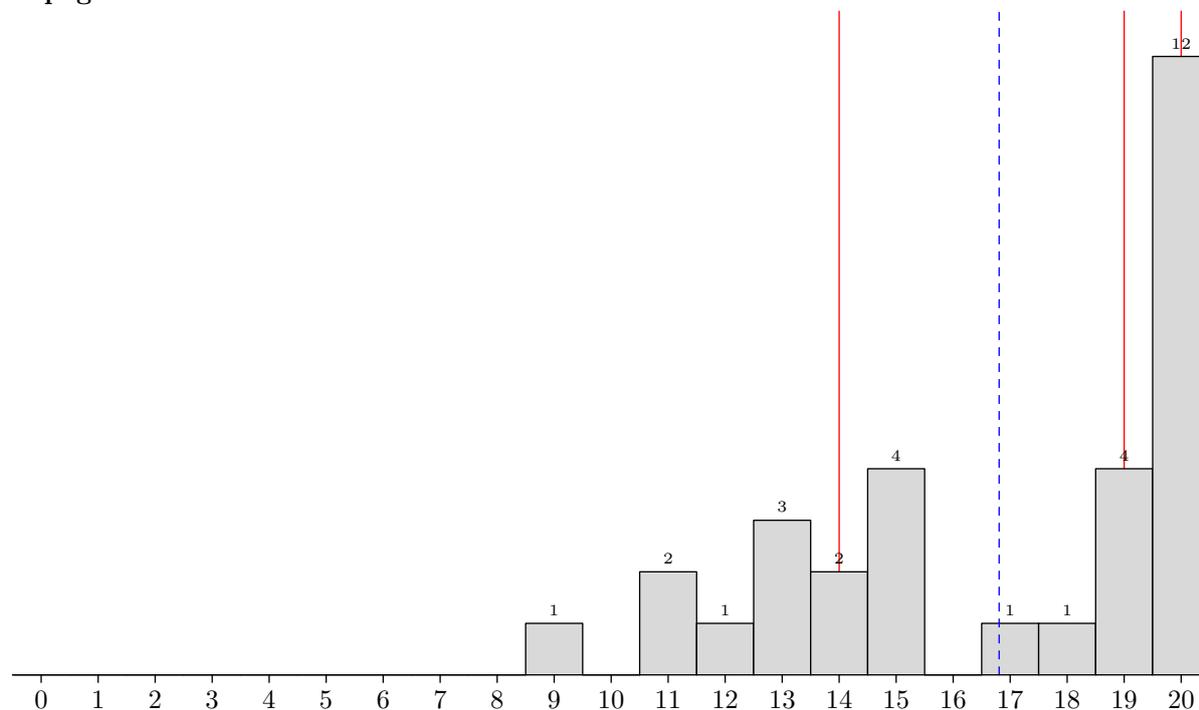
Arabe



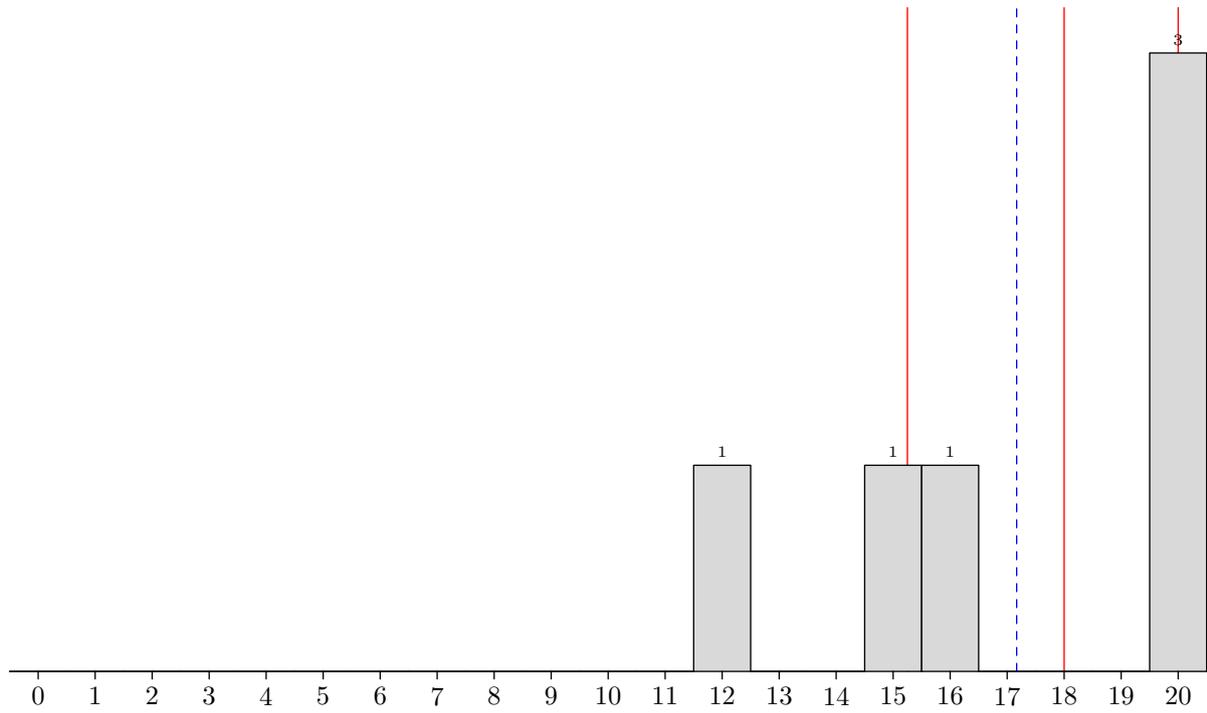
Chinois



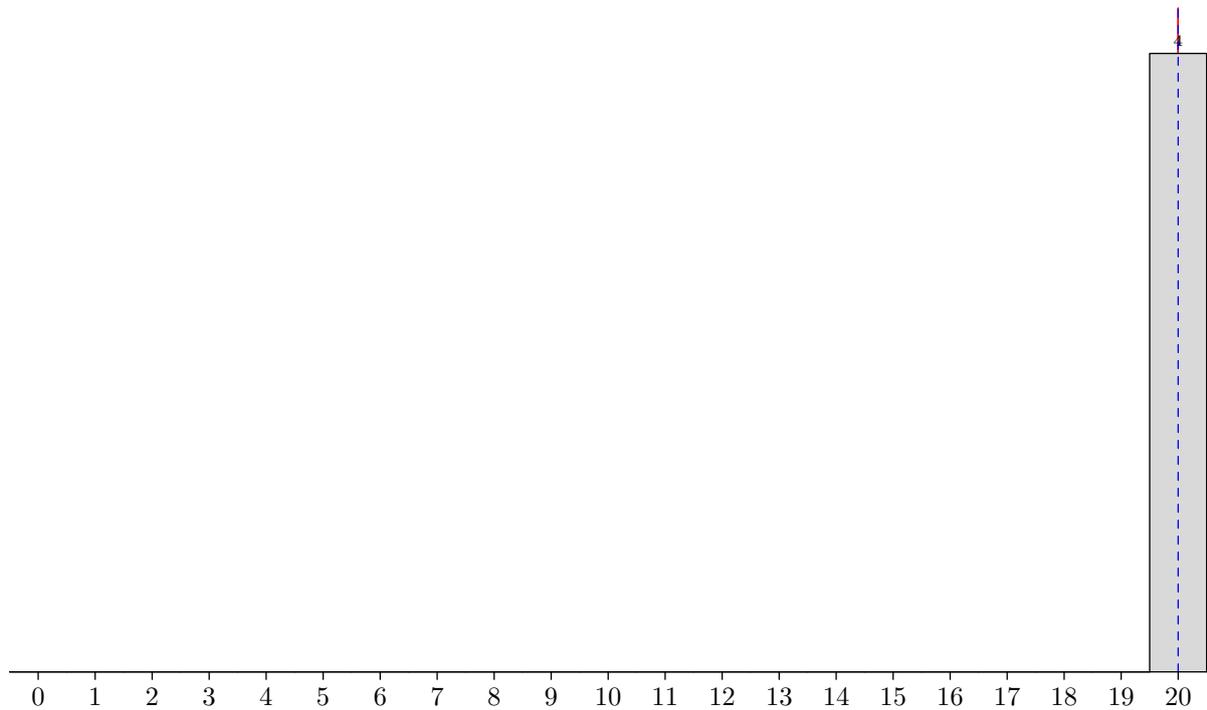
Espagnol



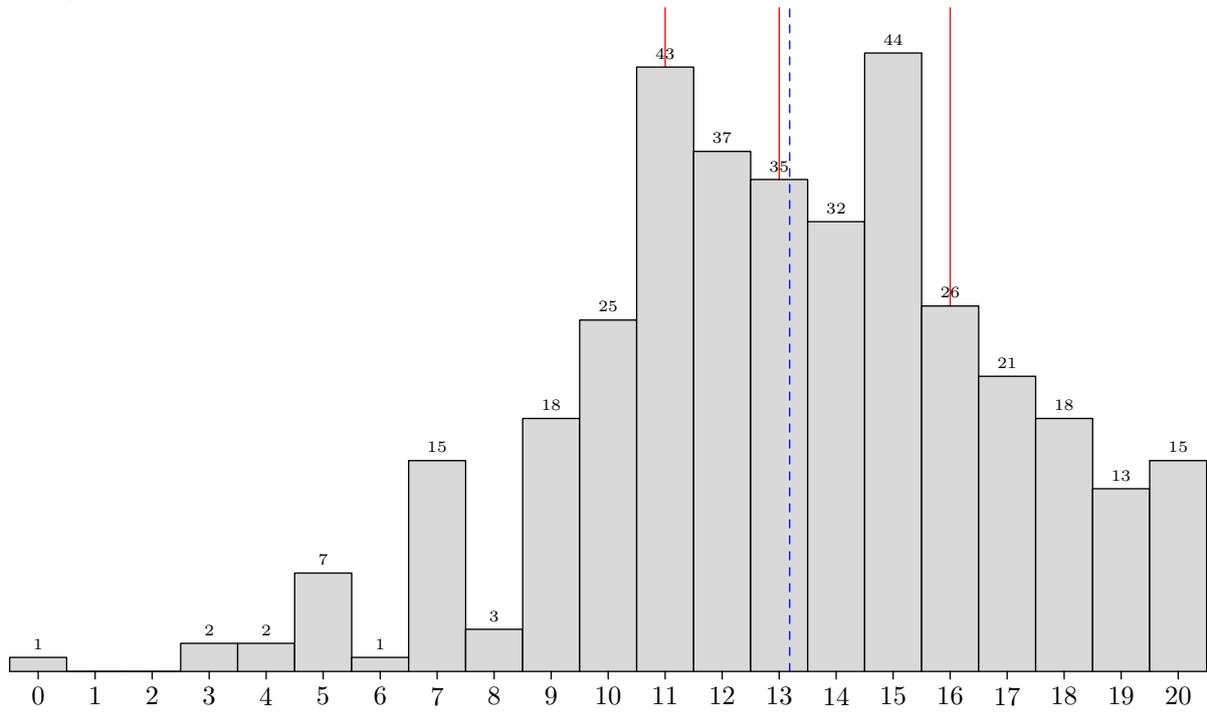
Italien



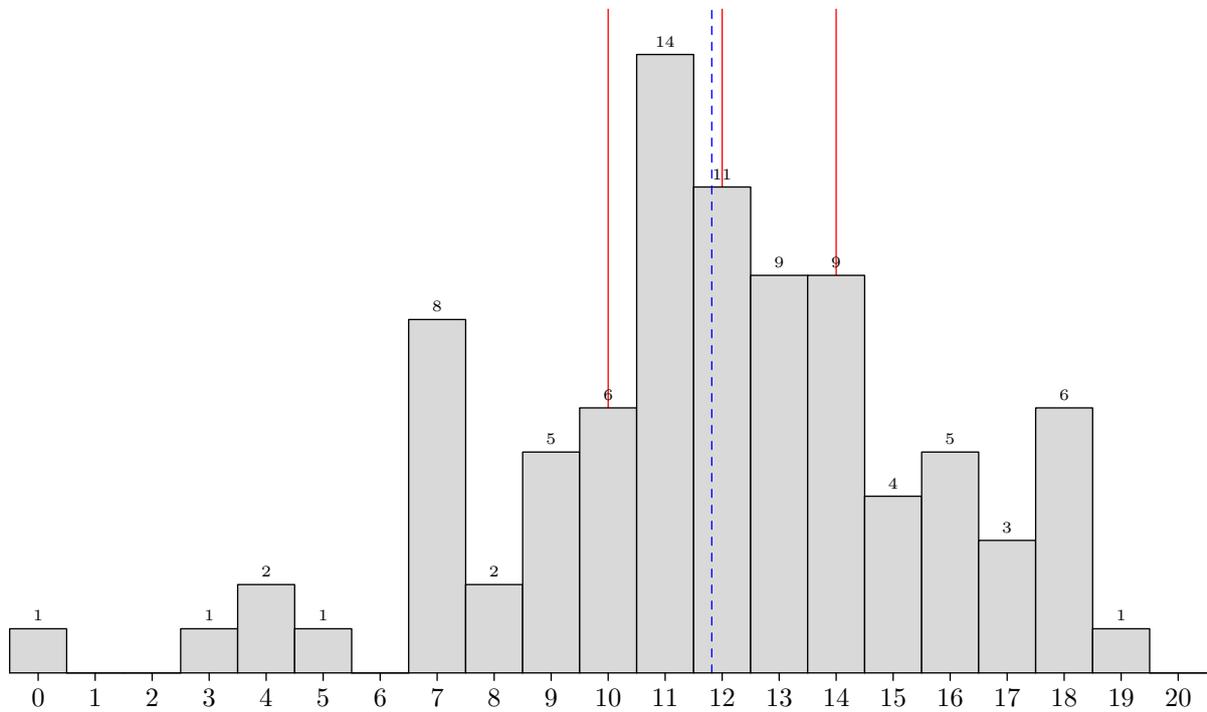
Russe



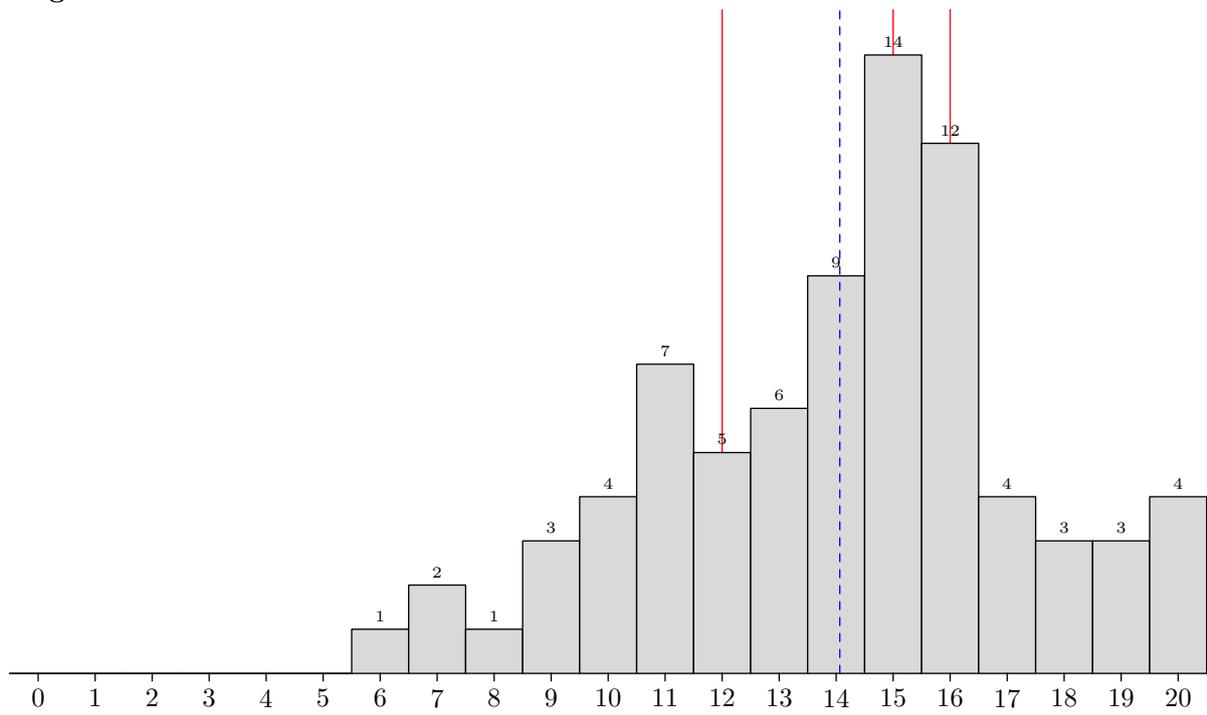
Langue facultative



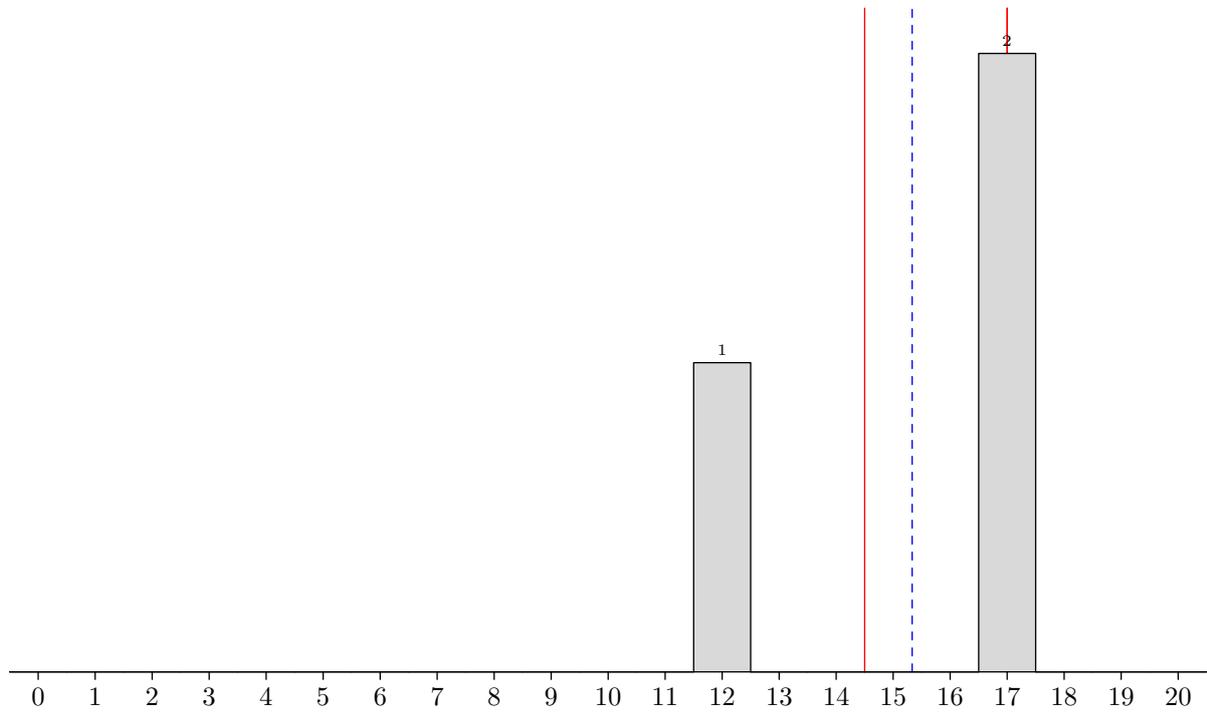
Allemand



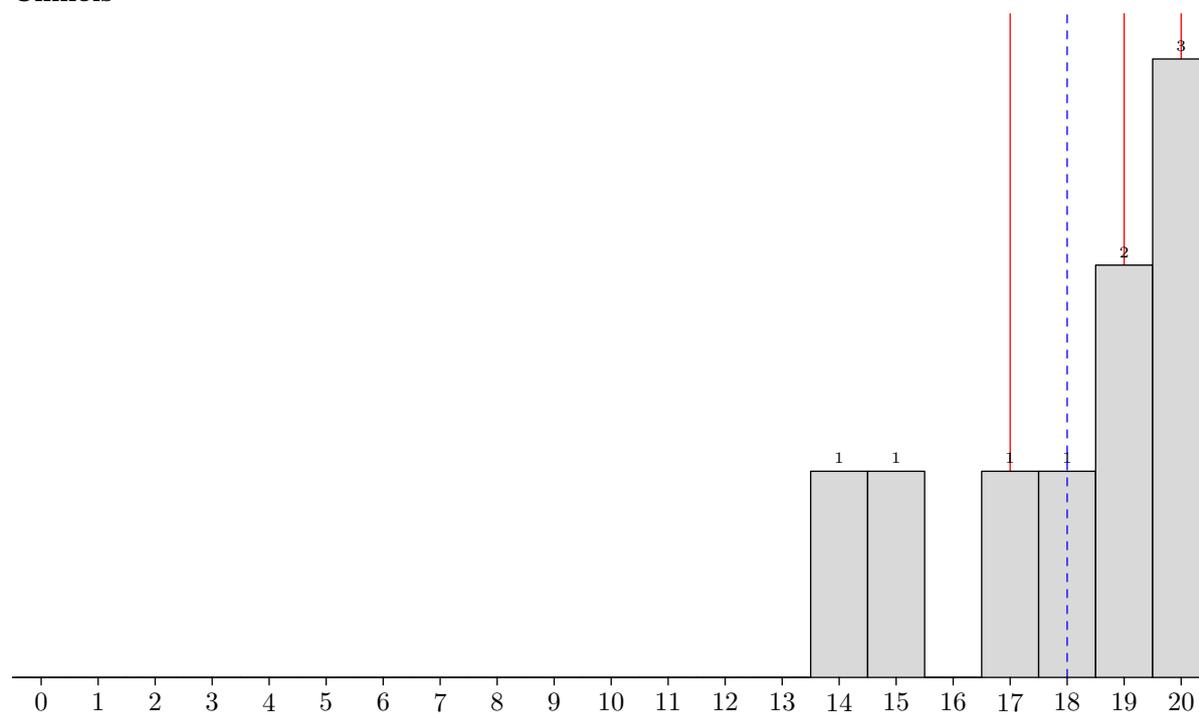
Anglais



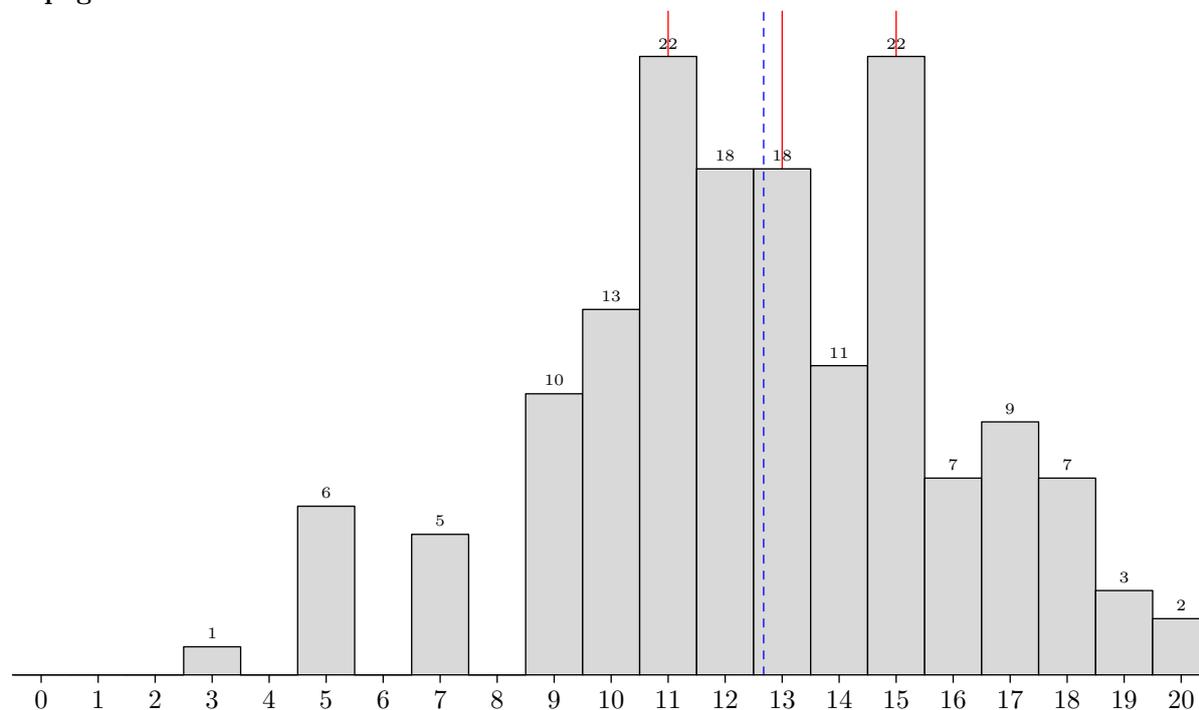
Arabe



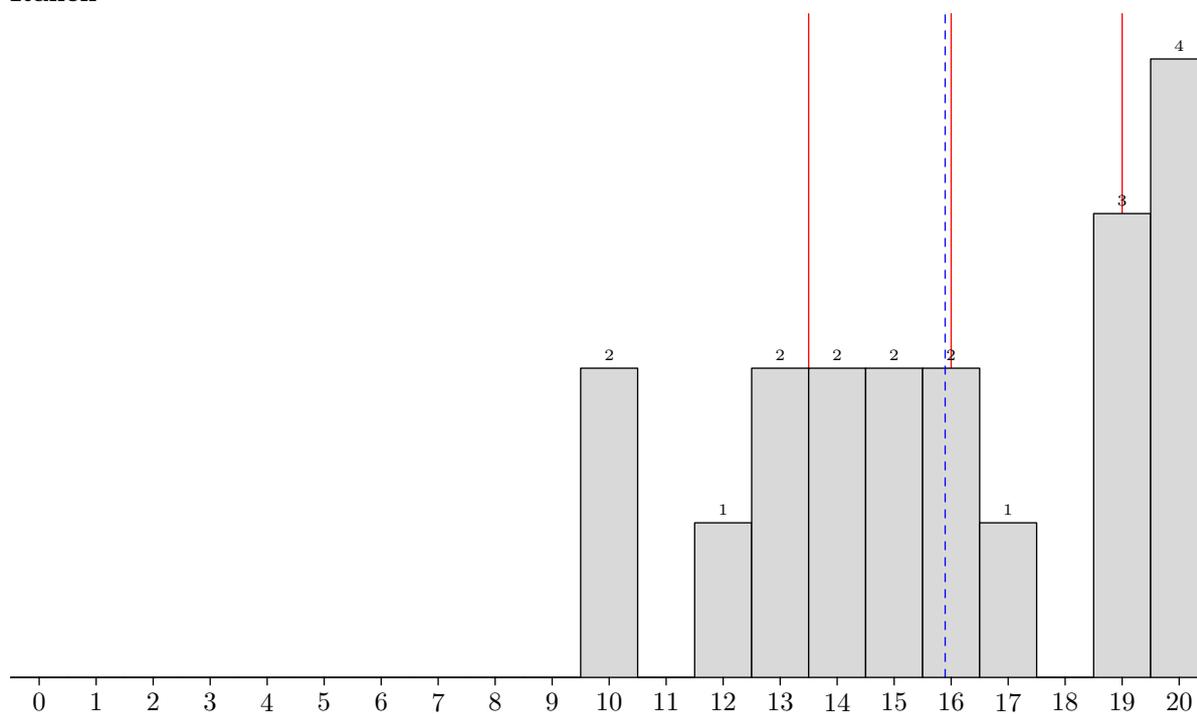
Chinois



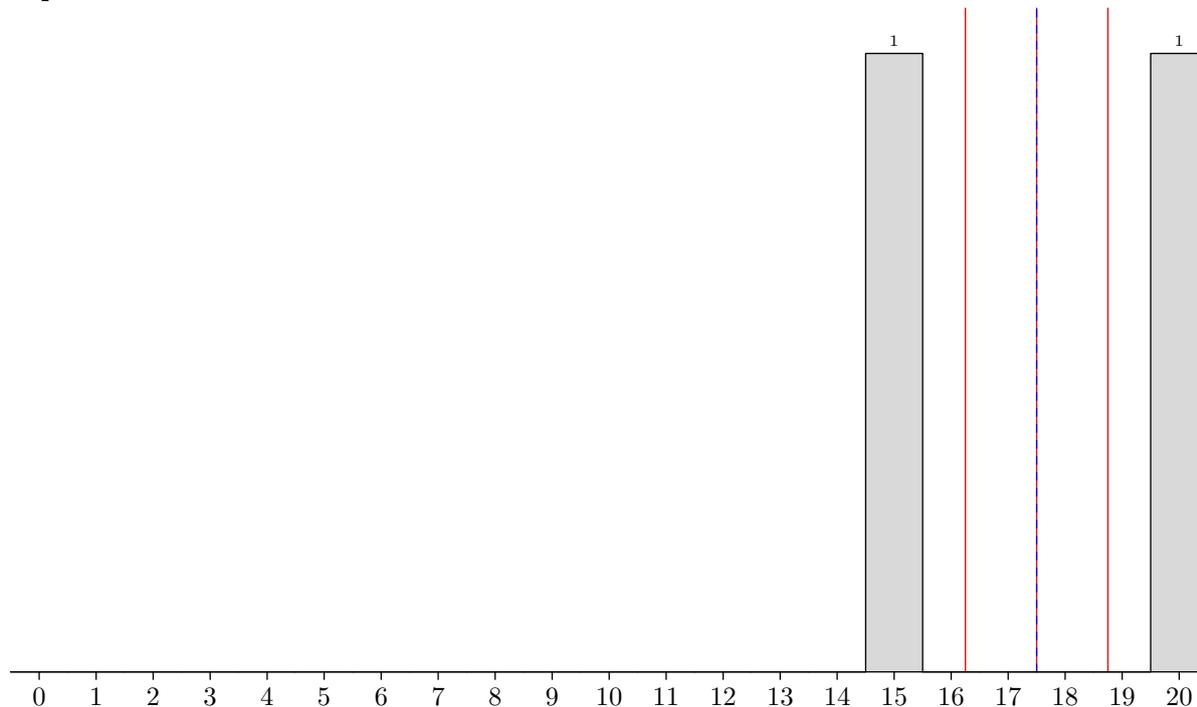
Espagnol



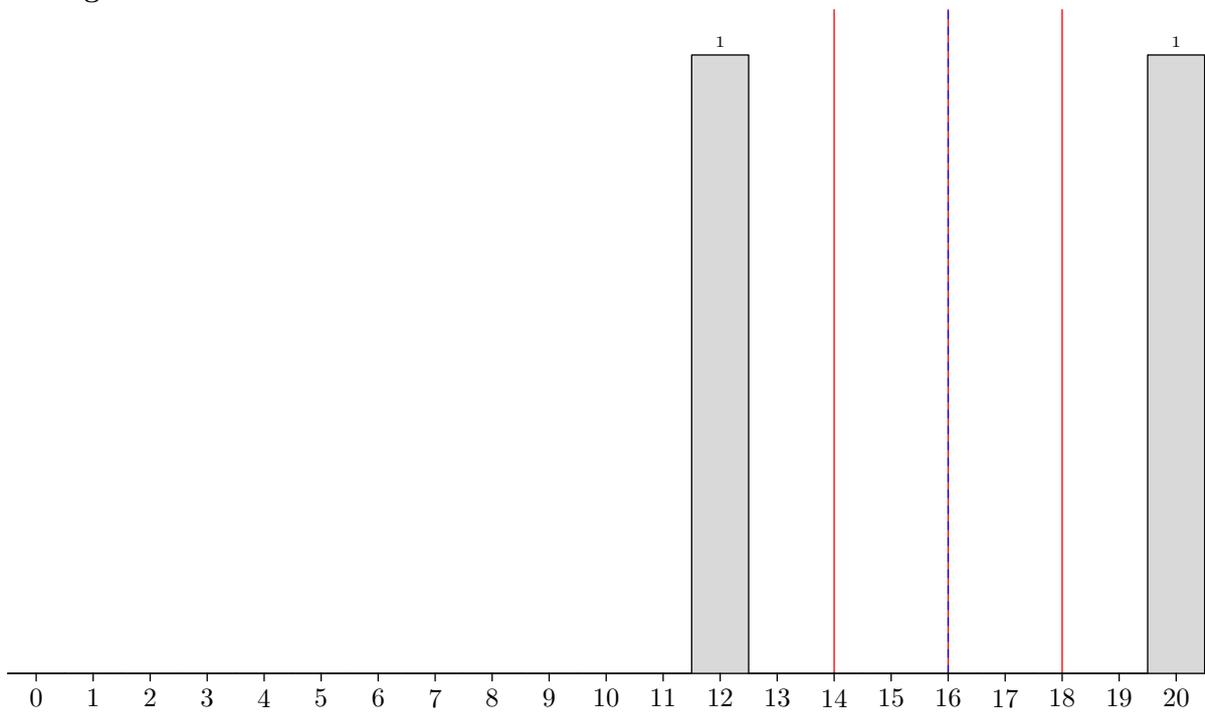
Italien



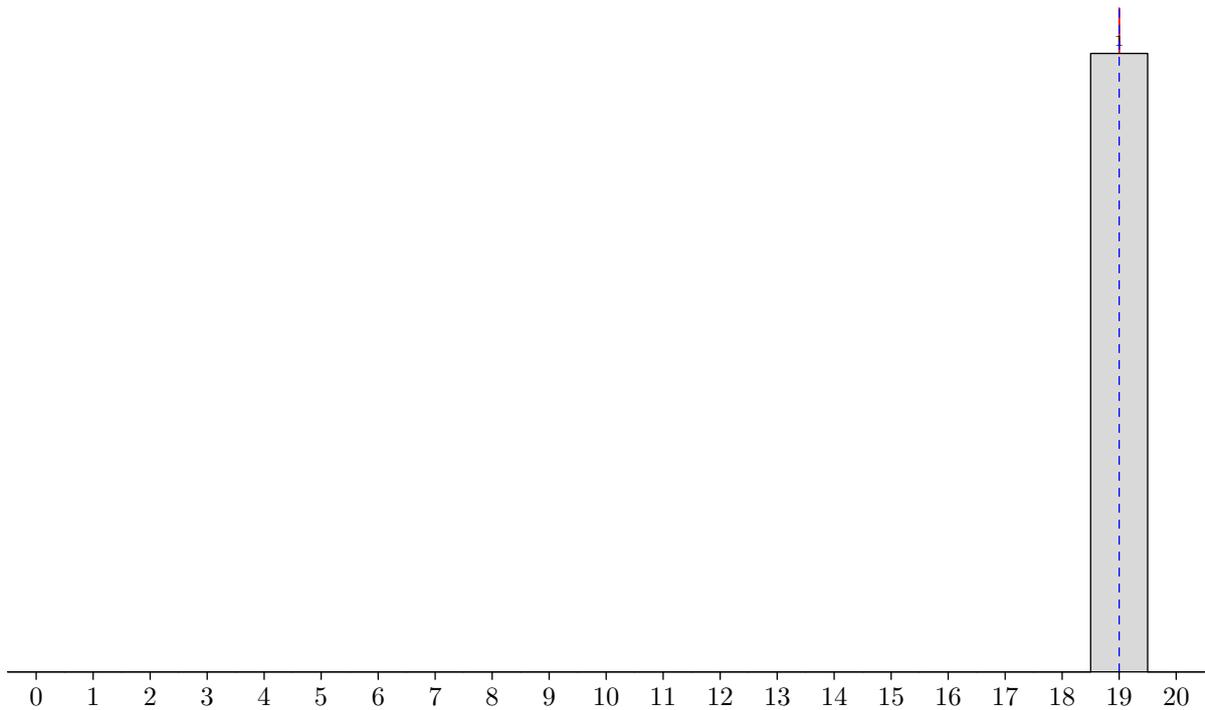
Japonais



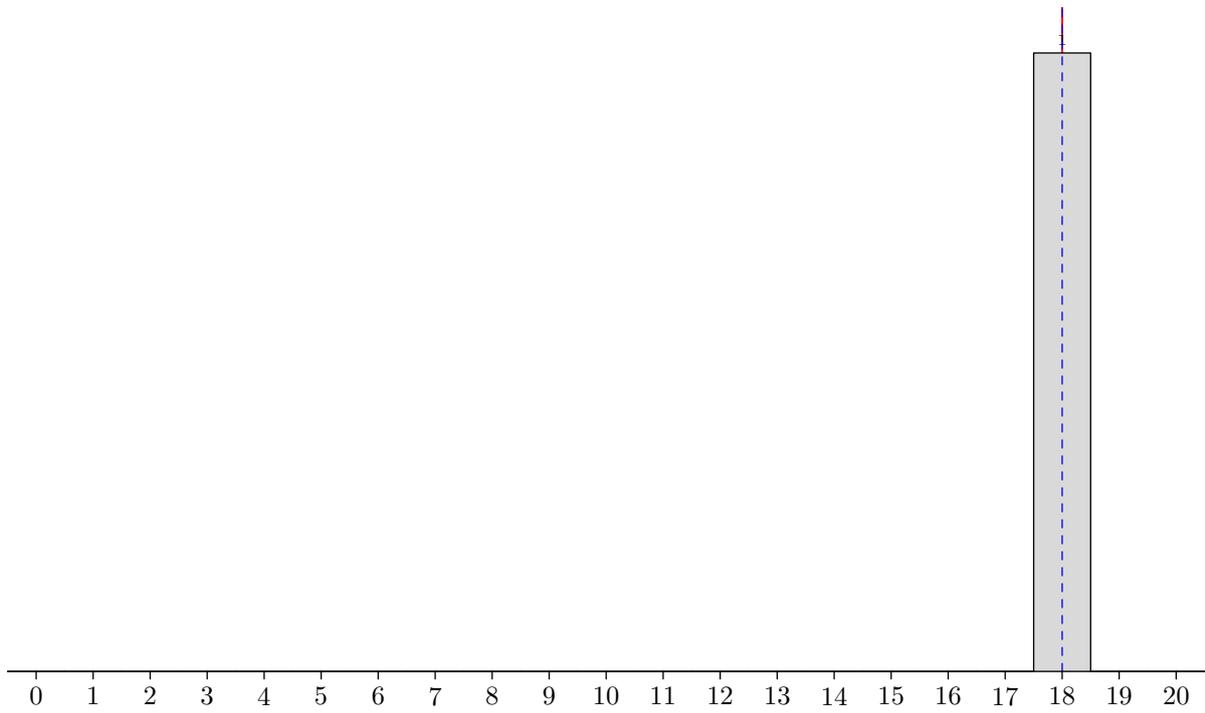
Portugais



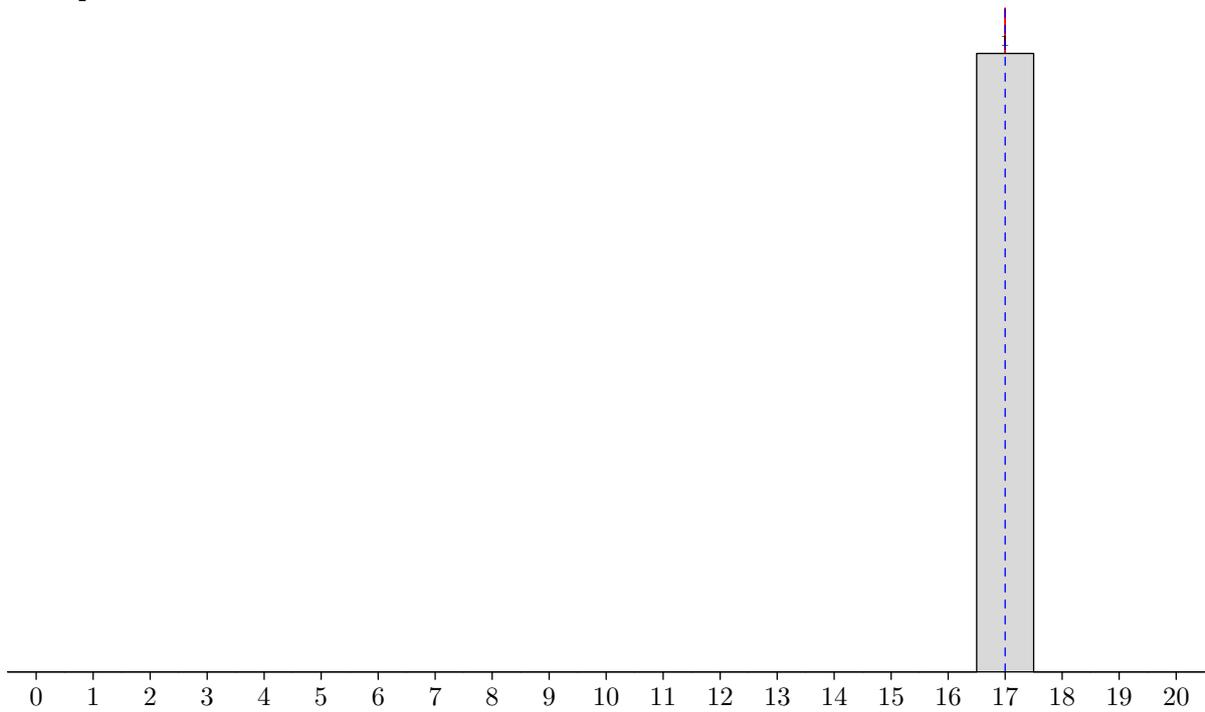
Roumain



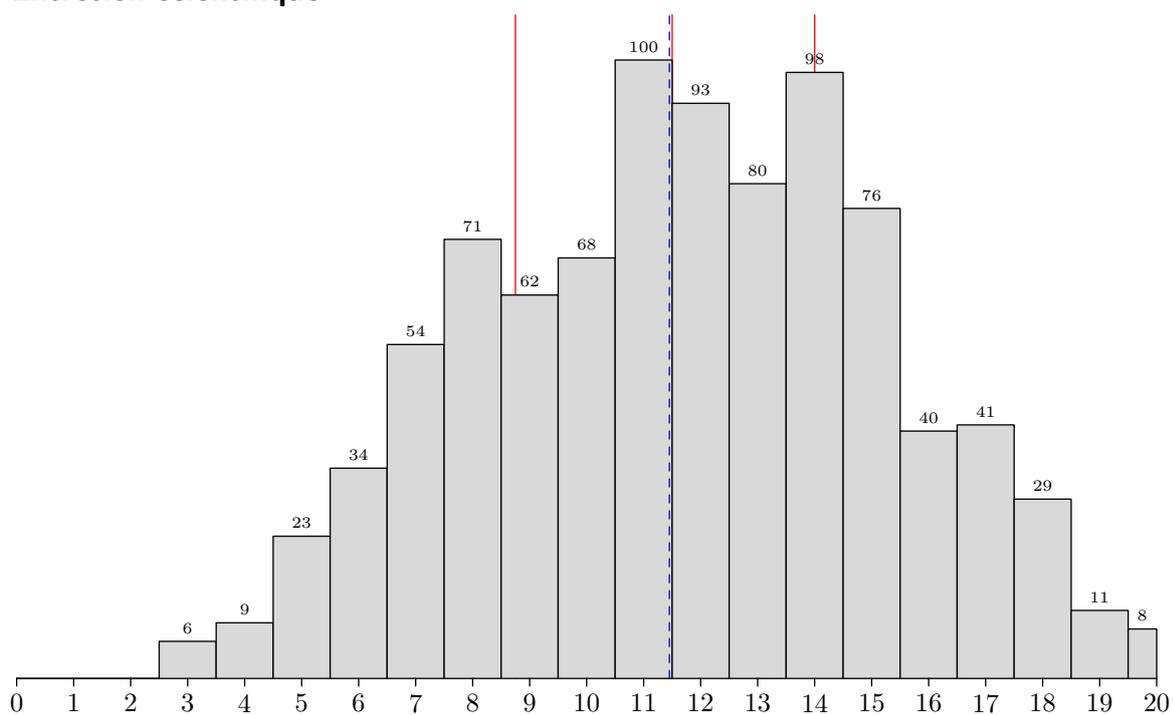
Russe



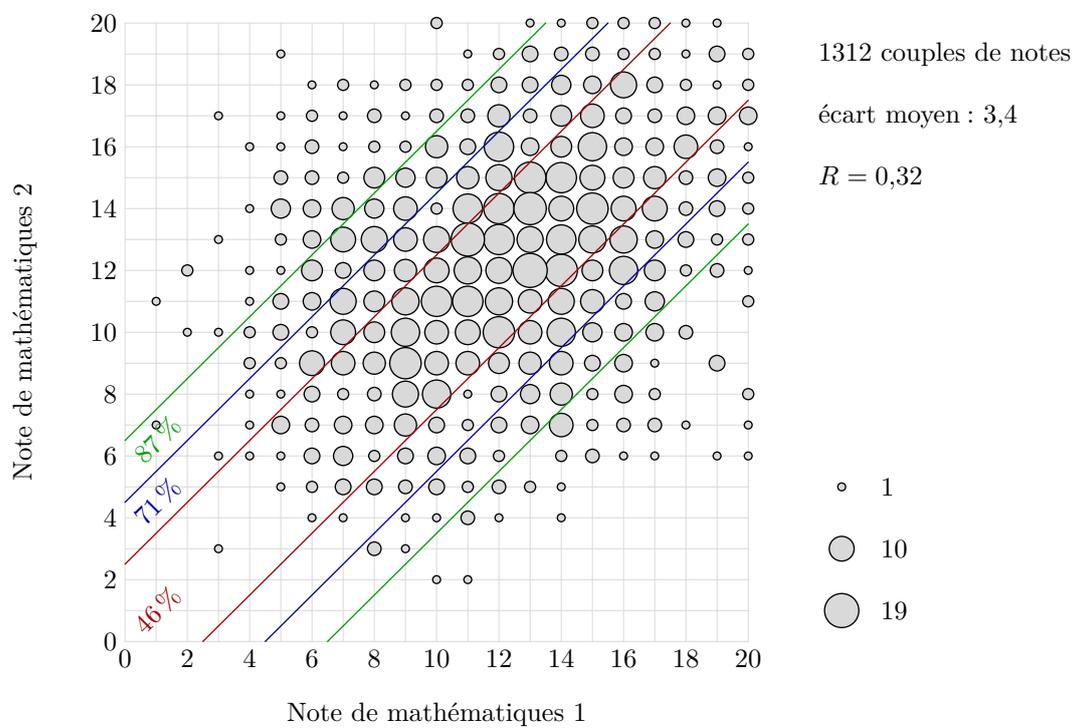
Tchèque



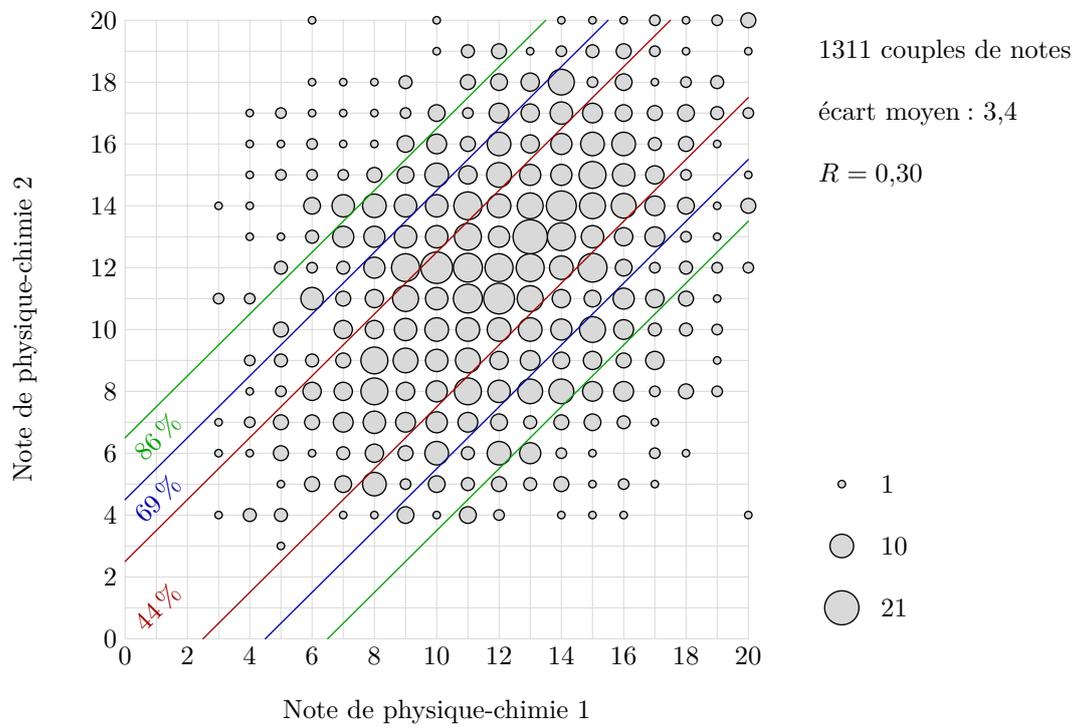
Entretien scientifique



Corrélation entre mathématiques 1 et mathématiques 2



Corrélation entre physique-chimie 1 et physique-chimie 2



Mathématiques

Chaque candidat admissible au concours Centrale-Supélec passe deux épreuves de mathématiques lors de son oral, chacune d'entre elles ayant sa spécificité.

Présentation des épreuves

Épreuve de mathématiques 1

L'épreuve de mathématiques 1 est une épreuve sans préparation d'une durée d'environ 30 minutes. L'usage de la calculatrice est autorisé mais dans les faits très rare.

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

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

Épreuve de mathématiques 2

L'épreuve de mathématiques 2 est une épreuve de mathématiques utilisant l'outil informatique. Un ordinateur équipé des logiciels Python (distribution Pyzo et Anaconda en 2021) et Scilab est mis à disposition du candidat. Des fiches d'aide présentant différentes fonctions Python pouvant être utiles sont fournies lors de l'épreuve sous forme papier ainsi que sous forme d'un fichier PDF présent sur l'ordinateur. Ces fiches sont consultables en ligne sur le site du concours. Les candidats disposent d'une préparation d'une demi-heure puis sont interrogés pendant 25 minutes environ. L'outil informatique peut être employé pour effectuer des calculs, des tracés de courbes ou de surfaces, étudier des exemples numériques correspondant à un problème théorique donné, effectuer des calculs matriciels (par exemple résoudre un système linéaire ou rechercher les éléments propres d'une matrice), simuler une expérience aléatoire, émettre des conjectures... Dans cette épreuve, on évalue la capacité à aborder de manière constructive les notions du programme de mathématiques de la filière PSI, à choisir la meilleure représentation d'un objet pour résoudre un problème donné, à organiser de manière claire un calcul complexe. La capacité à s'exprimer et la rigueur de la démarche sont aussi prises en compte dans la notation.

Analyse globale des résultats

Épreuve de mathématiques 1

Le format de l'épreuve est maintenant bien connu des candidats. Elle a permis de les classer de façon efficace, en évaluant à la fois leur connaissance des notions du programme, leur capacité à les mobiliser pour résoudre des problèmes, mais aussi leur aisance à l'oral dans le cadre d'un dialogue avec l'examinateur. Avec presque 12 de moyenne et environ 3,5 d'écart type, l'épreuve a fort bien tenu son rôle.

Pour commencer, il est intéressant et rassurant de noter que le jury n'a pas perçu de baisse significative de niveau entre les candidats du concours 2019 et ceux de cette année. Tout au plus a-t-il noté que

dans l'ensemble les étudiants interrogés éprouvaient un peu plus de difficultés en algèbre linéaire que d'ordinaire.

On distingue assez nettement trois groupes de candidats.

- le premier est constitué d'étudiants très faibles, qui à la fois ignorent le cours et — conséquence inévitable — peinent à produire le moindre raisonnement. Leur nombre limité n'a pas varié depuis 2019 en dépit de la situation sanitaire ;
- le deuxième révèle un nombre non négligeable de candidats extrêmement brillants, maîtrisant parfaitement et le cours et les subtilités de son utilisation. Autonomes, ils viennent à bout de l'exercice presque seuls ;
- enfin, le troisième groupe, de loin le plus nombreux, concerne un échantillon varié de candidats qui partagent une bonne et solide connaissance du cours mais qui, à des degrés divers, ont besoin d'être guidés par l'interrogateur. C'est précisément, l'utilisation qu'ils font de l'aide offerte par l'examinateur et la façon dont il interagissent avec lui qui permettent leur classement.

Il convient de saluer évidemment le mérite des étudiants des deux dernières catégories, mais aussi de noter l'efficacité des classes préparatoires qui en deux ans et dans le contexte de la crise sanitaire sont arrivés à hisser leurs étudiants à un tel niveau de maîtrise des mathématiques.

Nous aurions aimé terminer sur cette note réjouissante, mais il nous faut cette année encore déplorer des lacunes fréquentes et déjà dénoncées par le passé dans les domaines suivants :

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

Les précédentes mises en garde dans le rapport du concours Centrale-Supélec ne semblent pas avoir été entendues des candidats, et le jury n'a noté aucun progrès dans ce domaine.

Or, si ces trois points ne relèvent que de compétences parmi d'autres, celles-ci dépassent le cadre des seules mathématiques pour constituer une partie du bagage de l'« honnête homme scientifique ».

Nous mettrons donc l'accent l'an prochain sur ces points que nous contrôlerons tant par des sujets que des questions annexes, en espérant que les candidats du concours 2022 auront lu et tenu compte de ce rapport.

Épreuve de mathématiques 2

La majorité des candidats a compris le principe de l'épreuve de mathématiques 2 et beaucoup ont pris la peine de se familiariser avec les documents disponibles. Il reste cependant une part non négligeable de candidats mal préparés qui découvrent ces fichiers d'aide le jour de l'épreuve ou reprogramment des fonctionnalités dont le mode d'emploi est fourni.

Le jury a unanimement ressenti une légère baisse de niveau sur l'ensemble des candidats. On note toujours des candidats brillants, totalement autonomes, mais moins nombreux. L'élève médian aborde moins

de questions, se montre moins pertinent sur les conjectures, affiche plus de lacunes, en particulier sur le programme de première année. Cette différence de niveau est moins perceptible en ce qui concerne l'utilisation de l'outil informatique. Les capacités de présentation orales en revanche sont inchangées, avec une majeure partie de candidats volontaires et qui cherchent à proposer des solutions. On notera enfin des prestations particulièrement faibles, avec un manque de maîtrise étonnant sur des connaissances du niveau de terminale.

Nul doute cependant que les conditions d'enseignement de ces deux dernières années et l'absence d'oraux l'an dernier ont joué un rôle majeur dans ces évolutions. Il convient même de féliciter l'ensemble des acteurs de l'enseignement en CPGE pour avoir su malgré tout conserver le niveau global des candidats. Le jury a tenu compte de ces éléments pour l'évaluation et maintenu une moyenne d'environ 11,5 et un écart-type de l'ordre de 3,5.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Voici quelques conseils et mises en garde, dont plusieurs figuraient déjà dans les précédents rapports. Le jury conseille aux futurs candidats de lire également les rapports des deux années antérieures.

Pour bien préparer ces épreuves, il faut tout d'abord travailler le cours, celui de seconde année, comme celui de première année, puis les techniques usuelles. Un candidat qui connaît son cours et sait comment aborder les problèmes classiques est assuré d'avoir une note fort convenable. Toutes les notions du cours de deuxième année de PSI, mais aussi du cours de première année (intersection entre les programmes de MPSI et de PCSI), doivent être connues. Certains candidats utilisent des notions qui ne sont pas au programme de PSI, mais qui le sont dans d'autres filières (typiquement la compacité, le lemme des noyaux), alors même qu'ils peuvent en ignorer d'autres figurant explicitement au programme. Les exercices ont été spécifiquement préparés pour la filière PSI et ne demandent pas de connaissances hors programme.

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

Il est attendu du candidat qu'il ne se contente pas d'écrire au tableau, mais qu'il se retourne de temps en temps pour faire face à l'examineur et écouter ses remarques (plutôt que de les ignorer, ou même de les critiquer). Quand l'examineur pose une question intermédiaire, c'est souvent une indication, il faut en tenir compte et ne pas hésiter à l'écrire pour bien la visualiser.

Il est attendu des candidats qu'ils fassent preuve de rigueur et de précision. « Ça converge » n'est jamais une réponse tolérable. Il convient de nommer les objets (la suite, la série, la suite de fonctions ou de matrices) et, lorsque c'est nécessaire, de préciser le type de convergence (simple, uniforme, en norme un). On note en effet souvent des confusions lorsque les candidats manipulent des quantités de la forme $(f_n(x))_{n \in \mathbb{N}}$. Attention également aux notations : $\sum_{n \geq 0}$ désigne une série (donc une suite de sommes partielles) alors que $\sum_{n=0}^{+\infty}$ désigne une somme (donc un nombre réel). Quand ils appliquent un théorème les candidats doivent en citer et en vérifier toutes les hypothèses. Sur le plan du raisonnement, il est primordial que l'examineur sache celui qui est retenu par le candidat. Ce dernier n'est pas tenu, comme à l'écrit, de tout rédiger, néanmoins il doit informer l'interrogateur du type de raisonnement qu'il mène : raisonnement par équivalence, raisonnement par double implication, raisonnement par récurrence. De la même façon, si la quantification des variables obéit à l'oral à des exigences moins strictes qu'à l'écrit, les candidats doivent au moins oralement informer l'examineur du statut de chacune d'elle. Rappelons que

pour montrer qu'une propriété est vraie pour tous les éléments d'un ensemble, il faut partir d'un élément quelconque de cet ensemble : par exemple, pour montrer que toutes les valeurs propres d'une matrices sont positives, on commence par écrire ou dire « soit λ une valeur propre de la matrice ». Très souvent, les candidats qui ne savent par où commencer déclarent : « je vais peut-être faire un raisonnement par analyse-synthèse ». Rappelons que ce type de raisonnement est approprié pour montrer l'existence et l'unicité d'un objet mathématique mais n'est pas la panacée. La démonstration d'une propriété valable pour tout entier naturel peut parfois se faire directement, sans recours à un raisonnement par récurrence. Notamment, une relation de récurrence ne se démontre quasiment jamais par récurrence !

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

En début d'épreuve, la lecture de l'exercice est une perte de temps. Le jury connaît l'énoncé, les candidats sont donc invités à entrer d'emblée dans le vif du sujet. Sur l'ordinateur, il est souvent inutile de détailler les codes, surtout si c'est pour les paraphraser. Il est conseillé de passer directement aux résultats obtenus et aux conjectures.

Utilisation du logiciel

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

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

Il convient de se familiariser avec l'environnement Pyzo ou Anaconda avant de passer l'épreuve : télécharger le logiciel, repérer où sont l'éditeur et la console et comment les utiliser.

En début de préparation, il est vivement conseillé de feuilleter rapidement les pages des documents d'aide en rapport avec la thématique de l'énoncé. Les feuilles d'aide sont disponibles sur le site du concours et peuvent permettre tout au long de l'année de préparation d'illustrer de manière concrète le cours de mathématiques. La différence est nette entre les candidats ayant bien préparé leur oral et connaissant les fiches d'aide proposées par le concours et ceux les découvrant pendant la demi-heure de préparation.

Pendant la préparation, il est fortement conseillé de trouver un équilibre entre le temps passé sur machine et le temps passé sur des questions théoriques, quitte à sauter certaines questions. La préparation durant 30 minutes, 15 minutes sur machine est suffisant, dès lors que les premiers codes sont testés et produisent des résultats exploitables. Les calculs étant particulièrement chronophages et difficiles à mener en direct au tableau, il est vivement conseillé de s'y frotter en préparation.

Les codes doivent tous être écrits et testés sur la machine. Des codes courts sont à privilégier, quitte à écrire plusieurs fonctions. Il est également conseillé de mettre des séparateurs de manière à pouvoir ne tester qu'une partie du code. On peut, bien sûr, faire des allers-retours dans l'emploi de l'éditeur et de la console. Enfin, pour éviter les surprises, on pourra faire une sauvegarde du travail sur le bureau.

Il est recommandé de porter une attention particulière à la syntaxe (parenthésage notamment), à l'initialisation des variables, à la longueur des boucles `for` et aux conditions d'arrêt des boucles `while`. Il est fortement conseillé d'apprendre à réagir aux différents messages d'erreurs renvoyés par le logiciel lors de l'exécution d'un script, afin de corriger de manière autonome de nombreuses erreurs. L'examineur prend certes la peine de corriger les coquilles qu'il repère, mais il en tient compte dans sa notation.

D'une manière générale, les candidats doivent avoir une idée de la complexité de leurs calculs et ne pas attendre de longues minutes qu'une boucle interminable donne un résultat hypothétique. Typiquement, rappelons qu'une implémentation récursive naïve d'une relation de récurrence double aboutit à une complexité exponentielle.

Comme les années précédentes, les candidats restent peu sensibilisés aux problèmes liés à l'utilisation de nombres à virgule flottante, en particulier les problèmes de précision et de tests d'égalité. Trop de candidats ne tiennent pas compte des erreurs de calcul dans l'interprétation des résultats.

Quand on demande une valeur numérique avec une certaine précision, il faut être capable de justifier que le résultat proposé respecte cette précision. « J'ai pris n très grand » n'est pas recevable.

Les fonctions `quad` et `solve` ne s'emploient qu'avec des fonctions d'une variable. Si on veut les employer avec des fonctions dépendant d'autres paramètres, il faut alors les utiliser en définissant une fonction à l'intérieur d'une fonction. On rappelle que `quad` renvoie un couple de valeurs, la deuxième étant un majorant des erreurs d'approximations. Seule la première est utile pour un tracé.

Les tracés sont globalement maîtrisés. On a vu cependant beaucoup de candidats bloqués pour ne pas avoir remarqué que la fenêtre graphique s'ouvre en arrière plan et qu'il est nécessaire de la fermer pour relancer des instructions. Le jury regrette que les commentaires sur les graphiques obtenus soit aussi pauvres. Il faut que les candidats pensent à regarder les échelles sur les axes lors des sorties graphiques et à les utiliser.

L'utilisation de la fonction `odeint` pour les tracés de solution d'équation différentielle est satisfaisante. Cependant, de nombreux candidats n'ont pas compris que le premier élément du tableau de temps `T` est celui sur lequel porte la condition initiale. Quand on demande d'effectuer le tracé d'une solution d'une équation différentielle sur un intervalle I où la condition initiale est prise en un temps situé à l'intérieur de I , il faut alors deux appels à la fonction et superposer les deux tracés.

La manipulation des tableaux `numpy` est globalement satisfaisante. Il est recommandé de savoir extraire des lignes ou des colonnes de tels tableaux. Certains candidats ignorent que le produit matriciel ne s'effectue pas grâce à l'opérateur `*` ou `**` pour les puissances.

L'utilisation du logiciel en algèbre linéaire demeure délicate. L'utilisation du rang d'une matrice est rarement utilisée alors qu'elle permet de répondre simplement à de nombreuses questions. Trop de candidats n'ont pas compris ce que renvoie la fonction `eig` du module `numpy.linalg` et en particulier ne savent pas extraire un vecteur propre associé à une valeur propre donnée. Rappelons que ces vecteurs se lisent dans les colonnes de la seconde matrice renvoyée par la commande mentionnée ci-dessus. De plus, cette commande renvoie toujours un résultat, même lorsqu'une matrice n'est pas diagonalisable. La fonction `eig` ne permet pas donc de répondre simplement à la question de la diagonalisabilité d'une matrice. Il faut en plus étudier la dimension des sous-espaces propres (ce qui est assez simple en utilisant des rangs) ou encore utiliser un polynôme annulateur scindé à racines simples (et là encore, le logiciel peut faire le calcul).

Le procédé d'orthonormalisation de Gram-Schmidt pose problème à une proportion non négligeable de candidats. Certains se lancent dans des calculs au tableau ou sur feuille, forcément fastidieux, alors que l'outil informatique est particulièrement indiqué dans ce cas. On peut conseiller aux candidats de bien décomposer les étapes de l'algorithme et d'avoir défini au préalable des fonctions calculant le produit scalaire et de la norme euclidienne associée.

Analyse

Le chapitre qui a le moins de succès auprès des candidats est, cette année encore, celui sur les fonctions de plusieurs variables. La règle de la chaîne, formule assez incontournable non seulement des mathématiques, mais encore des sciences physiques ou de l'ingénieur, est malheureusement ignorée de nombreux candidats. La partie applications géométriques du chapitre calcul différentiel est ignorée ou mal connue de la grande majorité des candidats. Ceci est dommage puisque les exercices portant sur cette partie sont souvent simples et proches du cours ou encore abordent d'autres parties du programme et devraient permettre aux candidats d'avoir une bonne note.

Une grande majorité des candidats a été confrontée à de fréquentes difficultés sur des points issus du programme de première année. Il est assez paradoxal de constater que les candidats sont plus à même de citer le théorème de continuité des intégrales à paramètres que de donner un énoncé précis du théorème des accroissements finis.

Parmi les problèmes récurrents, on peut citer notamment tout ce qui est lié au calcul : manipulation d'égalités ou d'inégalités, calcul de dérivées ou de primitives, utilisation de développements limités pour les équivalents ou dominations. Le théorème fondamental de l'analyse est souvent mal utilisé, quand il n'est pas complètement hors-sujet notamment dans le cadre d'une intégrale à paramètres. Rares sont les candidats qui savent dériver correctement une application de la forme $x \mapsto \int_{a(x)}^{b(x)} f(t) dt$, on a souvent droit à $x \mapsto f(b(x)) - f(a(x))$ comme réponse, y compris lorsque a est constante ! La formule de Taylor avec reste intégral est toujours mal maîtrisée et, cette année encore, certains candidats ont fait preuve d'une grande imagination pour formuler son expression. Il serait sage de comprendre l'efficacité de cette formule pour obtenir des résultats globaux (par exemple des inégalités). D'autant plus lorsque l'on constate que certains candidats par exemple se ruent sur des développements limités pour démontrer une inégalité globale.

En ce qui concerne le programme de deuxième année, les théorèmes importants sont globalement sus. Mais il n'est bien entendu pas suffisant de savoir les énoncer. La plupart des résultats d'analyse nécessitent des majorations, qu'il s'agisse de vérifier les hypothèses du théorème de convergence dominée, ou de s'assurer de la convergence uniforme d'une série de fonctions. Sans surprise, ce sont souvent ces majorations qui posent problème car elles sont souvent faites de manière approximative. Par ailleurs, l'utilisation de ces théorèmes n'est pas toujours une nécessité (on pourra citer en particulier l'exemple classique $x \mapsto \int_0^x f(t) \cos(x-t) dt$).

Pour étudier une intégrale impropre, les étudiants ne regardent souvent que les bornes sans se demander au préalable sur quel domaine la fonction est continue ou continue par morceaux.

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

Les séries entières posent encore de grosses difficultés. Le jury rappelle aux candidats que la règle de d'Alembert (déduite de celle pour les séries numériques) n'est pas le seul outil pour déterminer le rayon de convergence d'une série entière. Très peu d'étudiants ont, par exemple, le réflexe de dire : $(a_n)_{n \geq 0}$ est borné donc le rayon de convergence de $\sum a_n z^n$ est supérieur ou égal à 1. La recherche d'une solution développable en série entière d'une équation différentielle est un exercice généralement bien connu des candidats. Cependant, les calculs sont souvent nettement plus longs qu'ils ne le devraient et occupent de ce fait la quasi-totalité de la présentation des candidats.

Pour finir, signalons que certaines erreurs sont particulièrement rédhitoires. Il est faux de croire qu'une quantité de la forme $\exp(-A)$ est toujours inférieure ou égale à 1. Il est également faux de penser qu'une quantité de la forme a/b est toujours majorée par a , y compris lorsque les deux membres du quotient sont positifs. Les inégalités entre nombres complexes n'ont aucun sens (et, d'une manière générale, les inégalités sans l'usage de valeur absolue sont rarement pertinentes). Le jury peut faire preuve d'indulgence si un candidat se corrige immédiatement lorsque le problème est soulevé. C'est nettement plus difficile lorsque le candidat met plus d'une minute à corriger son erreur !

Algèbre

Il est bon d'avoir à l'esprit l'hypothèse et la conclusion : en traduisant correctement l'une et l'autre, il n'y a parfois qu'un pas pour conclure.

Il ne faut pas confondre somme directe et supplémentaire. En revanche, maîtriser la définition de $E_1 \oplus E_2 \oplus \dots \oplus E_k$, souvent utilisée mais rarement comprise, est indispensable.

La définition géométrique d'une projection ou d'une symétrie, liée à la donnée de deux espaces supplémentaires, pose des problèmes à beaucoup de candidats. Le cas particulier des projections orthogonales et des symétries orthogonales n'est pas non plus toujours maîtrisé.

Il est parfois difficile d'étudier le caractère diagonalisable d'une matrice 2×2 . Le fait que les valeurs propres d'une matrice triangulaire se trouvent sur la diagonale nécessite souvent un lourd calcul. Certains candidats ne voient pas qu'une matrice de taille n qui n'est pas de rang n , admet 0 pour valeur propre. La détermination des espaces propres d'une matrice est le plus souvent abordée par résolution du système $AX = \lambda X$. La recherche du noyau de $A - \lambda I_n$ par opérations sur les colonnes est pourtant bien plus rapide et élégante mais suppose de savoir interpréter vectoriellement les opérations sur les colonnes.

Dans le chapitre sur les espaces euclidiens, il faut avoir compris l'efficacité des bases orthonormées, en particulier pour écrire des coordonnées ou des matrices. Il faut savoir écrire les coordonnées d'un vecteur dans une base orthonormée, ainsi que l'expression du produit scalaire.

Si l'énoncé du théorème spectral, fréquemment demandé, est le plus souvent bien cité sous sa forme matricielle, il est bien difficile d'avoir une formulation correcte pour les endomorphismes. Beaucoup d'étudiants parlent d'endomorphismes réels, expression dépourvue de sens, et ne voient pas qu'il faut se placer dans le cadre des espaces euclidiens. La même difficulté existe pour les notions de matrices symétriques et d'endomorphismes symétriques : la matrice d'un endomorphisme symétrique est symétrique en base orthonormée, hypothèse qui est rarement citée.

Probabilités

Le chapitre des probabilités est celui qui donne généralement les prestations Python les plus appréciables, l'outil informatique se prêtant parfaitement à ce type de thématique. Si les candidats n'ont en général pas de difficulté à obtenir une valeur approchée de l'espérance d'une variable aléatoire en calculant la moyenne des résultats d'un grand nombre de simulations, ils sont nettement moins nombreux à savoir l'expliquer par un argument rigoureux (loi faible des grands nombre). On notera également qu'il est nettement moins naturel pour les candidats d'obtenir des valeurs approchées de la loi d'une variable aléatoire, alors qu'il s'agit pourtant du même type de méthode.

Pour les questions théoriques, la principale difficulté reste l'utilisation de la formule des probabilités totales. La quasi-totalité des candidats n'a pas le réflexe de citer un système complet d'événements. Lorsque la précision est demandée, il est très souvent incomplet. Pour finir, les probabilités conditionnelles intervenant dans cette formule sont le plus souvent parachutées.

Il est préférable de ne pas commencer par une égalité de probabilités mais par une égalité entre événements. Ceci permet d'éviter les fréquentes confusions entre les différents objets en probabilités

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

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

Conclusion

Le jury est bien conscient que les candidats évalués cette année ont connu des conditions de formation particulièrement éprouvantes et les félicite d'avoir malgré cela obtenu le niveau qui a été constaté. De très bonnes prestations ont été réalisées par des candidats maîtrisant parfaitement les outils pratiques et théoriques mis à leur disposition. Le jury encourage tous les futurs candidats à utiliser de manière régulière l'outil informatique pour appréhender de manière plus concrète les notions théoriques étudiées en cours de mathématiques. Par ailleurs, un effort spécifique est conseillé sur les techniques de première année car ce sont les piliers de toute la formation en classe préparatoire.

Physique-chimie

Présentation des épreuves

Physique-chimie 1

L'oral de physique-chimie 1 est une épreuve de 30 minutes, sans préparation, portant sur l'intégralité des programmes de sciences physiques de la filière PSI. Lors de cette épreuve, l'usage de la calculatrice est autorisé.

À son entrée en salle, les candidats se voient remettre un sujet, comportant un exercice unique. Ils disposent de quelques instants pour en prendre connaissance avant de se lancer dans sa résolution au tableau. Cette épreuve est conçue pour évaluer en priorité la maîtrise des compétences *s'approprier*, *autonomie* et *communiquer*.

L'énoncé comporte entre 3 et 5 questions, la première d'entre elles étant toujours une question de cours ou d'application directe du cours. Les questions suivantes permettent au jury d'apprécier la capacité des candidats à s'appuyer sur leurs connaissances et savoir-faire pour s'adapter à des situations nouvelles. L'analyse physique, l'esprit d'initiative, la rigueur de la démarche doivent être mis en avant.

Au cours de l'épreuve, deux formulaires sont mis à la disposition des candidats : un formulaire d'analyse vectorielle, ainsi qu'un formulaire de physique regroupant les différentes lois et formules rencontrées dans le programme mais non exigibles (relations de passage pour le champ électromagnétique, formules de conjugaison des lentilles minces, lois de Coulomb...).

Physique-chimie 2

L'épreuve de physique-chimie 2 évalue plus particulièrement les compétences suivantes : *communiquer*, *s'approprier et analyser*, *autonomie et initiative*.

L'épreuve, d'une durée totale de 1 heure, comporte une demi-heure de préparation. Un ordinateur sur lequel est notamment installé Python est à la disposition des candidats qui disposent également de leur calculatrice personnelle pour toute la durée de l'épreuve (y compris le passage au tableau).

Chaque énoncé proposé tient sur une page au maximum. Les sujets comportent des documents complémentaires inclus dans l'énoncé ou bien fournis sur ordinateur.

Plus de 50 % des documents sont des scripts Python à exécuter (et éventuellement à modifier) ; il peut s'agir sinon de vidéos, documents techniques, extraits d'articles, diapositives. Ils sont fournis dès le début de la préparation et peuvent également être consultés librement pendant l'exposé au tableau.

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

Un sujet est toujours en rapport avec un thème ou deux du programme. Il peut porter exclusivement sur de la chimie, qui est traitée comme toute autre rubrique de ce dernier.

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

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

Le cours ne constitue pas une base de repli pour les candidats, qui doivent rester concentrés sur la problématique proposée. Certains points de celui-ci peuvent néanmoins être soulevés par l'examinateur.

Analyse globale des résultats

Physique-chimie 1

Cette année encore, le jury a eu le plaisir d'assister à quelques prestations de très haut niveau : environ 25 % des candidats obtiennent une note supérieure ou égale à 15. À contrario, environ 20 % des candidats se voient attribuer une note inférieure ou égale à 8, le plus souvent par manque de maîtrise du cours de physique-chimie. Le jury tient donc à rappeler que les sujets sont toujours conçus de sorte que les candidats puissent mettre en valeur leur bonne maîtrise des capacités exigibles du programme au début de l'interrogation. Aussi est-il vivement recommandé d'être au point sur toutes les capacités exigibles du programme y compris celui de première année. Cependant, les questions dites de cours doivent être traitées dans un temps raisonnable.

Physique-chimie 2

Il y a environ 25 % de bons voire très bons candidats qui obtiennent une note entre 15 et 20 (dont 6 % obtiennent 18 ou plus). La discrimination entre ces candidats se fait entre autres par la communication, la présentation du sujet et de ses documents pouvant rapporter jusqu'à 3 points. Un autre facteur d'appréciation important est l'exploitation des documents ou scripts Python fournis : il s'agit d'interpréter, mais aussi d'exploiter de façon rigoureuse les données extraites des documents.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Physique-chimie 1

Les questions dites de cours sont souvent traitées dans une durée excessive. Prendre 20 minutes ou plus, pour utiliser le théorème de Gauss sur des géométries classiques, calculer une température de flamme ou la vitesse d'un satellite sur une orbite circulaire rend l'appropriation de la suite du sujet difficile.

Le jury tient à rappeler que l'épreuve dure 30 minutes en comptant le temps d'arrivée à la salle, la vérification de la convocation et des papiers d'identité. Ainsi il est fortement conseillé de préparer ses différents papiers et sa calculatrice afin d'aborder l'épreuve le plus rapidement. Le temps perdu par les candidats à retrouver leur carte d'identité au fond du sac n'est pas récupéré.

Concernant la forme, les candidats font bien la part des choses entre ce qui doit être écrit au tableau et ce qui peut être expliqué oralement à l'examinateur. Cependant, même s'il s'agit d'un oral, l'utilisation du tableau doit être ordonnée et lisible. Les candidats pensent gagner du temps en écrivant rapidement de façon désorganisée mais ils se pénalisent eux-mêmes car ils ont plus de difficultés à s'appuyer sur ces éléments pour construire la suite de leur raisonnement.

L'autonomie et l'initiative des candidats sont des critères importants de l'évaluation. Les énoncés sont en effet conçus de façon à laisser des libertés et de l'initiative aux candidats, sur le paramétrage du problème et sur la stratégie de résolution à adopter, entre autres. Aussi, le jury regrette fortement que certains, en manque d'idées de réponse, adoptent une attitude attentiste : les examinateurs n'indiqueront jamais exactement la marche à suivre mais donneront des indices ou des débuts de raisonnement. Au cours de

l'épreuve, les questions posées ont souvent pour but de mettre ou remettre les candidats sur une piste pertinente.

Le jury note une lenteur dans la réalisation de calculs de base du cours mais aussi dans la manipulation d'outils comme la projection de vecteurs, les réalisations d'applications numériques avec ou sans calculatrice.

Physique-chimie 2

La *communication* est un paramètre important de l'évaluation. Il s'agit notamment de la présentation du sujet, des documents, des réactions aux questions, des enseignements tirés des divers documents ou applications du sujet. Ainsi, les candidats qui commencent leur présentation par « À la question 1, j'ai répondu... » est pénalisé. Il est d'ailleurs incompréhensible que certains candidats ne s'intéressent pas à la contextualisation des sujets.

Viennent ensuite les compétences *s'approprier et analyser* ; les documents sont source d'informations que les candidats doivent pouvoir relever et utiliser. À ce sujet, les courbes tracées sur Python méritent d'être exploitées plus rigoureusement ; beaucoup rechignent encore à utiliser les fonctionnalités de la fenêtre graphique comme la loupe ou le pointeur qui permettent une lecture précise des coordonnées d'un point. Enfin, on voit souvent des candidats vouloir résoudre un problème en « ordres de grandeur » ; ceci ne doit pas se faire au détriment d'une utilisation rigoureuse des documents fournis.

L'épreuve évalue enfin les compétences *autonomie et initiative*. Souvent, les résultats utiles du cours doivent être amenés par les candidats. Selon les sujets, ce peut être à ceux-ci de proposer un modèle de résolution, un calcul à mener dans le but de vérifier une hypothèse... Même si tous les sujets ne le permettent pas, on voit certains candidats proposer des démarches originales (transformation d'un script python afin de créer un graphique, calcul complémentaire dans le but de confirmer ou d'infirmer une hypothèse, etc.). Le jury apprécie également tout commentaire sur les résultats (est-ce attendu, surprenant, conforme aux documents...).

Au cours de l'oral, l'interrogateur pose naturellement des questions, qui peuvent correspondre à de simples analyses de résultats, des prolongements ou des ouvertures. Ses interventions varient suivant les circonstances puisqu'elles dépendent du chemin pris par le candidat (souvent, le but d'une question est de donner l'occasion de corriger une erreur ou de changer de stratégie) mais aussi du niveau du sujet qui peut nécessiter une aide bienveillante du jury afin d'avancer dans la problématique proposée.

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

L'accent doit être mis sur la présentation du sujet et des documents fournis, l'intérêt qu'il éveille (il serait souhaitable que tout candidat expose d'emblée quelques propriétés ou résultats qu'il a réussi à extraire) ; par ailleurs, l'examineur a besoin qu'on lui présente le sujet pour être plus rapidement au fait de la situation étudiée et des idées qu'elle suscite. Un candidat peut, de sa propre initiative, retourner à l'ordinateur pendant l'interrogation ou utiliser sa calculatrice au tableau.

Thermodynamique

Le jury note une proportion importante de candidats ne faisant pas la distinction entre transformations élémentaires et globales. Il faut que les écritures demeurent homogènes et le jury aimerait ne plus voir les écritures ΔQ ou ΔW qui montrent une incompréhension des candidats sur la notion d'échange d'énergie.

Cette année, le jury a noté fréquemment un manque de maîtrise sur l'application du premier principe industriel. Celui-ci est souvent peu connu et mal utilisé. L'utilisation des diagrammes des frigoristes ou entropiques, afin de relever des valeurs énergétiques, est mal maîtrisée. Le théorème des moments chimiques

est souvent mal exploité ou mal écrit. Rien n'empêche de le redémontrer rapidement si nécessaire. La formulation du premier principe en termes de puissances est riche et gagnerait à être mieux connue.

Le jury tient, une nouvelle fois, à rappeler que la transformation dans un détendeur est généralement considérée comme isenthalpique car il s'agit d'un dispositif siège d'échanges énergétiques, thermiques et mécaniques, négligeables. La confusion entre transformation isenthalpique et transformation isentropique est trop fréquente. Lors de l'étude de machines dithermes de la vie « quotidienne » (moteur, climatiseur...), il serait bon que les candidats identifient correctement la source chaude et la source froide et qu'ils connaissent l'ordre de grandeur du rendement ou de l'efficacité de ces dispositifs.

Le jury a été déçu à plusieurs reprises des prestations des candidats sur l'ensemble de la thermodynamique de première année et de seconde année malgré des exercices classiques de machines thermiques avec ou sans changement d'état.

Électronique

Cette partie est plutôt bien traitée par les candidats. Le jury note de bonnes connaissances générales sur le fonctionnement d'un oscillateur électronique, le principe d'une détection synchrone, l'utilisation de l'analyse de Fourier pour le filtrage des signaux. Cependant les candidats ne reconnaissent pas les montages diviseur de tension dans les montages à base d'amplificateur linéaire intégré. C'est dommage car c'est un outil très performant et plus simple d'emploi que la loi des nœuds en termes de potentiels que les candidats ont du mal à utiliser sans erreur de signe.

Mécanique

En mécanique, les schémas doivent être soignés afin de faciliter la projection des forces sur les vecteurs unitaires de la base choisie. Il faut impérativement commencer par définir le système et le référentiel d'étude. Les définitions du moment cinétique et du moment d'une force ne sont pas bien connues. Les formules des vitesses et accélérations en coordonnées cylindriques doivent être sues ou être retrouvées très rapidement. Les candidats doivent savoir faire le lien entre énergie mécanique et nature de la trajectoire dans les exercices à forces centrales. Les théorèmes énergétiques sont plutôt bien maîtrisés mais souvent sous employés par rapport aux autres théorèmes de mécanique classique.

Électromagnétisme

Certains candidats se lancent dans l'application du théorème d'Ampère ou de Gauss sans une étude préalable des invariances et symétries ou sans préciser le contour ou la surface utilisés. Il est dommage de voir le peu de recul qu'ont les candidats sur le choix de ces derniers : on n'utilise pas tout le temps un cercle d'Ampère comme contour d'une distribution à symétrie cylindrique...

De trop nombreux candidats tentent d'appliquer systématiquement le théorème d'Ampère en faisant intervenir le champ magnétique, même lorsque des milieux magnétiques sont présents. Le jury rappelle que dans ce cas le théorème d'Ampère doit faire intervenir l'excitation magnétique.

L'utilisation qualitative de la loi de Lenz est maîtrisée par la plupart des candidats, ce qui leur permet de gagner un temps précieux dans la compréhension des phénomènes d'induction.

Physique des ondes

Dans les exercices à base d'ondes stationnaires, les candidats ne savent pas toujours que deux nœuds sont distants de $\lambda/2$. Le jury rappelle que l'utilisation de l'impédance acoustique n'est pas adaptée dans le cas des ondes stationnaires. Le jury est surpris de voir des candidats confondre la célérité du son avec la célérité de la lumière, sans réagir face au résultat numérique obtenu.

Mécanique des fluides

Le théorème de Bernoulli est bien maîtrisé, ses hypothèses souvent bien citées ; on rappelle que la mise en mouvement d'un fluide est coûteuse en énergie, ce qui est pris en compte par la différence d'énergie cinétique.

Les pertes de charge donnent lieu à des prestations très inégales : la distinction entre pertes de charge singulières ou régulières semble mal acquise.

Les calculs de nombre de Reynolds ont donné lieu à de nombreuses erreurs, essentiellement dues à une mauvaise attribution de la longueur caractéristique.

Chimie

Tous les thèmes au programme peuvent intervenir dans un sujet donné. Les candidats montrent d'ailleurs une assez bonne maîtrise de ces domaines. Cependant, on a pu constater que :

- la cinétique chimique formelle est un peu oubliée ;
- les concepts d'oxydation et de réduction donnent lieu à quelques confusions ; de plus, les réactions d'oxydo-réduction ne sont pas toujours évidentes à écrire, il faut donc être méthodique pour y arriver.

Phénomènes de transport

Les équations générales faisant intervenir des opérateurs vectoriels sont souvent utilisées à tort par les candidats, car ils n'arrivent pas à les adapter à la géométrie d'un problème.

L'épaisseur de peau en conduction thermique n'est presque jamais amenée de façon spontanée, au contraire de la diffusivité thermique.

Conclusion

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

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

En physique-chimie 2, l'accent doit être mis sur la présentation du sujet et des documents fournis, mais aussi une exploitation plus rigoureuse des résultats : les documents proposés sont souvent précis et le jury n'attend pas uniquement des évaluations en ordre de grandeur quand il est possible de faire une lecture précise d'un résultat.

Malgré des conditions d'enseignement qui ont dû être difficiles pour les candidats dans le contexte actuel, le jury ne peut que constater que le niveau général n'a pas baissé (à part quelques lacunes déjà signalées plus haut). Il y a toujours une part non négligeable de candidats qui sont brillants, par leur rigueur, leur dynamisme et leur enthousiasme.

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

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

Que ce soit en chimie (titrage, étude cinétique et thermodynamique, oxydoréduction, électrolyse...) ou en physique (électricité, électronique, optique, 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 conduisent la plupart du temps à l'élaboration ou à l'explication de protocoles, les gestes techniques, c'est-à-dire la mise en œuvre des protocoles et enfin le compte-rendu. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou sont à proposer par les candidats. Parallèlement aux échanges avec l'examinateur, les candidats rédigent un compte-rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses aux questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé aux candidats d'analyser et de valider les résultats, de répondre de façon argumentée à la problématique posée, d'effectuer une synthèse montrant qu'ils ont compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore de répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

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 tous les centres mettent un réveil ou une horloge 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

Globalement, les candidats de la filière PSI semblent bien préparés aux épreuves autres que celles d'optique et ont bien lu les précédents rapports de jury en tenant compte des remarques. Certains sont de brillants expérimentateurs et font des analyses très fines. D'autres, au contraire, ont plus de difficultés dans les manipulations et manquent de dextérité.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attitude

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

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte-rendu, une fois les explications et consignes données. 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. Le jury recommande l'usage de brouillons ou, pour les TP de physique, du compte-rendu lors des échanges avec l'examineur et regrette que ces échanges ne soient pas plus précoces, ce qui fait perdre un temps considérable aux candidats. En chimie, mais également en optique ou en électronique, certains candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examineur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

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

Le jury déplore que le sujet ne soit parfois pas lu avec assez d'attention : dans la précipitation, certains candidats passent à côté d'informations importantes ou font des contre-sens très préjudiciables à l'élaboration de protocoles pertinents.

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. Ils 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 ou 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. 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 grande majorité courtois. Le jury regrette toutefois qu'ils ne soient pas toujours attentifs aux remarques et propositions de l'examineur car ces dernières sont formulées dans le but de les aider. 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 lentilles de contact est strictement interdit et les lunettes, sur-lunettes ou visières sont obligatoires pendant toute la durée des manipulations. Cette année, le jury a mis à disposition des candidats des visières afin d'éviter la buée sur les lunettes due au port du masque. Le jury a constaté que les candidats ont bien mieux supporté ces visières que les lunettes de sécurité et réitérera sa démarche pour les années futures.

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 attendent que l'appareil mesure les déphasages et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque cette fonction n'est pas disponible. Enfin certains candidats font confiance à la fonction *measure* alors même que le signal est à peine visible à l'écran.

Pour le multimètre et l'oscilloscope, on relève encore parfois des erreurs de choix entre les positions AC, 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, des erreurs de branchement de câbles coaxiaux et des erreurs de calcul de pente en échelle logarithmique ont parfois été constatées.

Beaucoup de candidats se contentent d'observations passives de phénomènes qu'ils n'ont pas l'idée de caractériser en faisant des mesures : par exemple, le candidat « voit » une sinusoïde, mais n'a pas l'idée d'en mesurer l'amplitude ni la fréquence. De manière générale, un nombre non négligeable de candidats de 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 distinguer une lentille divergente d'une lentille convergente. Les termes utilisés sont souvent approximatifs et il y a souvent confusion entre les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). En interférométrie, il manque souvent la compréhension physique des phénomènes observés, en particulier la relation entre l'observation (niveau lumineux) et la différence de marche, ainsi que la différence entre forme des franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Plus généralement, certains candidats n'ont pas acquis les bases théoriques indispensables à la compréhension de certains sujets d'optique. Sur le goniomètre, par exemple, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles 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 17 % des admissibles au concours ont réalisé une épreuve de travaux pratiques portant sur la chimie. Le jury souhaite donner quelques conseils spécifiques aux futurs 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. Ils demandent la réalisation de manipulations concernant un grand nombre de thématiques, par exemple :

- chimie analytique (réalisation de titrage ou de dosage par étalonnage, études de transformation acido-basique ou d'oxydoréduction, précipitation) ;
- cinétique chimique (détermination d'ordre, d'énergie d'activation) ;
- thermochimie (détermination d'enthalpie ou d'entropie de réaction) ;
- électrochimie (électrolyses, piles, tracé de courbes intensité-potentiel).

Les techniques et mesures mises en œuvre sont également variées (calorimétrie, potentiométrie, pH-métrie, spectrophotométrie...).

Choix de la verrerie

Tout d'abord, le jury note que certains candidats ne savent pas nommer correctement la verrerie. Ensuite, une utilisation adaptée de celle-ci 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 qu'un bécher ne peut servir lors du prélèvement d'une solution. Dans certains sujets, la précision du prélèvement est explicitement annoncée. Dans d'autres sujets, c'est aux candidats de choisir la verrerie avec discernement. Ainsi, pour acidifier 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. 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, par exemple pour une étude d'ordre en cinétique.

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. 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. 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, beaucoup de candidats ont réalisé les dissolutions en utilisant des béchers au lieu de fioles jaugées. Par ailleurs, le jury regrette l'absence d'homogénéisation (aussi bien quand la fiole jaugée n'est remplie qu'aux deux-tiers qu'en fin de réalisation) si bien que dans certaines solutions préparées, il reste encore du solide au fond de la fiole jaugée. Retourner cinq fois une fiole bouchée permet souvent une excellente homogénéisation ;
- de réaliser une dilution précise en utilisant pipette jaugée et fiole jaugée. Là encore, l'homogénéisation est souvent défailante induisant un gradient de concentration qui peut poser problème lors de l'utilisation des solutions. De même, trop souvent, on a pu regretter l'utilisation de béchers ou d'éprouvettes.

Titration

Il convient dans un premier temps de réfléchir à la réaction support du titrage puis de s'assurer que la transformation est quantitative (ce terme n'est d'ailleurs pas toujours compris par les candidats). Le jury note cette année de réelles difficultés à calculer la constante d'équilibre à partir des grandeurs thermodynamiques (pK_a ou potentiels standard) pour des réactions acide-base ou d'oxydoréduction. Les candidats confondent fréquemment quotient de réaction et constante thermodynamique d'équilibre et regrettent de ne pouvoir déterminer la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre à partir de l'expression du quotient de réaction.

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 confondent équivalence et 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 $aA + bB = \text{produits}$ 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 conductimétrique est confondu avec celui de la pH-métrie. Le jury rappelle que lors d'un dosage suivi par conductimétrie, la grandeur mesurée est la conductivité alors que celle mesurée lors d'un dosage suivi par potentiométrie est une différence de potentiel.

Les candidats doivent attendre dans ce dernier cas un saut de potentiel à l'équivalence et doivent être capables de prévoir une augmentation ou une diminution du potentiel au cours du titrage suivant que le réactif titrant joue le rôle d'oxydant ou de réducteur.

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 cherchent pas à resserrer les mesures à l'approche de l'équivalence d'un titrage suivi par pH-métrie ou potentiométrie.

Le jury recommande également de tracer la courbe de façon simultanée à la prise de valeur ce qui permet aux candidats de resserrer les points si nécessaire. L'utilisation d'un tableur (Regressi, Latis-pro, Excel, Libre-office Calc) est recommandée. Par ailleurs, 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. Ils déterminent mal l'équivalence, le volume versé à l'équivalence est alors obtenu de façon très imprécise. 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.

Le jury regrette qu'un grand nombre de candidats a utilisé cette année le papier millimétré en consacrant un temps important lors du tracé des courbes de suivi de dosage. Les spécificités des titrages de mélanges d'acide, de mélanges de bases, de polyacides ou de polybases sont souvent méconnues : il est important de savoir prévoir à partir des données de pK_a si les réactions envisagées sont simultanées ou successives puis d'utiliser des relations à l'équivalence cohérentes.

Un logiciel de simulation (dozzaqueux) est mis à disposition pour aider les candidats qui ne parviendraient pas à prévoir l'évolution du pH lors d'un titrage acido-basique.

Le jury recommande également aux candidats d'observer la courbe obtenue expérimentalement pour valider ou infirmer la prévision exposée pendant l'appel quant à l'aspect successif ou simultané de deux titrages. Enfin, on peut noter une mauvaise utilisation de la burette qui contient quasi-systématiquement une bulle d'air dans sa pointe, faussant ainsi la mesure de volume.

Spectrophotométrie

La loi de Beer Lambert est globalement connue mais la notion de blanc n'est pas acquise. Le jury rappelle aux candidats que l'absorbance d'une solution dépend de l'ensemble des espèces chimiques présentes dans cette solution, c'est-à-dire le soluté, le solvant et même la cuve. Avant toute mesure, on doit donc

s'affranchir de la part de l'absorbance due au solvant et à la cuve. Pour ce faire, on procède à un étalonnage qui consiste à placer dans le spectrophotomètre une cuve contenant le solvant seul et on règle ensuite celui-ci pour qu'il indique alors une absorbance nulle. Le positionnement de la cuve dans le spectrophotomètre pose quelques problèmes.

Par ailleurs, le jury recommande l'utilisation d'une unique cuve. Celle-ci doit être rincée avec la solution dont on mesure l'absorbance. Enfin, une mauvaise homogénéisation des solutions induit de mauvais résultats expérimentaux.

Calorimétrie

Cette année, les mesures de calorimétrie ont posé de gros problèmes aux candidats. La méthode des mélanges permettant de mesurer la capacité thermique d'un calorimètre est mal connue. La mise en pratique de la méthode des mélanges s'avère délicate. 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 semble globalement bien comprise. 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. D'autres au contraire n'hésitent pas à déformer les phénomènes observés pour les faire coïncider avec des interprétations erronées.

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

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

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

Plusieurs tableurs peuvent être mis à disposition des candidats (Latis Pro, Regressi, Libre Office, Excel), avec parfois fourniture d'une notice succincte. Un nombre non négligeable de candidats croit savoir se servir d'un tableur mais perd finalement beaucoup de temps à l'utiliser correctement et finit par demander de l'aide à l'examinateur. Afin d'utiliser efficacement cet outil, il est recommandé :

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

Compétence « communiquer »

À l'oral

L'épreuve comporte une part de communication orale et la capacité des candidats à exposer clairement leur démarche est largement évaluée. Ces derniers 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 de limiter l'expression « du coup » qui est trop souvent utilisée.

Les échanges avec l'examinateur 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'examinateur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Un compte-rendu succinct est attendu, il doit comporter les réponses aux questions posées dans le sujet. Toutefois, il n'est pas nécessaire de développer les commentaires des résultats et de présenter le détail des protocoles qui ont été précédemment abordés à l'oral car ils ont déjà été évalués. Enfin, les candidats doivent s'efforcer de rédiger leur 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. 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 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 dans les 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.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Le jury remercie l'ensemble des candidats qui a su, en dépit des contraintes induites, observer avec rigueur le strict respect des procédures sanitaires liées au contexte pandémique.

Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

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

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

Les interrogations peuvent porter sur tout le programme de sciences industrielles de l'ingénieur de première année PCSI et de deuxième année PSI.

Organisation de l'épreuve

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 et mise en évidence de la problématique ;
2. activité de modélisation en autonomie encadrée ;
3. exploitation des modèles proposés ;
4. évaluation de solutions et synthèse globale.

Les objectifs, le déroulement et les compétences évaluées dans ces différentes parties sont décrits plus précisément dans la partie « commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats ».

Supports matériels utilisés

Les supports utilisés lors de la session 2021 étaient les suivants :

- boule gyrostabilisée double étage ;
- bras à retour d'effort ;
- compacteur solaire communicant ;
- drone didactique ;
- hoverboard ;
- imprimante 3D ;
- nacelle gyrostabilisée ;
- robot à câbles ;
- robot caméraman PIXIO ;
- robot delta ;
- robot nettoyeur de vitres ;
- robot porte-endoscope pour chirurgie laparoscopique ;
- slider de caméra ;
- trieuse de pièces ;
- véhicule autonome Park-Lab.

Capacité de synthèse et de communication

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 de l'étude. La clarté des présentations, la précision des explications et la capacité à effectuer une synthèse sont prises en compte dans l'évaluation.

Analyse globale des résultats

La session 2021 a permis d'évaluer 1778 candidats. Le jury constate que la grande majorité connaît les attendus, l'organisation des sujets et la structuration de l'épreuve de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur. En particulier, les attendus de la partie réalisée en autonomie sont bien compris.

En dépit des périodes de confinement subies et des contraintes dues au contexte pandémique actuel, les prestations montrent que les fondamentaux de sciences pour l'ingénieur sont bien présents dans les

compétences des candidats. Le jury a néanmoins noté une légère augmentation des difficultés liées à la prise en main des aspects expérimentaux et une perte en autonomie, peut-être imputables aux contraintes sanitaires lors de la préparation des candidats. Ainsi, concernant les aspects expérimentaux, la majorité des candidats de la filière PSI montrent des 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 ou manipulés, dans la mise en œuvre des procédures conçues et dans l'exploitation des résultats obtenus.

Le jury confirme les constats d'une progression dans les compétences qui conduisent à une amélioration du niveau des évaluations. Ainsi :

- 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 sont en progression très perceptible. La majorité des candidats a bien intégré la contrainte en temps limité et propose une synthèse de qualité. Des progrès sont cependant possibles en évitant des propos trop génériques hors du contexte 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 et en veillant à une synthèse dans le temps imparti de trois minutes. La capacité à effectuer une synthèse globale en temps limité fait partie des compétences recherchées pour un ingénieur, elle peut être développée au moyen des conseils donnés dans la suite de ce rapport.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury rappelle aux candidats que les compétences spécifiques aux activités de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur ne peuvent s'acquérir que par un travail régulier durant les deux années de formation. Afin de faciliter la préparation de l'épreuve, le jury présente ci-dessous son organisation et les éléments d'évaluation, ainsi qu'un ensemble commentaires, confirmant en partie certaines observations des sessions précédentes, au regard de l'analyse des prestations de la session 2021. Ainsi, le jury sensibilise les futurs candidats à la nécessité d'axer la préparation de l'épreuve au regard de son organisation et de s'imprégner des attendus.

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

Comme évoqué précédemment les sujets et l'organisation de l'épreuve sont structurés en quatre parties qui visent à valoriser différents champs de compétences.

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'approprier le support matériel fourni, analyser un système complexe, vérifier un ensemble d'exigences attendues du système industriel associé et comprendre la

problématique objet de l'étude. Pour cela, les activités de cette partie sont conçues de façon à permettre aux candidats :

- de s'approprier et de présenter le support, de dégager son organisation structurale sous forme de chaînes fonctionnelles d'information et d'énergie, etc. ;
- d'évaluer l'écart entre un niveau de performance attendu et un niveau de performances mesuré (ou simulé) ;
- 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) ;
- 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 débloquent leur progression.

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

- développement d'un modèle multi-physique de niveau adapté 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 ou validation ultérieure ;
 - identification d'un modèle de comportement au regard de réponses expérimentales ;
- développement et mise en œuvre d'une identification expérimentale d'un modèle fourni ;
- enrichissement ou raffinement d'un modèle donné en ajoutant des éléments fonctionnels complémentaires (capteurs, actionneurs, etc.) ;
- etc.

Cette partie nécessite d'imaginer, de développer, de justifier et de réaliser des protocoles expérimentaux permettant d'identifier et de valider expérimentalement 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 l'objectif est généralement de définir la forme du modèle qui sera identifié ou recalculé.

Dans le cadre de ces activités, l'appel à des outils de modélisation causale 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 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 de l'évolution du système en vue de satisfaire le besoin exprimé. Elle doit permettre :

- de valider ou recalculer des modèles à partir d'essais expérimentaux et de résultats de simulations numériques des modèles élaborés ;
- d'enrichir un(des) modèle(s) ;
- 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 et 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, 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 ses fonction 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 ;
- de proposer un ensemble de conclusions de l'étude en s'appuyant explicitement et quantitativement sur les performances finalement obtenues au regard de la problématique mise en évidence.

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

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.

Pour la présentation des résultats, les postes informatiques disposent d'un ensemble complet de suites bureautiques (Microsoft Office et Libre Office) permettant de conserver temporairement des courbes

suite à des mesures ou de rassembler des graphiques dans un document, pour faciliter les échanges avec l'examineur et en vue de préparer la synthèse. Il est rappelé néanmoins qu'aucun compte-rendu écrit n'est demandé.

Logiciels utilisés

Cette épreuve de travaux pratiques fait appel à l'outil informatique et plus précisément à des logiciels de modélisation ou de simulation de systèmes dynamiques et de programmation informatique prévus dans le programme de CPGE (**Python** et **Scilab**). Pour l'utilisation de ces langages et logiciels, 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 ou de simulation, les compétences évaluées sont : analyser le(s) modèle(s) proposé(s), comprendre les algorithmes implantés, identifier ou modifier un nombre limité de paramètres, compléter des procédures associées à des algorithmes fournis et d'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 :

- optimiser des paramètres en vue de recalculer 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 ;
- 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 le plus souvent).

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) ;
- la détermination de résultats dont l'obtention sans outil de calcul ou de simulation numérique est fastidieuse ou difficile.

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. 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 que *seuls les éléments verbalisés* sont pris en compte pour l'évaluation. Pour la session 2021, 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 problèmes en fin de deuxième année de CPGE, détails parfois très longs sur les diagrammes de chaîne 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 les examinateurs, 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'examineur.

L'utilisation d'outils de bureautique fournis en vue de sauvegarder les résultats obtenus au cours des activités menées (courbes, captures d'écran, etc.) s'est généralisée et la majorité des candidats fait appel d'une façon efficace à ces outils que ce soit pour la synthèse ou au cours des différentes activités.

Le jury sensibilise les candidats à choisir avec pertinence les courbes et les résultats de façon à éviter une inflation de résultats enregistrés en les limitant à ceux qui apportent une information et à utiliser des schémas et 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.

Partie en autonomie

Le principe de la partie en autonomie encadrée semble bien connu et le jury constate un effort, et de la ténacité, de la part des candidats pour progresser. Cette partie étant conçue autour d'une problématique de modélisation, une meilleure appréhension de la modélisation et la connaissance des attendus conduit à une meilleure préparation des candidats et, in fine, à des progrès se traduisant par des 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. 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 (en particulier l'oubli assez récurrent de conversion d'une vitesse de rotation donnée en tours/min en rad/s).

Le jury note souvent un manque de rigueur dans la comparaison de résultats (issus de simulation ou de mesures). Les indicateurs liés à cette comparaison doivent être systématiquement chiffrés (valeurs maximale, finale, dépassement...). 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 oscillations 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.

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. On peut choisir par exemple les critères usuels comme la marge de phase au regard d'une pulsation de coupure souhaitée, la nécessité (ou non) d'une action intégrale selon le type de consigne ou 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 et le comportement système dans le domaine temporel ne sont pas suffisamment connus.

Les capacités à manipuler et exploiter les réponses fréquentielles en boucle ouverte (diagrammes de Bode) pour déterminer des critères de performances classiques (stabilité, marges de stabilité) 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.

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 (par exemple pour le modèle de la machine à courant continu) 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 ; 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.

Le développement de modèles pertinents passe souvent par une modélisation rigoureuse des liaisons mécaniques : une analyse rigoureuse par observation des surfaces en contact ou des mouvements élémentaire est alors requise. Le jury regrette que cette analyse rigoureuse soit souvent remplacé 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 TP 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 modélisant 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.

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 ;
- il s'agit d'analyser et de comprendre comment la formulation du problème d'optimisation modifie le niveau de performance de la solution obtenue.

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 semblent bien connus. 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.

Il reste néanmoins que des candidats, en faible nombre, semblent hésitants sur les attendus de la synthèse globale mais ce constat est à nuancer car peut être lié au contexte actuel et à l'absence d'oral pour la session 2020. 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 quantifié 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 et 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 ;
 - *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 de l'évaluation en s'appuyant sur des résultats graphiques et numériques ;
- de travailler le choix du vocabulaire technologique qui doit être mieux maîtrisé ;
- de ne pas présenter en détails la chaîne fonctionnelle étudiée.

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. 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 2022, 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 2021. 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 sur le site du [concours Centrale-Supélec](#).

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

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

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

Entretien scientifique (Arts et Métiers)

Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

- un exposé oral de 5 minutes (sans intervention du jury) au cours duquel la structure et la logique argumentative ou informative du texte devront être dégagées et ses enjeux mis en valeur ;
- une interrogation en sciences humaines (de 5 à 10 minutes) autour des enjeux, pouvant comporter des questions de vocabulaire, de compréhension et une discussion sur les problématiques développées dans l'article.

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

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

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

Analyse globale des résultats

Le protocole de cette épreuve est maintenant bien connu des candidats et ils ont su s'y préparer pour la plupart, qui ont bien compris la nécessité d'être en échange avec le jury dans un oral qui s'éloigne de l'« écrit au tableau » pour valoriser une compétence plus généraliste de l'étudiant, dans une situation le plus souvent inattendue. L'entretien scientifique ne se restreint pas à une évaluation des compétences techniques de vocabulaire, de raisonnement ou de calcul : il cherche à évaluer les capacités à réfléchir, à s'adapter, à s'engager dans la vie publique et à faire preuve d'ouverture. Lorsque les candidats calculent, par exemple, la masse de dioxyde de carbone libérée lors de la combustion d'un seul litre d'essence, il apparaît naturel de s'interroger sur l'impact environnemental d'un tel résultat et les solutions alternatives.

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

Quelques candidats, par leur capacité d'analyse, leur esprit critique et leur culture, alliés à un réel talent pédagogique se sont vu attribuer la note maximale en sciences humaines. À l'inverse, certains candidats ont un oral mal assuré, une culture linguistique et générale faible, et semblent méconnaître les attendus d'une telle épreuve ; ils sont heureusement de moins en moins nombreux.

Le niveau global constaté en sciences physiques reste satisfaisant au regard des conditions de préparation particulières de ces deux dernières années. Les candidats ont révélé un vif intérêt pour les sciences et ont su mener cet entretien de façon argumentée avec une bonne connaissance du vocabulaire scientifique et des concepts assez bien maîtrisés, l'entretien avec le jury s'en est trouvé enrichi. L'écart entre les candidats s'est affirmé selon leur capacité à appréhender le problème et à établir une stratégie simple et méthodique de résolution. Certains ont su construire une modélisation fondée sur des hypothèses réalistes et énoncer les lois physiques nécessaires dans une démarche raisonnée, alors que d'autres ont avancé dans le problème sans schéma, de façon incohérente et désordonnée par méconnaissance du cours.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Commentaire sur la partie sciences humaines

Exposé oral

Le jury rappelle comme toujours que la réussite de l'exposé passe par une bonne gestion du temps (préparation et exposé), une fidélité au texte proposé, une rigueur dans la présentation, une capacité de synthèse et une distance critique pour en relever les enjeux (parfois implicites), et une volonté de pédagogie : l'exposé n'est ni un interrogatoire, ni une confession, ni une réclame publicitaire. Il doit rendre compte d'un article pour un auditoire qui est censé ne pas l'avoir sous les yeux et s'appuyer à la fois sur le texte lui-même, sur les notes prises au moment de la préparation et sur l'auditoire.

L'exposé ne saurait en rien se réduire à un simple résumé : il s'agit d'abord d'introduire l'article, en donnant ses références, éventuellement le contexte dans lequel il a été écrit (actualité scientifique, sociale ou politique ; histoire des sciences ; débats sociétaux, etc.), mais aussi sa structure (Le texte est-il composé de plusieurs parties ? Quelles sont-elles ?), sa typologie (Est-ce un récit ? Une explication ? S'agit-il d'une mise en garde, d'un état des lieux, d'un article humoristique, d'un bilan...). Il s'agit ensuite de rendre compte, évidemment, du contenu de l'article en sachant faire la part de l'anecdotique, que l'on n'aura pas forcément le temps de mentionner, et de ses articulations, informations, réflexions principales. On ne négligera pas les intertitres, les illustrations et encadrés qui donnent parfois des clés de compréhension ou des éclairages pour nourrir la discussion. Il s'agit enfin de prendre le recul permettant de proposer une conclusion apte à dégager les enjeux de l'article. L'ensemble de l'exposé doit impérativement se cantonner dans une prestation de 5 minutes au maximum.

Les quatre grandes qualités permettant de départager les candidats sont :

- l'esprit de synthèse, permettant de dégager une vue d'ensemble d'un article sans le paraphraser ;
- la clarté de l'élocution, permettant un exposé fluide et agréable à suivre ;
- un bon niveau de langue, qui permet d'évaluer l'aptitude d'un candidat à exposer une question pendant cinq minutes dans une langue soutenue et précise ;
- une capacité à bien communiquer avec le jury.

Le défaut le plus important et — hélas — le plus souvent relevé dans les exposés des candidats est la mauvaise gestion du temps. L'impératif des 5 minutes que doit durer l'exposé n'est pas assez pris au sérieux par les candidats, en dépit des rappels du jury. Il est même étonnant de voir des candidats se présenter à cette épreuve sans montre ni chronomètre, ou éventuellement avec une montre qu'ils ne consultent même pas. Il est encore plus étonnant de voir des candidats continuer leur exposé alors que le jury leur signale que le temps qui leur est imparti est arrivé à son terme. Attention : un candidat qui dépasse le temps imparti perd des points, un candidat dont l'exposé ne comporte pas de conclusion perd des points, et un candidat dont l'exposé ne comporte pas de conclusion parce qu'il a été interrompu pour avoir dépassé le temps imparti perd ainsi deux fois plus de points. En effet, la conclusion (bilan et ouverture) est aussi nécessaire à un exposé oral qu'elle l'est à une dissertation écrite : une telle conclusion doit en quelques phrases rappeler la thèse de l'auteur, dégager l'intérêt et les enjeux de l'article (par rapport à l'actualité, à l'histoire des sciences, des idées...), et suivant le cas permettre aux candidats de donner rapidement leur point de vue si l'article étudié développe ou fait état d'une argumentation. On veillera à ne pas confondre sa propre conclusion avec celle de l'article lui-même.

Autre écueil constaté : encore trop de candidats se font une conception narrative de l'exposé et pensent que la compétence que l'on attend d'eux est celle qui consiste à « raconter » l'article. Dans une telle perspective, l'exposé devient, hélas, un récit assez plat, émaillé de « donc », « ensuite », « et puis », au détriment de la logique du texte, voire de la mise en lumière de son contenu, et parfois même de la clarté de l'exposé.

Questions de langue

Ces questions offrent d'abord l'occasion de revenir sur certains mots du texte qui auraient pu gêner la compréhension, mais aussi d'évaluer la sensibilité linguistique et la culture lexicale. Le jury attend des candidats de pouvoir découper certains mots et les expliquer par les radicaux qui les composent (anthropomorphisme, pseudo-nyme, historio-graphie) ; de pouvoir reconnaître la valeur de certains préfixes tout en veillant à leur possible polysémie (méta- ; para- ; in- ; dis- ; re-, etc.) ou suffixes (-able ; -ment ; -iser, etc.) ; de pouvoir expliquer certains mots appartenant à la culture générale attendue d'un élève ingénieur (robot ; in vitro ; prototype, etc.) ; de pouvoir décliner les synonymes, antonymes, mots de la même famille, etc., d'un terme donné. Les candidats doivent connaître le sens des mots du texte qu'ils présentent : pour les y aider, un dictionnaire est mis à leur disposition pendant leur préparation.

On aura noté que certains candidats n'ont toujours pas le réflexe d'utiliser le dictionnaire mis à leur disposition lorsqu'ils se trouvent en présence d'un mot qu'ils ne connaissent pas, mais aussi que le niveau de langue développé au cours de l'exposé s'affaïsse parfois dans le passage aux questions de langue. Il est dommage, après un assez bon exposé, d'entendre des réponses émaillées de « du coup », « ce sera », « pour moi c'est », « euh », « au final », « ok », tics de langage de la vie quotidienne qui ne répondent pas à ce qu'on attend de la qualité et de la précision de la langue attendue d'une communication orale. Certains candidats n'ont pas compris que les questions de vocabulaire ne sont pas des questions d'explication du texte, qui viendront ensuite. Outre la question de la culture générale, le métalangage nécessaire pour répondre à certaines questions de vocabulaire fait souvent défaut : métaphore, comparaison, préfixe, suffixe, radical, antonyme, synonyme, sigle, acronyme, calembour... doivent faire partie du bagage des

candidats, d'autant plus que la plupart de ces termes ont été traversés à un moment ou à un autre de la scolarité.

Questions de compréhension du texte

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

Les questions de compréhension donnent souvent lieu à de bonnes, voire de très bonnes explications, et peu de contresens ont été observés. Le jury aura déploré parfois que l'explication se ramène à une simple reformulation, une simple paraphrase du passage à commenter. Il arrive parfois aussi que des candidats ne pensent ni à relier le passage à expliquer au reste de l'article, ni à en donner la justification (pourquoi l'auteur a écrit cela et quelles en sont les conséquences). Certains candidats ont du mal à reconnaître une interrogation rhétorique (fausse interrogation contenant sa propre réponse), à expliquer une métaphore, un trait d'humour ou d'ironie, un jeu de mots, notamment dans les titres (« le carburant vert veut sa place au soleil », ou « l'addition est sale » dans un texte consacré aux énergies « propres »), ou encore un niveau de langue, parfois volontairement familier, voire grossier : la traduction de *bullshit* par « conneries » les a par exemple déroutés. Certains candidats ne sont pas au fait de l'actualité récente ou ont oublié certaines étapes de leur scolarité, en français ou en histoire. Le jury s'est étonné que l'on puisse placer le siècle des Lumières au XVII^e siècle et même au XX^e siècle puisqu'il s'agit du siècle des... Frères Lumière ! Non seulement les références littéraires et historiques sont parfois oubliées, mais c'est même la chronologie qui est fantaisiste. Or, il est difficile d'expliquer certains passages d'un texte si l'on ne possède pas certains éléments de culture générale. Le jury rappelle que les articles proposés à l'étude ne proviennent pas de revues spécialisées, mais bien de revues de vulgarisation : les éléments de culture générale qu'ils produisent sont des connaissances supposées acquises par des lecteurs adultes qui lisent les journaux et ont un niveau correct d'instruction, et rien de plus.

Questions sur les axes de développement

La partie « développements » est la partie de l'entretien où les candidats sont pendant quelques minutes « en roue libre » et ont la possibilité de témoigner à la fois de leur capacité de réflexion, de leur culture générale, mais aussi de leur niveau de langue et de leur aptitude à former assez rapidement un discours construit et des phrases riches. Cette partie de l'entretien permet de juger des capacités argumentatives des candidats, de leur curiosité intellectuelle, de leur aptitude à s'exprimer en public. La rigueur logique, testée aussi dans la phase de l'interrogation scientifique, est largement sollicitée. Les candidats sont invités à approfondir leur exposé initial et à le compléter en faisant le lien entre les idées présentées par l'article et d'autres champs du savoir. Cette aptitude à connecter les réflexions correspond à la réactivité attendue

par les examinateurs. Il n'est pas question ici d'asséner une opinion mais d'argumenter un avis de manière articulée, en situant la problématique, en posant les jalons d'une discussion contradictoire, en concluant de façon nuancée mais ferme. Cet exercice exige, plus que les précédents, un véritable entraînement. Les questions peuvent porter aussi bien sur l'histoire des sciences ou des arts, l'histoire en général, la littérature et le cinéma, les grands débats de société, les grandes questions et controverses scientifiques. Un candidat qui suit l'actualité pendant ses années de préparation, à qui il arrive de lire autre chose que les œuvres au programme et qui sort de temps à autre au cinéma se prépare déjà. Il ne s'agit pas d'avoir réponse à tout ; ce n'est pas l'érudition qui est recherchée, mais la curiosité, la volonté et la faculté de se poser des questions en variant les points de vue (social, psychologique, environnemental, politique, esthétique...), et l'aptitude à improviser le développement nuancé d'une idée face à un auditoire. Répétons qu'on peut chercher à réagir aux questions par une démarche d'hypothèses lorsqu'il paraît difficile de donner une réponse immédiate.

Cette partie de l'entretien est régulièrement la partie plus difficile et la moins bien maîtrisée en général lorsque les candidats manquent de culture et d'aisance à l'oral. Elle se réduit également parfois au minimum, hélas, lorsque les candidats ont gaspillé leur temps d'entretien par une réactivité lente aux questions posées lors des précédentes étapes. C'est la partie de l'entretien qui donne lieu au spectre le plus large, de l'indigence complète à l'argumentation solide et bien étayée. Entre ces deux extrêmes se situe la majorité des candidats, qui peinent parfois à réellement argumenter et qui n'arrivent souvent qu'à fournir un ou deux arguments flous. Certaines argumentations ont été excellentes, et le jury a eu beaucoup de plaisir à les entendre : rigoureuses, construites méthodiquement, étayées par des exemples précis, et posant des questions pertinentes. Il semble que certains candidats se soient préparés au cours de l'année au thème auquel se rapporte la question posée, tant l'argumentation est précise : ils se sont en tout cas très certainement préparés à cet exercice qui demande de l'entraînement. À l'inverse, trop de candidats réduisent leurs développements à une argumentation pauvre, parfois hors sujet, à des idées non développées alignées les unes à la suite des autres, sans aucune référence précise, et oublient qu'une argumentation s'appuie sur des exemples, mais nécessite aussi bien à l'oral qu'à l'écrit une introduction et une conclusion, et c'est regrettable.

Commentaire sur la partie sciences physiques

Commentaires généraux

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

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

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

l'épreuve permet d'évaluer la curiosité, le sens de l'observation, la créativité, le réalisme et l'analyse critique, ainsi que la capacité de synthèse et l'adaptabilité face à une technologie de pointe.

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

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

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

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

Ont fait défaut aux candidats : la capacité d'analyse préalable de la problématique (qui ne doit pas être une paraphrase inutile de l'énoncé) et sa modélisation en vue d'une résolution rapide et simplifiée, l'aptitude au dialogue et à l'écoute nécessaire pour une réorientation du raisonnement. La compétence de modélisation, le plus souvent non guidée par l'énoncé, est un réel obstacle pour beaucoup. Les candidats méconnaissent les grandeurs numériques (ne pas omettre les unités) alors qu'elles sont exigées par le programme ; d'autres sont issues de calculs simples, accessibles sans calculatrice mais trop souvent laborieusement développées.

C'est la compétence de mise en œuvre (ou réalisation) qui est la mieux partagée. Les candidats sont en général à l'aise dans les calculs mais peinent souvent à leur donner un sens et à interpréter les résultats obtenus. Des fragilités inhabituelles sont à signaler pour la manipulation des nombres complexes et la résolution d'équations différentielles.

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

Thermodynamique et bilans macroscopiques

La thermodynamique (vue en première année et trop souvent oubliée ou mal maîtrisée) est essentielle pour comprendre le fonctionnement de nombreux dispositifs industriels. Leur étude est difficile pour les candidats dont les connaissances restent très théoriques et pas assez orientées sur les machines réelles.

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

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

Les bilans macroscopiques de seconde année, qui prolongent l'étude des machines thermiques réalisées en première année, ont connu plus de succès, mais le bilan de quantité de mouvement d'un système à masse variable (fusée) reste mal maîtrisé (notions de système ouvert ou fermé) et les étudiants adoptent préférentiellement une étude dynamique alors qu'une analyse énergétique permet d'accéder de façon simple à la puissance (éolienne).

Phénomènes de transport

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

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

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

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

Mécanique du point et du solide

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

L'analyse des forces mises en jeu pour expliquer un mouvement (qualitativement puis quantitativement) est mal menée (ou incomplète) et la compréhension des phénomènes mécaniques fait défaut. Un schéma, avec repère associé et représentation des forces et des champs, est nécessaire pour initier et fonder le raisonnement (difficile de projeter une force sans l'avoir représentée sur un schéma). Les candidats ne savent pas écrire le théorème du moment cinétique scalaire et le bras de levier n'est quasiment pas utilisé. Les candidats se perdent dans des calculs de produits vectoriels chronophages et sources d'erreur. Une confusion récurrente a été remarquée entre puissance et travail.

La mécanique du solide, souvent vue au cours des années de préparation en corrélation avec les sciences de l'ingénieur, a été bien traitée. Mais la notion de couple de forces n'est pas comprise.

Il faut être prudent avec le formalisme mathématique. Il n'est pas rare de voir une égalité entre une grandeur scalaire et un vecteur, une comparaison entre vecteurs, une base polaire mal orientée, un module négatif... Les étudiants n'ont pas le réflexe d'utiliser la représentation complexe pour résoudre l'équation différentielle d'un oscillateur en régime sinusoïdal forcé. Les formules trigonométriques font souvent défaut.

Électronique

Le niveau global est insuffisant. Les candidats ne savent pas identifier dans quel régime le circuit fonctionne (libre ou forcé, transitoire ou stationnaire, sinusoïdal forcé ou continu). L'analyse du circuit en régime sinusoïdal forcé s'effectue trop souvent dans le domaine temporel, l'impédance n'est pas utilisée et la notation complexe en lien avec l'équation différentielle mal connue.

Les candidats manquent de culture et d'expérience en électronique, ils ne connaissent pas les principes de fonctionnement et les ordres de grandeur des paramètres caractéristiques d'appareils courants tels qu'oscilloscope, GBF, batterie, pile, moteur...

La reconnaissance des fonctions attachées à divers Amplificateurs Linéaires Intégrés (ALI) est acquise, elle s'accompagne néanmoins d'erreurs sur leur utilisation dans l'analyse élémentaire des circuits électriques. Les raisonnements sont effectués sur des montages simples qui ne nécessitent que l'utilisation des lois de Kirchhoff ou des ponts diviseurs (souvent difficilement reconnus).

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

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

Électromagnétisme

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

Les phénomènes d'induction pourtant omniprésents dans le programme ne sont pas identifiés ou mal compris. Des erreurs sont à noter dans les conventions de signe ou d'orientation (f.é.m., forces de Laplace,

travail moteur ou résistant). L'induction est étudiée comme devant produire un courant induit alors que celui-ci n'existe que dans un circuit fermé. La recherche d'une tension induite n'est pas spontanée.

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

Conversion de puissance

La puissance électrique en régime sinusoïdal, la définition du facteur de puissance et son lien avec la représentation des tensions et des courants sur un diagramme de Fresnel ont posé beaucoup de problèmes cette année, comme le fonctionnement du moteur à courant continu expliqué par analogie avec le moteur synchrone. Les candidats ont tendance à utiliser des formules toutes faites (lien entre force contre électromotrice, courant électrique et couple de Laplace), des raisonnements « standard » qu'il faut être capable de justifier à la demande du jury pour un développement plus élaboré et pertinent.

Le fonctionnement du hacheur et le principe du transformateur sont en revanche bien assimilés.

Physique des ondes

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

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

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

Beaucoup de candidats sont déroutés par des questions simples de compréhension sur le son, sur l'intérêt de l'échelle en dB ou des calculs élémentaires sur l'intensité sonore.

La notion d'impédance acoustique est connue d'un point de vue formulation mais reste inexploitée. Les relations de passage d'une onde sonore d'un milieu dans un autre ne sont pas du tout maîtrisées. À défaut de les démontrer, il est utile de connaître les expressions des coefficients de transmission et de réflexion en amplitude de surpression, en amplitude de vitesse ou en puissance et de relier l'adaptation des impédances au transfert maximum de puissance. La situation décalée de l'isolation phonique a été difficile à traiter.

La mise en œuvre d'une détection synchrone pour mesurer une vitesse par décalage Doppler reste un sujet difficile pour les candidats.

Optique géométrique

L'optique géométrique (point d'appui à des approches expérimentales selon le programme), même si elle est limitée aux lois simples et à quelques tracés illustratifs, n'a pas donné de bons résultats ; les tracés optiques les plus élémentaires ne sont pas assimilés ni les rayons lumineux orientés. L'optique « pratique » fait totalement défaut aux candidats : ils ne peuvent pas démarrer la résolution du problème car ils ne savent pas exploiter les données fournies (grossissement, caractéristiques d'une lunette, d'un viseur...). Rappelons que les relations de conjugaison et les caractéristiques d'un instrument optique ne sont pas exigibles ; elles sont systématiquement précisées sur le document projeté. Le vocabulaire de l'optique

est mal maîtrisé. Les termes grandissement, grossissement et agrandissement sont sans distinction pour un bon nombre de candidats. C'est un écueil récurrent qui met tout de suite en évidence le manque de compréhension et d'analyse. Une réflexion préalable à l'utilisation des formules de conjugaison est indispensable. Les candidats sont invités à mettre en place un « schéma de conjugaison » indiquant les points conjugués et les systèmes avant de se lancer dans une exploitation mathématique des formules.

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

Chimie

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

Les bases de l'oxydoréduction sont bien maîtrisées mais les candidats ont du mal à interpréter une situation même simple. Les structures des piles sont connues, la formule de Nernst est bien utilisée et les analyses à l'anode et à la cathode sont justes mais la discussion sur les chutes de tension (ohmique et cinétique) est très limitée voire inexistante. Il est difficile de faire le lien entre l'enthalpie libre de réaction et la force électromotrice d'une pile.

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

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

Lorsqu'il s'agit de prévoir l'évolution d'une réaction ou les conditions opératoires qui permettraient de l'améliorer ou de la stopper, l'utilisation correcte de l'enthalpie libre de réaction pose de sérieux problèmes. Les réponses se réduisent trop souvent aux principes de modération.

Les questions relatives à la cinétique électrochimie, aux phénomènes de corrosion humide, aux conversions et stockages d'énergie ont donné lieu à des prestations satisfaisantes.

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

Conseils aux futurs candidats

Pendant l'année

Lisez les journaux : suivez l'actualité, et pas seulement l'actualité scientifique ou technologique. Et pensez à vous enrichir mais aussi à vous distraire : certaines lectures, certains films sont certes agréables mais aussi exploitables dans l'optique de cette épreuve, à commencer par la science-fiction, mais pas seulement !

La résolution de problème est une démarche qui ne s'improvise pas le jour de l'épreuve, elle est l'aboutissement de deux années de préparation. Tout au long de cette période et à chaque problème proposé, que vous soyez au tableau ou devant une feuille de composition, faites l'effort d'avancer de façon méthodique (voire systématique) selon la démarche suivante pour l'automatiser.

- Introduction : s'approprier le problème
 - introduire le sujet en précisant la problématique ;
 - l'illustrer par un schéma modèle ;

- extraire les informations utiles de l'énoncé.
- Analyser (établir une stratégie de résolution)
 - identifier les séquences du programme concernées ;
 - quelles sont les hypothèses à adopter ?
 - quelles sont les lois à mobiliser ?
- Réaliser (mettre en œuvre la stratégie de résolution)
 - énoncer les lois ;
 - développer le raisonnement en précisant chaque étape (contrôler les homogénéités) ;
 - encadrer le résultat.
- Conclusion : valider (avoir un regard critique sur le résultat obtenu et le modèle adopté)
 - interpréter le résultat ;
 - répond-il bien à la problématique ?
 - vérifier sa pertinence ;
 - si nécessaire, améliorer le modèle et revenir sur les hypothèses adoptées.
- Ouverture

situer (si c'est possible) l'exercice dans l'histoire des sciences et des idées, dans l'actualité scientifique ou dans son application dans la vie courante ou l'industrie.

Préparation en salle

Pendant votre lecture de l'article, reportez-vous au dictionnaire : si des mots sont inconnus de vous ou difficiles, il y a des chances pour qu'on vous demande leur signification lors de l'examen. NB : les dictionnaires comportent aussi une (petite) partie noms propres.

Préparation de l'exposé : soignez votre introduction et votre conclusion ; ce sont les deux moments de l'exposé qui doivent être posés et surtout ne pas être improvisés. Gestion des notes : écrivez clairement, assez gros et assez lisiblement, numérotez vos feuilles (on ne sait jamais), et écrivez seulement sur le recto : vous n'aurez pas à les retourner. N'oubliez pas que pendant votre exposé vous devez être capable de consulter à la fois vos notes et l'article et de regarder votre auditoire.

Résolution de problème : un quart d'heure avant la fin de la préparation, vous prenez connaissance du problème ; prenez le temps de la réflexion pour construire un schéma modèle et situer le problème dans la séquence du programme concernée en rappelant les étapes de raisonnement et les résultats du cours.

Aspect général

Moins votre aspect peut donner prise à un commentaire, mieux ce sera pour vous : habillez-vous donc de façon neutre et avec une tenue simple et correcte. Le contact que vous établissez avec vos examinateurs est une compétence, notamment pour la partie exposé.

Exposé

N'oubliez pas que vous êtes évalué sur vos capacités à communiquer : pas de niveau de langue relâché, évitez les « donc », les « du coup » et les « euh » inutiles, et rappelez-vous surtout trois choses :

1. vous êtes content d'être là (cela fait deux ans que vous vous préparez pour ça) ;
2. vous vous adressez bien à deux êtres vivants situés à trois mètres de vous ;
3. vous avez 5 minutes, pas une de plus ; respecter la durée de l'exposé est bien une compétence que l'on attend de vous. Consultez votre montre (ou votre chronomètre), votre réussite à l'exposé en dépend.

Questions sciences humaines

Si on vous demande le sens d'un mot, ce n'est pas pour que vous expliquiez le sens de la phrase ou du texte : il s'agit bien de parler du mot. Donnez, s'il y a lieu, le sens général du mot, éventuellement les sens s'il y en a plusieurs, et seulement ensuite le sens pris par le mot dans le texte. N'hésitez pas à commenter s'il y a lieu la composition du mot (ex. : « le mot cislunaire est composé du préfixe -cis, du radical lune et du suffixe -aire qui sert à former l'adjectif ». Signalez, s'il y a lieu, les homonymies : « auspices, qu'on ne confondra pas avec hospices ».

Résolution de problème

Le tableau, en fin d'épreuve, est une « représentation » de votre performance. Il faut le structurer, y élaborer des schémas clairs et exploitables (préciser les données utiles et utiliser la couleur), nommer les axes lorsqu'une courbe est nécessaire, numéroter les phases successives de raisonnement et encadrer les résultats importants. Le tableau final reste l'« image » de votre pensée, elle doit apparaître fluide et organisée.

Conclusion

Le niveau général des candidats est stable par rapport aux années précédentes, avec un peu moins d'excellents candidats semble-t-il, mais également un peu moins de très mauvais candidats. On attribuera la baisse sensible de candidats catastrophiques à la bonne connaissance des attentes du jury de la part de la plupart, et à un certain sérieux dans la préparation à cette épreuve, du moins pour une partie d'entre eux. Les meilleurs, par leur capacité d'analyse, leur esprit critique et leur culture, alliés à un réel talent pédagogique se sont vu attribuer la note maximale. À l'autre bout de l'échelle, d'autres heureusement rares, sont très faibles : ils sont souvent prisonniers de leurs notes, dans lesquelles ils se perdent, ils ont du mal à s'exprimer dans une langue correcte, ils ne parviennent pas à rendre compte du texte à étudier, leur culture générale et scientifique est souvent déficiente, et ils ne parviennent pas à conserver le contact avec les examinateurs.

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. 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.

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 les candidats à éclaircir un point de leur présentation ou un aspect du texte qui a été négligé, puis les candidats sont guidés 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'examinateur évalue l'aptitude des candidats à s'exprimer spontanément en allemand et à communiquer en s'adaptant à l'interlocuteur et à ses questions.

Analyse globale des résultats

Les contraintes sanitaires n'ont posé visiblement aucun problème cette année lors de l'épreuve orale.

Les prestations en langue obligatoire sont cette année encore homogènes et de bonne, voire très bonne qualité. Elles font état généralement d'une excellente préparation en amont. 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'examinateur 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 de plus 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 (durée : 10 minutes)

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 *Text*, *Artikel*, *Zeitung* et les compléments de temps erronés pour évoquer une date ou une année sont à proscrire.

Le compte-rendu lui-même doit refuser de se laisser aller à la paraphrase, il doit en revanche privilégier la structuration 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 penser que les candidats n'ont 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. En revanche, 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'immigration, certains candidats ont pu valoriser leurs connaissances sur les Huguenots. Il en a été de même pour d'autres avec la philosophie des Lumières sur la question des Droits de l'Homme ou sur les problèmes politiques et environnementaux. En cette année électorale, il a été hélas constaté quelques lacunes chez certains candidats de langue facultative au sujet des institutions, des partis politiques et du système électoral en Allemagne.

L'entretien avec l'examineur (durée : 10 minutes)

Les examinateurs sont bienveillants dans la phase d'entretien de 10 minutes et cherchent surtout à favoriser l'échange pour que les candidats 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.

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 facultative surtout, il convient de combler des lacunes portant entre autres sur l'ordre de la phrase, les degrés de l'adjectif, la conjugaison des verbes forts ou la rection des verbes. Pour mémoire, la déclinaison du groupe nominal n'est pas un casse-tête chinois mais un mécanisme cohérent ayant pour but de délivrer du sens.

Sur le plan lexical, les candidats devraient veiller à enrichir leur lexique au niveau du groupe verbal et à ne pas systématiser l'usage de l'expression „es gibt“. En outre ils se prépareront à citer les noms de pays et à pouvoir en évoquer les habitants. Ils se garderont enfin de toute confusion avec l'anglais. Dans cette perspective, il conviendra de maîtriser le complément d'agent en allemand, ainsi que des expressions comme *Geld aus/geben*, *eine Partnerschaft auf/bauen*, *Zeit verschwenden*, 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 enthousiasme dont on sait qu'il libère l'expression et valorise les acquis.

Anglais

Présentation de l'épreuve

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

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

Analyse globale des résultats

Les notes attribuées vont de 2 à 20 ; les prestations des candidats sont donc très diverses mais les attendus de l'épreuve sont généralement connus. Toutefois, les candidats sont encore trop nombreux à proposer des comptes rendus trop peu synthétiques, des commentaires trop généraux et parfois hors sujet. En revanche, la qualité linguistique tend à s'améliorer et le jury souligne avec satisfaction qu'un nombre croissant de candidats s'expriment dans une langue fluide et aisée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Conseils aux futurs candidats

La prise de parole en continu doit durer entre 8 et 10 minutes. Les deux parties doivent être à peu près équilibrées : un compte rendu ne doit jamais excéder 5 minutes, et il faut absolument éviter des transitions trop longues afin de pouvoir proposer un commentaire suffisamment étoffé.

Les prises de parole trop brèves ou qui présentent un déséquilibre trop flagrant entre compte rendu et commentaire sont sanctionnées dans l'évaluation.

Le compte rendu

Les introductions sont souvent abruptes et se contentent de présenter le paratexte sans effort de contextualisation. Une phrase d'accroche est nécessaire. Il n'est pas attendu des candidats qu'ils annoncent un plan, qu'ils divisent le texte en plusieurs parties, ou qu'ils décrivent l'épreuve.

De trop nombreux comptes rendus sont linéaires et relèvent de la paraphrase. Peu de candidats s'efforcent de structurer leur propos, ce qui aboutit à des présentations trop longues et répétitives. Les approches restent trop descriptives (*The journalist begins by saying... Then he says... He concludes...*) et l'utilisation de bribes de l'article de départ trop fréquente ; certains candidats ont même recours à de très longues citations et se justifient en soulignant la qualité de l'anglais du texte d'origine. (*"I thought it was nicely put"*).

Au contraire, les comptes rendus réussis mettent d'emblée en valeur la question soulevée par l'article, puis organisent la restitution des points principaux autour des deux ou trois idées-forces qui le structurent,

tout en s'efforçant de le reformuler. Ils parviennent à distinguer l'essentiel de l'accessoire et facilitent la compréhension des enjeux soulevés et de la logique de l'argumentation. Les candidats doivent s'efforcer d'allier précision et concision dans cette première étape de leur présentation.

Rares sont les candidats qui prêtent attention au ton de l'article. De ce fait, l'humour et l'ironie ne sont presque jamais perçus. Il est également conseillé de connaître les orientations des principaux organes de presse. Cela peut s'avérer utile pour décrypter l'implicite. Par exemple, *The Guardian* et *The Economist* ne verront pas d'un même œil l'intervention de l'État dans l'économie.

Le commentaire

Le commentaire n'est pas une dissertation sur un sujet vaguement en rapport avec le texte d'origine. Trop souvent, les candidats n'identifient pas la spécificité du support pour se l'approprier et préfèrent procéder par association d'idées : un article sur l'effort de la police londonienne pour recruter des minorités aboutira alors à un commentaire sur les bienfaits et les limites de l'*affirmative action* aux États-Unis et donc à un hors sujet.

L'exercice consiste à analyser les enjeux précis soulevés par le support textuel, en les présentant de façon structurée et argumentée. Les connaissances civilisationnelles sont indispensables, car elles permettent d'étayer le propos d'exemples concrets, mais elles ne permettent pas de faire l'économie d'une réflexion personnelle.

Un autre écueil consiste à essayer à tout prix d'apporter des solutions aux grands maux de la société. Les candidats adoptent une posture moralisatrice (*We shouldn't eat red meat*), multiplient les lieux communs (*Pollution must be curbed*) ou proposent l'adoption de nouvelles lois qui résoudront comme par magie tous les problèmes actuels (*The government should create laws to...*).

Le recours à des problématiques réductrices qui opposent de manière binaire les avantages et les inconvénients de telle ou telle mesure demeure trop répandu.

Enfin, on ne saurait trop conseiller aux candidats de lire régulièrement la presse anglophone, ce qui leur permettra non seulement d'enrichir leurs compétences linguistiques, mais aussi de mieux cerner les grands enjeux sociétaux.

L'échange

Cette partie mobilise des compétences différentes de celles de l'exposé et est souvent bien réussie. Les candidats sont amenés à préciser, prolonger ou corriger leur propos. Il s'agit d'un dialogue : ils doivent défendre un point de vue, prendre l'initiative et argumenter avec conviction. Il ne faut pas se contenter de réponses exagérément brèves ou au contraire débiter un flot de paroles interminables sans lien avec la question posée. S'accaparer l'espace de parole dans le seul but de faire avancer le chronomètre n'est pas une stratégie payante.

La qualité de la langue

Les progrès dans ce domaine sont notables et de nombreux candidats s'expriment avec aisance. Le recours aux formules artificielles est encore trop fréquent et il reste des candidats qui panachent leur propos de barbarismes et de gallicismes mais, dans l'ensemble, la langue est facilement intelligible, et souvent de bonne qualité.

Conclusion

Si la session 2021 s'est déroulée dans un contexte inédit, elle n'a pas dérogé à la règle qui veut que le sérieux de la préparation et l'investissement personnel se voient très souvent récompensés. Les examinateurs

tiennent à saluer la qualité des prestations des candidats, qui ont, pour la plupart, compris l'importance de la maîtrise de l'anglais dans leur parcours personnel et professionnel.

Chinois

Présentation de l'épreuve

Les textes proposés aux candidats, tant pour l'épreuve de langue obligatoire que facultative, proviennent du journal chinois le *Quotidien du Peuple* (人民日报海外版), de publications chinoises disponibles en France ou sont adaptés à partir d'Internet. Ils ont principalement été publiés dans les mois qui précèdent l'épreuve.

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

- en Mars, la Chine arrive ;
- il faut rendre l'utilisation d'Internet plus saine ;
- la « publicité tapageuse » en direct ;
- la création des entreprises en Chine ;
- le rendez-vous médical en ligne et le service à la maison ;
- la vaccination contre le Covid-19 ;
- se laver les mains peut sauver la vie ;
- la politesse des Chinois et celle des Occidentaux ;
- le chinois a ouvert la porte des rêves ;
- la vie en Chine est idéale ;
- le terrain du sport à l'école ;
- la culture de « manger jusqu'à satiété » ;
- l'achat de la joie et non du logement ;
- de nombreux visages souriants.

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, 47 candidats ont été interrogés en chinois : 14 en langue obligatoire et 33 en langue facultative. Le nombre de candidats est similaire à ceux des années précédentes. Le jury a eu le plaisir d'assister à d'excellentes prestations révélant une bonne maîtrise de la langue.

Plus généralement, trois catégories de candidats se dégagent :

- les candidats montrant un excellent niveau de chinois, 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'examineur. La conversation peut ou non porter sur le sujet. Pour tester la compréhension du texte, l'examineur 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 leurs points forts, les candidats retiendront donc de préférence un texte dont le sujet et le contenu leur 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. Les candidats peuvent changer de texte pendant leur préparation mais ne bénéficient d'aucun temps supplémentaire.

Il est important que les candidats prennent 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 :

- la différence d'utilisation entre 两张文章 et 两篇文章 ;
- la place de l'adverbe 也 ou 更 ;
- les nuances ou les différences entre l'utilisation des mots 或者 / 还是, 文章 / 文件 / 课文 / 作文”, 两样 / 不一样.

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

L'épreuve orale est conçue selon le même principe en langue vivante obligatoire et en langue vivante facultative. Les candidats sont invités à faire un choix entre deux articles journalistiques de différents types — articles de presse, tribunes d'opinion, chroniques, etc. — parus dans l'année académique en cours. Les documents proposés en langue obligatoire se différencient de ceux proposés en langue facultative par leur densité lexicale et leur complexité thématique. Cette année l'Amérique latine était à l'honneur à cause des changements politiques et sociaux survenus récemment. En ce qui concerne l'Espagne, l'accent a été mis sur des grands sujets, tels que la mémoire historique, le dixième anniversaire du mouvement des « indignés », la grâce des indépendantistes catalans, l'immigration clandestine, les politiques de préservation de l'environnement, l'éducation en temps de pandémie, la perspective de genre, etc.

Les textes proposés ont été extraits des journaux suivants.

- Argentine : *Clarín, El Cronista, Infobae, La Nación, Página 12.*
- Chili : *La Tercera.*
- Colombie : *El Espectador.*
- Costa Rica : *La Nación.*
- Espagne : *ABC, Cambio 16, EFE, elDiario.es, elEconomista.es, El Español, El Mundo, El País, El Periódico, InfoLibre, La Vanguardia, La Voz de Galicia, Público ?*
- Mexique : *El Universal.*
- Pérou : *El Comercio.*

L'épreuve comporte trois phases :

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

Analyse globale des résultats

Une augmentation sensible du nombre de candidats en langue obligatoire confirme une tendance que nous avons déjà observée lors des sessions précédentes. L'épreuve de langue vivante obligatoire comportait des textes d'une certaine complexité qui demandaient une bonne connaissance des points saillants de l'actualité politique, économique et sociale du monde hispanique. La plupart des candidats ont bien réussi à analyser les tenants et les aboutissants des sujets proposés. Les résultats en langue vivante obligatoire ont été assez homogènes, à quelques exceptions près. Le jury a été agréablement surpris par le bon niveau linguistique d'un nombre croissant des prestations en langue facultative, une preuve supplémentaire de l'importance accordée par les candidats aux langues vivantes dans le cadre de ce type de concours. Il faut tout de même signaler le caractère hétérogène des résultats en langue vivante facultative, car un certain nombre des candidats n'ont pas été à la hauteur des attentes, aussi bien par une faible compétence linguistique que par un manque de rigueur dans l'analyse du sujet.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le compte-rendu et le commentaire

En règle générale, les candidats connaissent bien les étapes concernant le déroulement de l'épreuve orale, cela ne veut pas dire pour autant que la méthode soit respectée au pied de la lettre. La première partie

de l'épreuve, c'est-à-dire les vingt minutes consacrées à la préparation, doivent servir à l'analyse du sujet pour ensuite passer à la phase de synthèse. Cela demande bien entendu un bon niveau de compréhension de l'écrit. Il faut faire une lecture rapide et sélective des deux textes proposés avant de choisir le document. Cette année, les examinateurs ont constaté un certain nombre des cas dans lesquels les candidats n'avaient pas compris le titre ou les mots clefs de l'article. Cela aura évidemment une conséquence négative non seulement sur le compte-rendu, mais aussi sur le commentaire. Dans l'idéal, 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 et bien hiérarchisé des informations essentielles. Il faut surtout éviter la juxtaposition de paraphrases du texte qui aboutit inexorablement à un discours haché et peu cohérent. Le commentaire doit avoir un rapport strict avec le sujet, avec une problématique formulée en bonne et due forme qui permettra de définir un axe précis d'analyse. L'argumentation ne doit pas perdre de vue la problématique définie, sous peine de s'égarer dans des considérations d'ordre secondaire, au risque d'être hors-sujet. Nous déplorons cette année un certain nombre de commentaires conçus comme des fourre-tout, dans lesquels les candidats plaquent des connaissances sur leur argumentation sans aucun rapport avec le sujet. Il est conseillé aussi de soigner les transitions entre les parties et de veiller au bon usage des connecteurs discursifs.

L'entretien avec l'examineur

Cette phase permet à l'examineur de vérifier des points qui n'ont pas été abordés d'une façon suffisamment claire ou de suggérer des pistes aux candidats, dans le cas d'une compréhension erronée. Les examinateurs sont à l'écoute et manifestent toujours une attitude bienveillante pour tirer le maximum de profit de l'échange. Le jury conseille vivement aux candidats de participer activement au dialogue, en évitant de rester enfermés dans le mutisme ou de répondre aux questions de l'examineur avec des réponses lapidaires. Les candidats ont généralement compris l'intérêt de cette partie de l'épreuve et ont su démontrer leurs compétences linguistiques ainsi que leurs connaissances historiques, culturelles et civilisationnelles.

La correction linguistique

Certains candidats font preuve d'une méthode impeccable, mais perdent des points en compétence linguistique. Il ne s'agit pas de faire passer un message à tout prix, mais de respecter les structures syntaxiques et les règles morphologiques de la langue ainsi que d'utiliser un registre adéquat. Comme lors de sessions précédentes, nous constatons des problèmes syntaxiques concernant l'ordre des constituants dans le syntagme nominal et le syntagme verbal. La confusion entre les catégories grammaticales est malheureusement toujours d'actualité, notamment celles de l'adjectif et du nom. L'utilisation du gérondif en lieu et place d'un verbe conjugué doit être également sanctionnée. En ce qui concerne la morphologie nominale, le genre des noms n'est pas toujours respecté de même que certaines règles relatives à la suffixation (par exemple les suffixes *-ema* et *-ista*) ou à la formation du pluriel. Enfin, les problèmes relatifs à la morphologie verbale se répètent d'année en année, 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. Sur le plan lexical, nous avons constaté un excès de barbarismes et une utilisation erronée de certains mots courants. Les noms de certains pays de l'Amérique latine ne sont pas maîtrisés (par exemple *Columbia*, au lieu de *Colombia*, *Salvador* au lieu de *El Salvador*, **Chili* au lieu de *Chile*) ainsi que certains ethnonymes (par exemple **europeano/a*, **venezuelo/a*). Il faudrait inclure sur cette liste les noms de nombres et des interférences avec l'anglais (par exemple *so*, *sorry*, etc.).

Conclusion

Le jury tient à saluer le travail de préparation accompli par les candidats ainsi que leur ténacité, leur courage et leur rigueur dans des conditions qui n'étaient pas toujours favorables à cause de la crise

sanitaire. Le jury espère que les conseils donnés dans ce rapport serviront aux futurs candidats. Il ne faut pas perdre de vue que le maniement d'une langue correcte et soutenue est une condition nécessaire à la réussite. Une bonne maîtrise linguistique est indispensable au bon fonctionnement des stratégies argumentatives et à la clarté et à la cohérence du discours.

Portugais

Présentation de l'épreuve

Les articles proposés, tirés de la presse portugaise et brésilienne, portaient sur des questions d'actualité et des sujets de société tels que : les politiques de soutien à la communauté LGBTQIA+ au Brésil, la « décroissance » induite par la politique de Bolsonaro, la précarité au Portugal, les variations de la proportion de la population étrangère au Portugal et ses conséquences, ou encore le rôle des journalistes pendant la pandémie de covid-19.

L'exercice, nous le rappelons, consiste à présenter et à commenter l'article choisi (parmi deux articles proposés), puis à répondre aux questions de l'examinateur et à échanger avec celui-ci. La correction et la fluidité linguistiques, la capacité de synthèse et d'argumentation, la richesse du commentaire et la qualité de l'échange figurent parmi les compétences évaluées.

Analyse globale des résultats

Le jury salue cette année le bon, voire le très bon niveau des candidats. Toutes filières confondues, les notes s'échelonnent de 12 à 20/20. La majorité des 6 candidats à avoir passé l'épreuve orale de portugais a fait preuve d'aisance et d'une bonne maîtrise générale des règles de cet exercice, en présentant et en commentant l'article choisi d'une manière satisfaisante, souvent fine et habile, voire presque parfaite pour trois candidats. La langue était généralement très fluide et la réactivité aux questions posées tout à fait correcte, malgré, parfois, quelques redites dans le commentaire.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Deux candidats ont révélé des difficultés qui ont rendu l'échange laborieux ; ils n'ont pas pris d'initiative, n'ont pas bien exploité les pistes suggérées et ne sont donc pas parvenus à dépasser des propos assez convenus et répétitifs. Dans l'un de ces deux cas, c'est réellement l'interprétation du texte qui a posé problème, car la thématique n'a pas été saisie dans toutes ses nuances, ce qui s'est traduit par une mauvaise hiérarchisation des informations et un compte-rendu très partiel. Une synthèse du texte trop rapide ne permet généralement pas de traiter les centres d'intérêt du texte d'une manière satisfaisante et, surtout, de saisir les nuances de point de vue. Ces deux candidats n'ont pas pris assez de distance par rapport au texte,

Conclusion

Le jury ne saurait donc que trop recommander aux candidats de montrer leur capacité à argumenter et à prendre de la distance par rapport au document, tout en apportant une réflexion personnelle s'ouvrant sur d'autres thématiques et problématiques de la société actuelle. Il note cette année le très bon niveau de langue des candidats, marqué toutefois encore dans certains cas par le recours trop fréquent aux hispanismes.

Concours Centrale-Supélec 2021

Épreuves d'admission à l'École navale

Filière PSI

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	6
Physique	8
Sciences industrielles de l'ingénieur	10

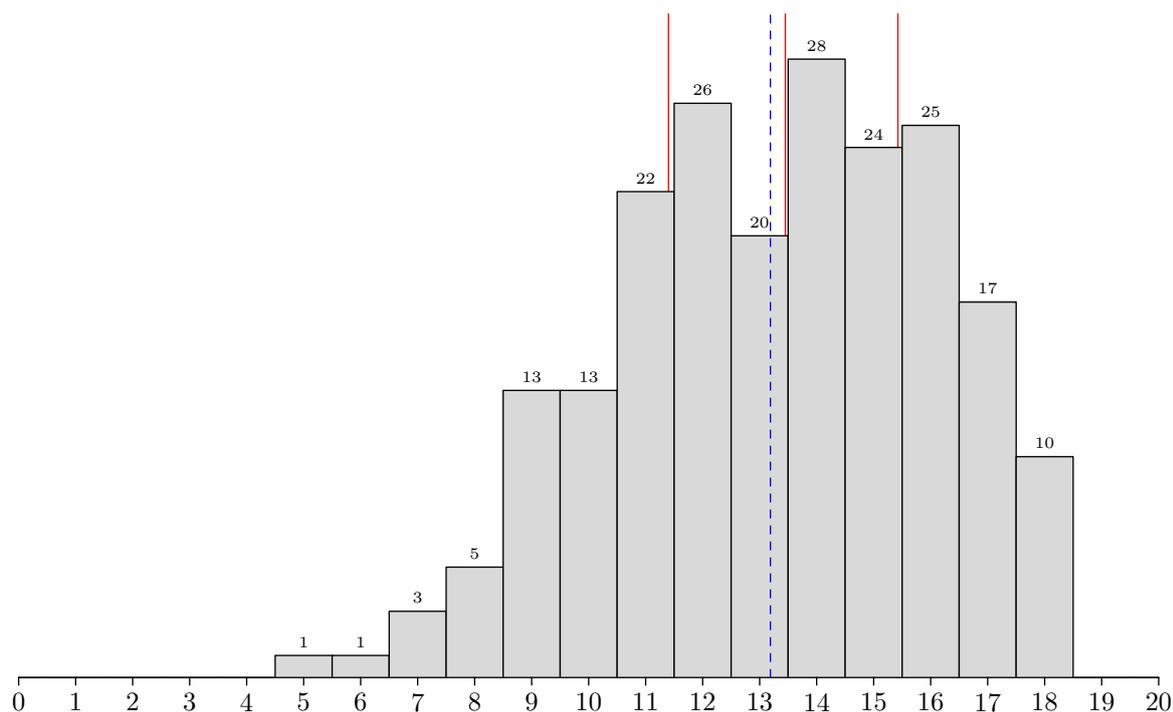
Résultats par épreuve

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 :

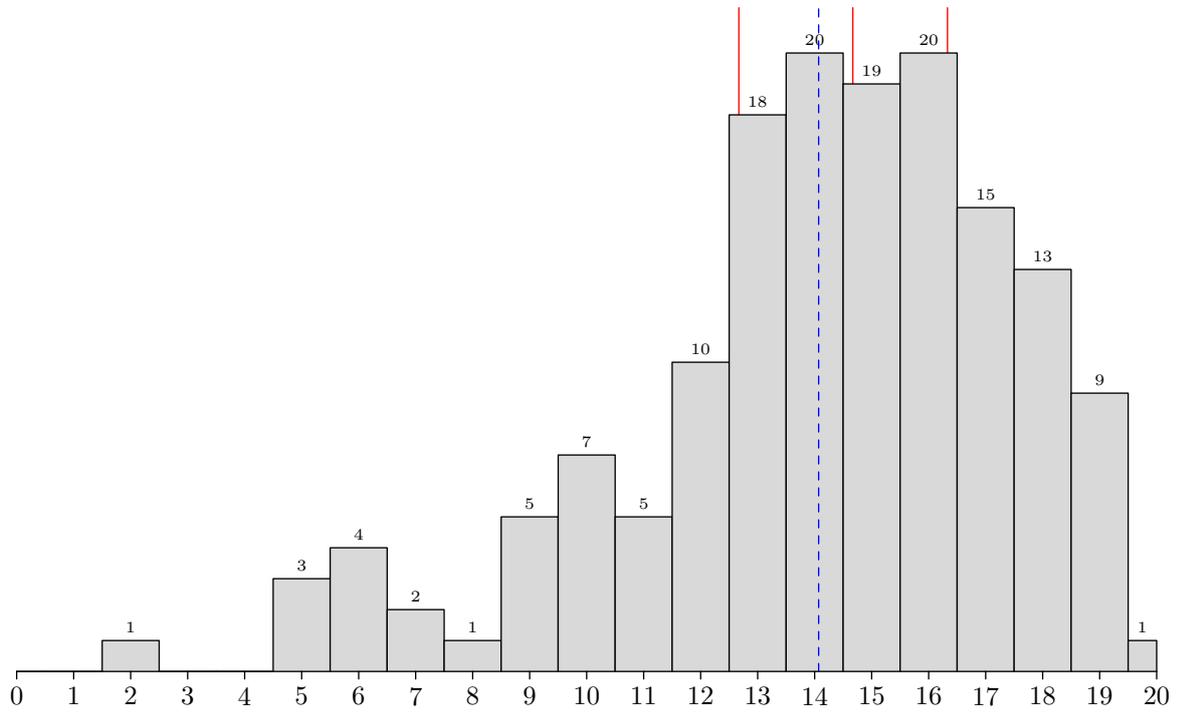
	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI			
	moyenne	écart-type	premier quartile	médiane	troisième quartile	écart interquartile			
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	210	1,0%	208	13,19	2,82	11,40	13,45	15,43	4,03
Sport	210	27,1%	153	14,07	3,46	12,67	14,67	16,33	3,66
Mathématiques	210	27,6%	152	11,99	3,34	10,00	12,00	15,00	5,00
Physique	210	27,6%	152	11,86	3,41	9,00	12,00	14,00	5,00
S2I	210	27,6%	152	11,88	3,21	9,00	12,00	14,00	5,00
Anglais	210	27,6%	152	11,84	3,03	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.

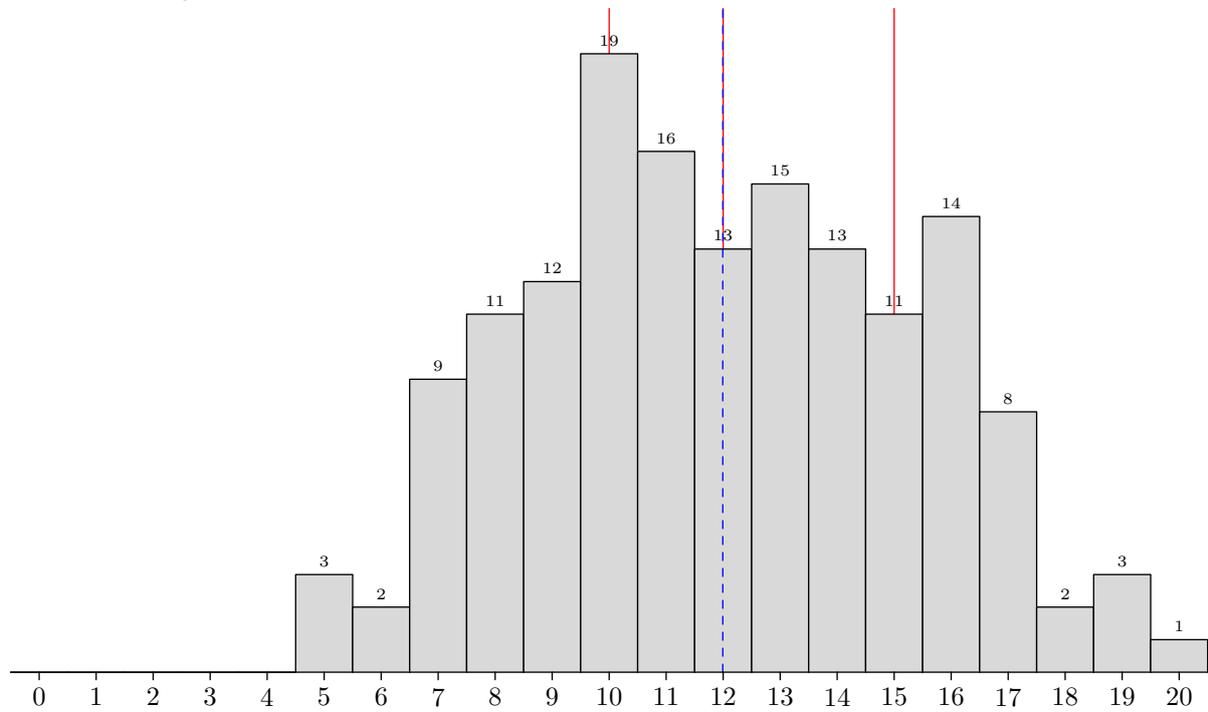
TIPE



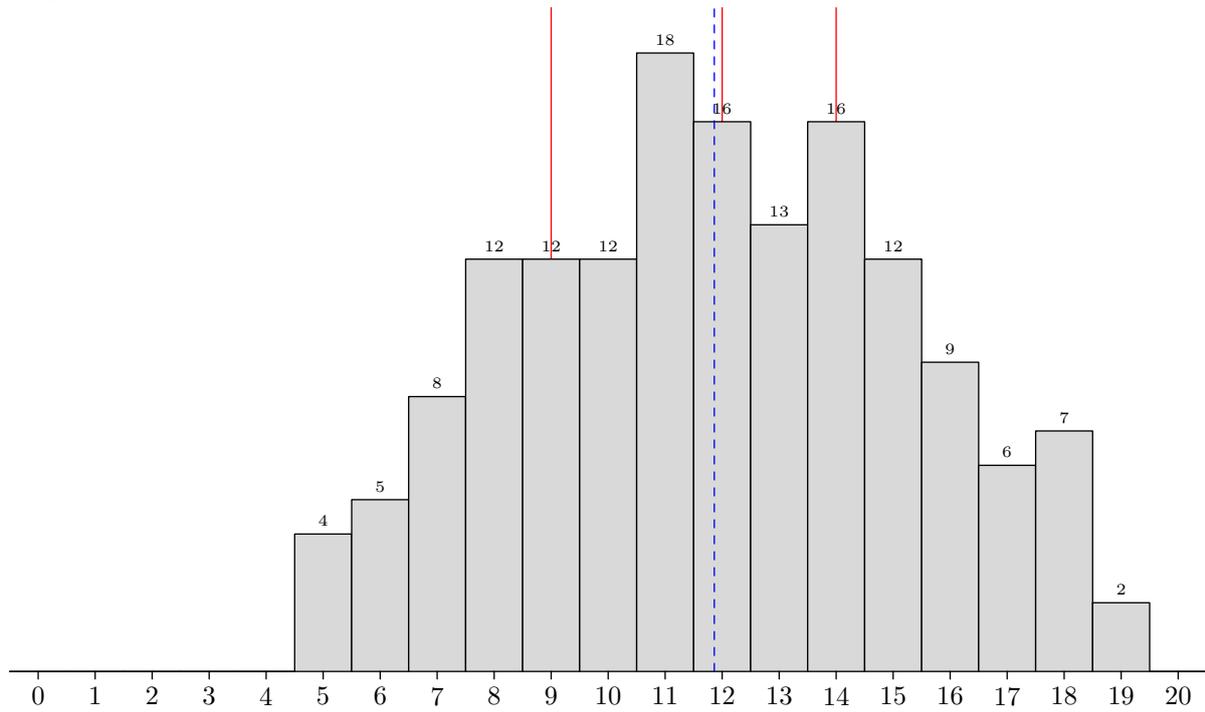
Sport



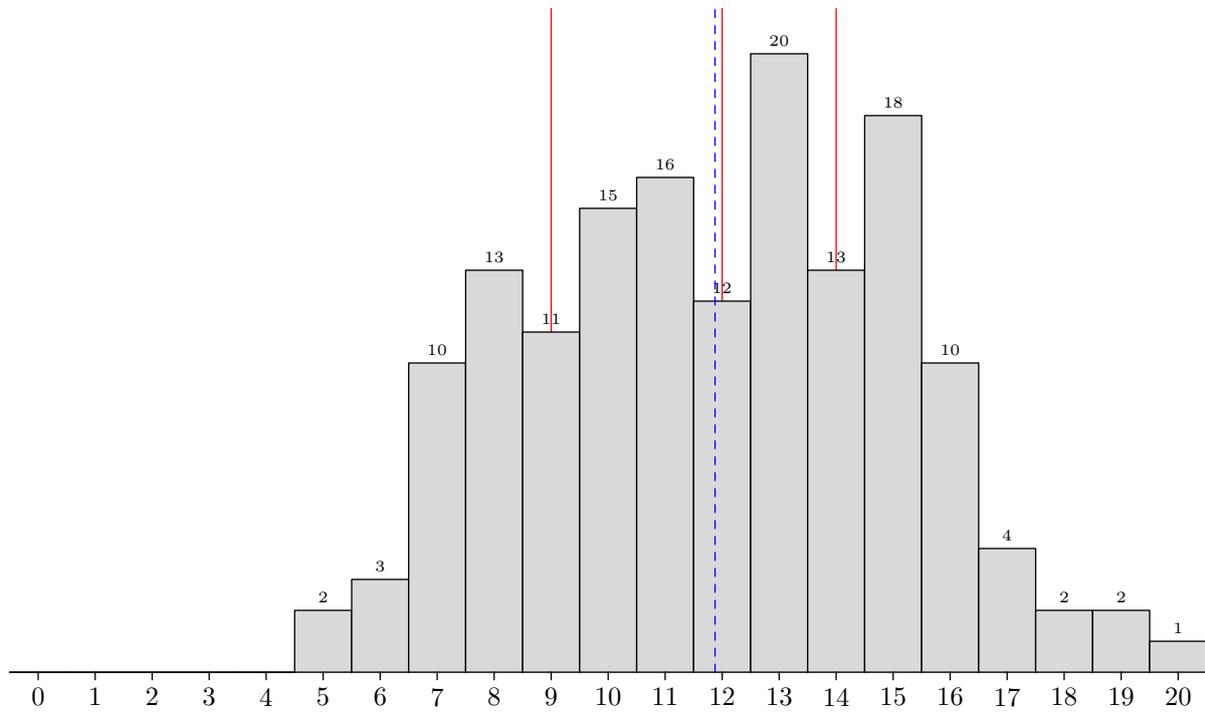
Mathématiques



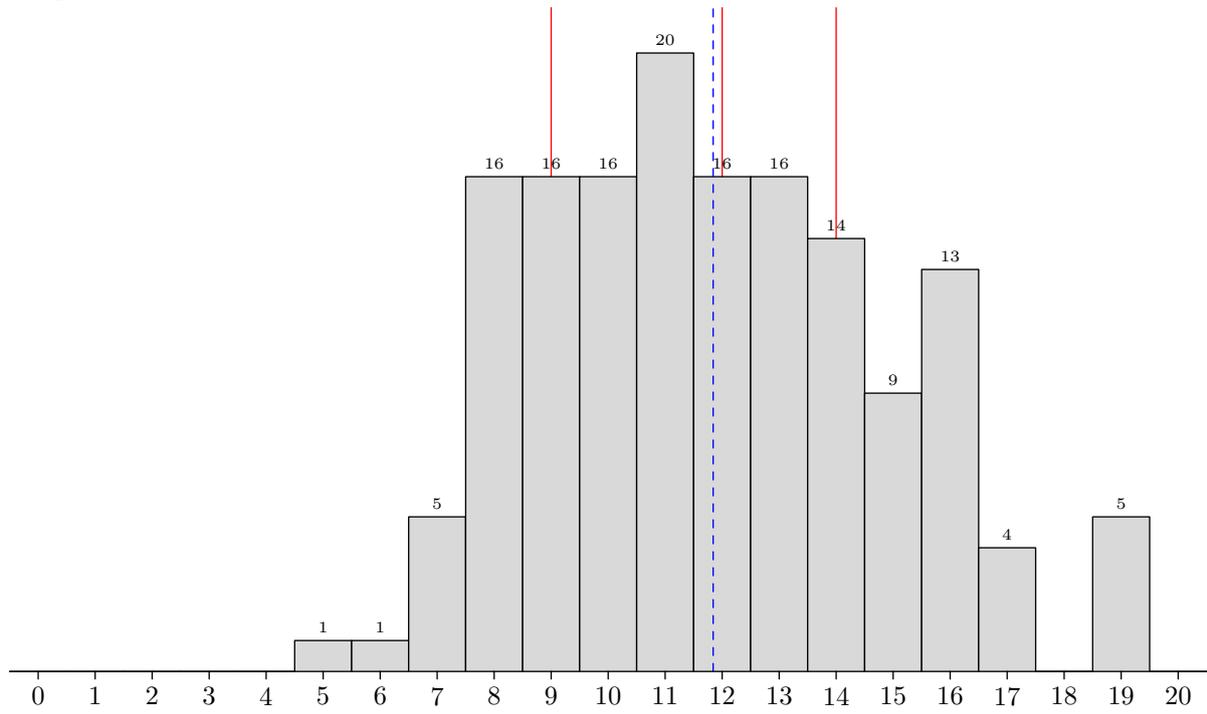
Physique



S2I



Anglais



Mathématiques

Présentation de l'épreuve

Les oraux du concours d'entrée à l'École Navale se sont déroulés du 15 juin au 9 juillet 2021 au lycée Louis-le-Grand. Chaque oral dure une demi-heure, sans préparation.

L'organisation de l'oral est analogue aux années précédentes : deux exercices successifs à résoudre, portant sur des thèmes différents et faisant appel à plusieurs parties du programme. Une vingtaine de minutes environ est consacrée au premier exercice, une dizaine au second. Le jury gère le temps et impose le changement d'exercice après un certain temps passé sur le premier exercice.

Les attentes de cette épreuve sont simples, il s'agit d'évaluer la capacité de résolution de différents problèmes, la faculté à mettre en place des stratégies pour répondre à une problématique donnée et l'aptitude à communiquer ses idées, ses démarches dans un cadre scientifique rigoureux. Compte tenu du temps limité, la résolution parfaite des deux exercices n'est pas nécessaire pour obtenir une excellente note. L'examineur attend des candidats qu'ils soient capables de proposer une démarche de résolution conforme au programme de la filière PSI dans le cadre d'un échange constructif avec lui.

Analyse globale des résultats

Dans l'ensemble les candidats sont bien préparés et ont une bonne connaissance de leur cours, malgré des lacunes ponctuelles. Compte tenu des conditions très particulières d'enseignement des deux dernières années, le mérite des candidats et l'engagement de leurs enseignants pour la réussite de leurs étudiants est à souligner et une épreuve ou un concours raté ne doit pas remettre en cause le grand travail fourni.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Si les remarques des précédents rapports restent d'actualité, le jury souhaite rappeler que l'épreuve est une épreuve orale et non un écrit au tableau. Plusieurs candidats recopient ainsi un énoncé au tableau, sans que cela n'apporte de la valeur ajoutée à la prestation d'ensemble. L'équilibre entre raisonnement oral et trace écrite n'est pas toujours optimal, et les candidats doivent garder à l'esprit que recopier un raisonnement validé oralement n'est pas utile. Il faut toutefois éviter l'écueil d'un énoncé oral du raisonnement sans trace écrite qui traduit malheureusement souvent une confusion dans l'esprit des candidats.

Le jury a systématiquement sanctionné toute méconnaissance grave du cours, il n'est pas acceptable que des notions basiques ne soient pas connues des candidats. Il est également important que le vocabulaire employé soit correct et le moins lourd possible, de même toute introduction de données autres que celles fournies par l'énoncé doit être précisée (l'introduction d'une notation sans quantificateur est très souvent suivie d'une approximation voire d'une erreur dans le raisonnement).

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

Nous avons constaté quelques erreurs commises ou des oublis récurrents.

- Si le lien entre valeur propre et racine d'un polynôme annulateur est partiellement maîtrisé, la distinction du corps de référence pose souvent de nombreux problèmes.
- Le rôle de la valeur propre particulière nulle n'est pas suffisamment bien connu des candidats.

- Les hypothèses d'étude de la convergence d'une série numérique ou d'une intégrale généralisée doivent être vérifiées, la condition de signe sur le terme général est trop souvent oubliée.
- La continuité d'une fonction que l'on souhaite intégrer est régulièrement oubliée, l'étude de l'intégrabilité ne se résume pas à une étude aux bornes ! Un candidat ne peut commencer un exercice par « l'intégrale est généralisée car la limite en... est infinie ! »
- Les exercices portant sur les probabilités ont souvent posé des soucis aux candidats, même dans des cas basiques d'utilisation, avec des confusions sur les lois usuelles.
- Les fonctions circulaires réciproques ont quasi systématiquement posé des problèmes aux étudiants, s'il est possible de retrouver le graphe par exemple à partir de la réciproque, cette pratique révèle en général une méconnaissance du cours et n'aboutit pas dans la grande majorité des cas.

Physique

Présentation de l'épreuve

L'épreuve de physique de la filière PSI dure 30 minutes, sans préparation. L'examinateur pose un exercice assez ouvert posant une problématique. Concrètement, l'énoncé consiste généralement en une brève description d'une situation physique, suivie le plus souvent d'une seule question. L'énoncé s'appuie souvent sur une photo vidéo-projetée.

Le but essentiel de cette épreuve est d'évaluer la qualité de la démarche scientifique. Les candidats doivent, en s'appuyant sur leur maîtrise des notions du programme de physique (de PCSI et de PSI), proposer une modélisation simple, dont ils discuteront précisément la pertinence, afin de répondre à la question posée. Il est important de noter que les candidats ne sont pas évalués sur le choix du modèle mais sur leur capacité à en cerner les limites et le cas échéant à l'améliorer.

Les compétences « programme » susceptibles d'être évaluées lors de cet oral sont : s'approprier, analyser, être autonome, réaliser, valider, communiquer. Des compétences « spécifiques » à l'École navale sont également évaluées : pugnacité, réactivité, capacité d'adaptation et résistance au stress. C'est dans l'interaction avec les candidats, tout au long de l'épreuve, que le jury évalue le degré de maîtrise de ces compétences.

De part son format où les candidats sont mis face à un problème physique complexe, l'épreuve de physique permet d'évaluer plus spécifiquement la capacité d'analyse (analyser), l'esprit d'initiative (être autonome), l'esprit critique (valider) ainsi que l'ensemble des compétences « spécifiques ». Cet évaluation est précisée plus loin en s'appuyant sur l'exemple proposé ci-dessous.

Compte-tenu de la difficulté de ce type d'épreuve, le jury ne s'attend pas à ce que les candidats résolvent l'intégralité de l'exercice en totale autonomie. Cela ne doit pas inquiéter les futurs candidats qui doivent garder à l'esprit qu'une bonne maîtrise du cours, de la démarche scientifique et des compétences « spécifiques » leur permettra de construire un exposé convaincant.

Voici un exemple d'énoncé utilisé cette année :

Un marin tombe à la mer depuis le pont d'envol du Charles de Gaulle. Va-t-il survivre à la chute ?

Une photo illustrative est exposée au tableau.

Analyse globale des résultats

Le jury est pleinement satisfait du niveau médian des candidats. La majorité des candidats a su appréhender avec perspicacité le problème proposé et mener une discussion de qualité. Ce constat est heureux compte tenu du fait que les candidats de cette session ont vécu deux années de CPGE perturbées par la crise sanitaire.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury attend des candidats qu'ils commencent par faire un schéma clair au tableau de la situation en identifiant les grandeurs physiques pertinentes (s'approprier, communiquer). Précisons que la compétence communiquer comprend également l'utilisation et la gestion du tableau par les candidats.

Ensuite, ils doivent analyser qualitativement le phénomène et proposer une stratégie de résolution (analyser, être autonome). À ce niveau, plusieurs approches et modélisations sont possibles.

Sur l'exemple donné plus haut, les candidats seront amenés à proposer un critère de survie qui leur semble raisonnable, à s'intéresser à la chute et à modéliser simplement l'impact sur l'eau.

Les candidats doivent alors mettre en œuvre leur stratégie (réaliser) puis faire preuve d'esprit critique sur le résultat obtenu (valider).

Cette dernière étape est particulièrement importante car elle permet d'évaluer la capacité des candidats à avoir un esprit critique sur le fruit de leur travail et sur la pertinence du modèle choisi. Le cas échéant, et en interaction avec le jury, les candidats pourront remettre en cause une ou plusieurs hypothèse(s) de leur modèle afin de mieux rendre compte de la réalité.

Le jury apprécie toujours les candidats dynamiques, ouverts au dialogue, capable de prendre des initiatives et de discuter précisément de la pertinence des résultats obtenus.

Le jury conseille aux candidats de modéliser très simplement le problème posé. La mise en œuvre d'une démarche scientifique aboutie en sera facilitée. Évidemment, plus le modèle proposé est grossier, plus il est important de discuter, en fin d'exposé, des limites et améliorations possibles du modèle.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Présentation de l'épreuve

En filière PSI, l'épreuve orale de sciences industrielles de l'ingénieur porte sur l'étude de systèmes complexes industriels et pluri technologiques. Certains de ces systèmes sont présents dans les laboratoires des lycées, d'autres ont été développés pour le concours.

La problématique des sujets s'applique à suivre la démarche de l'ingénieur. Un cahier des charges est donné et tout le sujet consiste à étudier et comparer les performances du système réel et de ses modèles avec celles préconisées par le cahier des charges.

La durée de l'épreuve est d'une heure, divisée en deux parties de 30 minutes : la préparation, qui se déroule en loge, puis la présentation devant le jury.

La calculatrice est autorisée et apportée par les candidats. Ils doivent préparer l'épreuve sur du brouillon fourni. Lors de la présentation devant l'examinateur, le sujet est projeté sur un écran. Les candidats peuvent alors commenter les courbes, schémas et documents pendant l'épreuve. Ils disposent aussi d'un tableau pour présenter leurs résultats et démonstrations.

Le début de l'épreuve (5 minutes maximum) doit permettre de présenter l'analyse fonctionnelle et structurelle du système étudié. Cette analyse doit se faire impérativement avant de répondre aux questions du sujet.

L'analyse fonctionnelle doit permettre de contextualiser l'étude, présenter la fonction de service du système, ainsi que les performances qu'il doit vérifier.

L'analyse structurelle met en évidence les composants du système, les flux d'énergie, de matière et d'information et permet l'explication du fonctionnement du système. Elle peut être présentée sous forme de diagrammes (les diagrammes SysML ne sont pas forcément les mieux adaptés à cette analyse). Ce début d'épreuve est primordial pour acquérir une vision globale du système et de la problématique.

Pour la suite de l'épreuve, les candidats doivent aborder les différentes parties du sujet. Le temps de préparation est insuffisant pour aborder toutes les questions, il est donc proposé aux candidatx de poursuivre les études pendant le temps de présentation. Il est demandé aux candidats d'expliquer les objectifs de chaque question et de faire des retours systématiques aux exigences du cahier des charges.

Commentaires sur les réponses apportées et conseil aux futurs candidats

Compétences évaluées

Un oral de sciences industrielles de l'ingénieur est une épreuve où les compétences de communication, d'analyse et de synthèse représentent une part importante de l'évaluation.

Lors de l'épreuve, toutes les compétences suivantes sont évaluées :

- analyser ;
- modéliser ;
- expérimenter ;
- résoudre ;
- communiquer.

La compétence « analyser » est principalement évaluée dans la première partie de l'épreuve (analyses fonctionnelle et structurelle) et dans les conclusions des différentes parties dans lesquelles il est demandé, entre autres, de commenter les écarts entre le système réel, le modèle et les performances annoncées par le cahier des charges.

La compétence « modéliser » est évaluée dans les différentes études, en cherchant à obtenir des modèles de connaissance ou de comportement des composants du système étudié. Les candidats doivent être capables d'appliquer les théorèmes et principes généraux pour modéliser tout ou partie du système. Ils doivent aussi être capables de proposer et d'identifier numériquement des modèles simples à partir de résultats expérimentaux.

Dans le cas de la compétence « expérimenter », le système n'étant pas présent physiquement lors de l'épreuve, les candidats doivent néanmoins être capables :

- de proposer un protocole expérimental afin de répondre à une problématique technique ;
- d'analyser des résultats expérimentaux fournis ;
- d'identifier des modèles de comportement.

La compétence « résoudre » permet d'évaluer la capacité à relier les caractéristiques des modèles aux performances du système. Il est demandé aux candidats de faire preuve d'un recul important sur les valeurs obtenues. Il peut être fait appel aux compétences du programme d'informatique, par exemple pour proposer une méthode de résolution numérique d'une équation.

Enfin, tout au long de l'épreuve, la compétence « communiquer » est évaluée en demandant aux candidats de faire preuve de rigueur et d'esprit de synthèse, tout en utilisant de façon pertinente les outils de communication (schémas, diagrammes...).

Commentaires généraux

Trop de candidats utilisent le temps de préparation pour survoler l'ensemble des questions posées sans penser à préparer leur présentation. Il est ainsi important de préciser qu'il s'agit d'une épreuve orale et que les compétences de communication sont évidemment évaluées. La présentation doit être organisée et articulée autour des problématiques posées.

Certains candidats n'utilisent pas le sujet projeté et les outils fournis pour commenter ou utiliser des données et se contentent d'exprimer leurs résultats sans les justifier (tracés expérimentaux, relevés sur des abaques...). Il est important que les candidats soient préparés et à l'aise avec l'utilisation d'une vidéoprojection.

La présentation fonctionnelle et structurelle du système étudié permet d'acquérir une vision globale indispensable pour mener à bien les études proposées. Toujours trop peu de candidats présentent la fonction principale du système, et seule une faible proportion en détaille la structure : les études proposées sont alors souvent abordées avec des contresens. Trop de candidats passent directement aux questions du sujet sans présenter cette partie, ce qui est évidemment préjudiciable pour la suite.

De nombreux candidats adoptent des démarches de modélisation trop lourdes, inadaptées à une épreuve orale de 30 minutes. Il est recommandé de connaître les expressions de l'énergie cinétique, de moments dynamiques, de puissances dans des cas simples sans avoir à repasser par la notation torsorielle. Trop de candidats ne font pas la différence entre un modèle de « comportement » et un modèle de « connaissance ». Beaucoup ont du mal à mettre en place un modèle de comportement : certains justifient le choix du modèle de comportement à partir des exigences attendues du cahier des charges et non des résultats expérimentaux, rendant toute étude inutile (par exemple : « on souhaite une erreur statique nulle, donc on retient un modèle de comportement de classe 1 »). Les méthodes d'identification (premier ordre, second ordre) ne sont pas maîtrisées.

Trop souvent les candidats ne commentent pas leurs résultats ni les valeurs numériques obtenues. Les résultats numériques sont rarement présentés avec leurs unités, ce qui mène à des comparaisons avec les exigences aberrantes.

Les capteurs classiques (potentiomètre, codeur incrémental, génératrice tachymétrique, capteur d'effort...) sont encore peu connus. Les candidats doivent être capables de proposer un capteur pour mesurer une grandeur particulière, expliquer le fonctionnement et proposer une fonction de transfert pour chacun de ces composants.