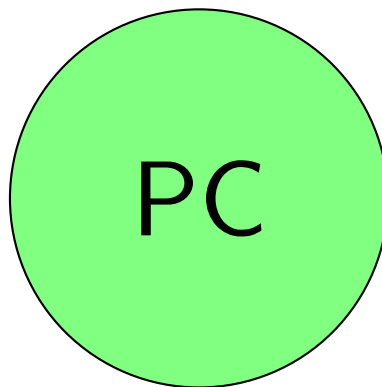


CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

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	12
Mathématiques 1	17
Mathématiques 2	23
Physique 1	27
Physique 2	32
Chimie	38
Informatique	44
Allemand	48
Anglais	51
Arabe	57
Chinois	60
Espagnol	62
Italien	65
Portugais	67
Épreuves d'admission	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	23
Physique	27
Chimie	33
Travaux pratiques de chimie	37
Travaux pratiques de physique	42

Sciences (Arts et Métiers)	47
Allemand	52
Anglais	55
Chinois	58
Espagnol	60
Portugais	63
Épreuves d'admission à l'École navale	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	6
Physique 1	7
Physique 2	12
Anglais	13

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	429	1160	74	—	—
Centrale Lille	2645	1190	710	597	2333,00
Centrale Lyon	2785	1289	618	551	2489,70
Centrale Marseille	2850	1048	1104	976	2018,10
Centrale Nantes	2731	1302	509	502	2127,40
CentraleSupélec	2512	1270	690	401	2702,50
IOGS	1521	1070	695	658	1866,00
Arts et Métiers	1676	900	798 ¹	484	2318,90
ENSEA		650	1240 ¹	957	1245,90
ESTP	1152	569	975	687	708,90
École navale	319 ²	818	155	69	2050,40

Concours cycle international

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
Centrale Lille	33	1000	11	—	—
Centrale Lyon				6	1992,80
Centrale Marseille				—	—
Centrale Nantes				11	1750,90
CentraleSupélec				5	2040,90
IOGS				—	—

Concours réservés aux étrangers scolarisés en France

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
CentraleSupélec	90	1140	25	17	2408,80
IOGS	45	1078	12	—	—

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 PC

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	12
Mathématiques 1	17
Mathématiques 2	23
Physique 1	27
Physique 2	32
Chimie	38
Informatique	44
Allemand	48
Anglais	51
Arabe	57
Chinois	60
Espagnol	62
Italien	65
Portugais	67

Résultats par épreuve

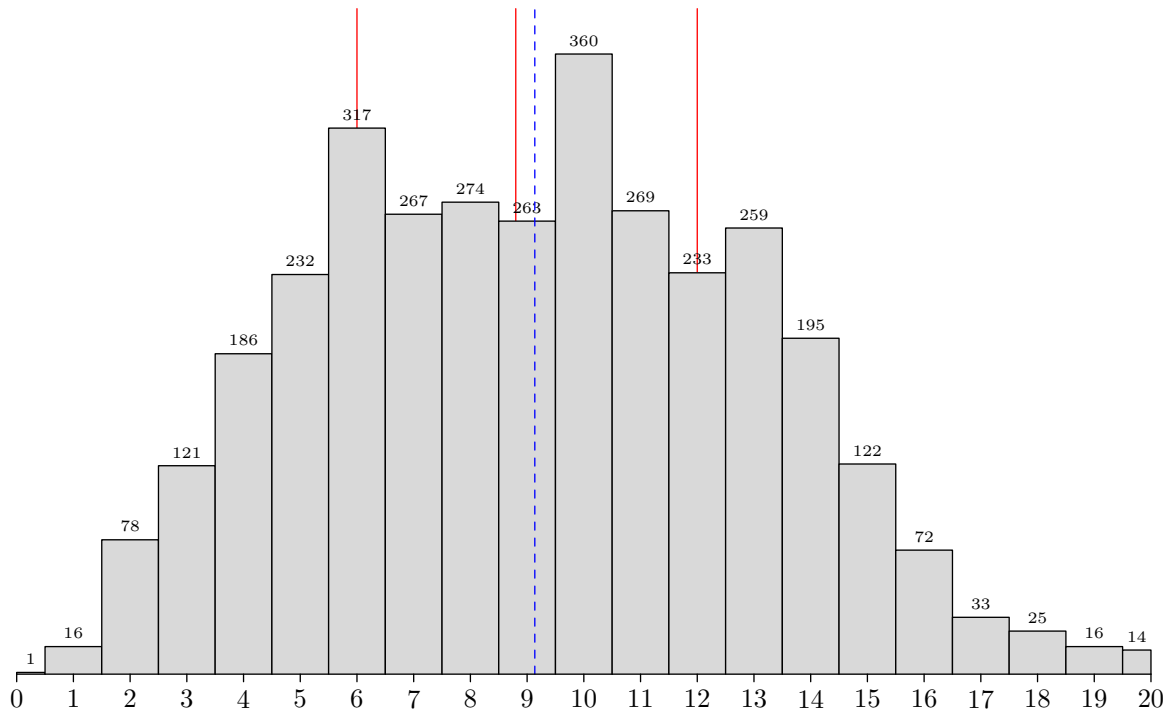
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

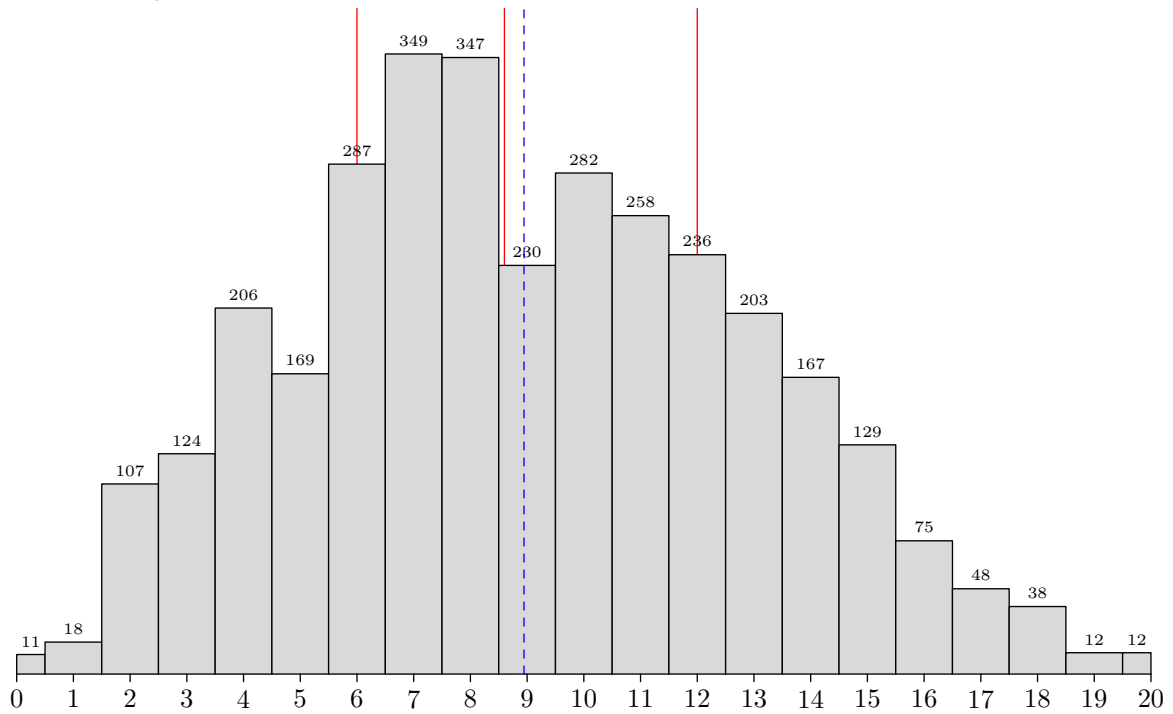
Épreuve	Inscrits	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
Chimie	3598	6,8%	3353	9,14	3,82	6,0	8,8	12,0	6,0
Informatique	3598	8,1%	3308	8,95	3,95	6,0	8,6	12,0	6,0
Mathématiques 1	3598	6,0%	3381	8,96	4,02	6,0	8,6	12,0	6,0
Mathématiques 2	3598	7,8%	3316	8,80	3,92	6,0	8,5	12,0	6,0
Physique 1	3598	6,8%	3354	9,13	4,02	6,0	9,0	12,0	6,0
Physique 2	3598	7,5%	3328	8,93	4,04	6,0	8,5	12,0	6,0
Rédaction	3598	6,8%	3355	10,19	3,81	7,3	10,3	13,3	6,0
Langue	3596	7,8%	3315	11,12	3,73	8,1	11,1	14,1	6,0
Allemand	108	1,9%	106	12,29	3,26	10,3	11,9	14,5	4,2
Anglais	3373	7,8%	3110	10,98	3,70	8,1	11,1	14,1	6,0
Arabe	30	23,3%	23	15,48	3,30	13,0	15,2	18,9	5,9
Chinois	5	0,0%	5	16,14	1,02	15,2	15,7	16,8	1,6
Espagnol	62	14,5%	53	12,77	3,58	10,8	12,5	14,6	3,8
Italien	9	0,0%	9	17,24	1,91	15,7	17,8	17,8	2,1
Portugais	5	0,0%	5	16,80	2,31	15,7	17,3	17,9	2,2
Russe	4	0,0%	4	13,28	1,95	11,7	13,2	14,9	3,2

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

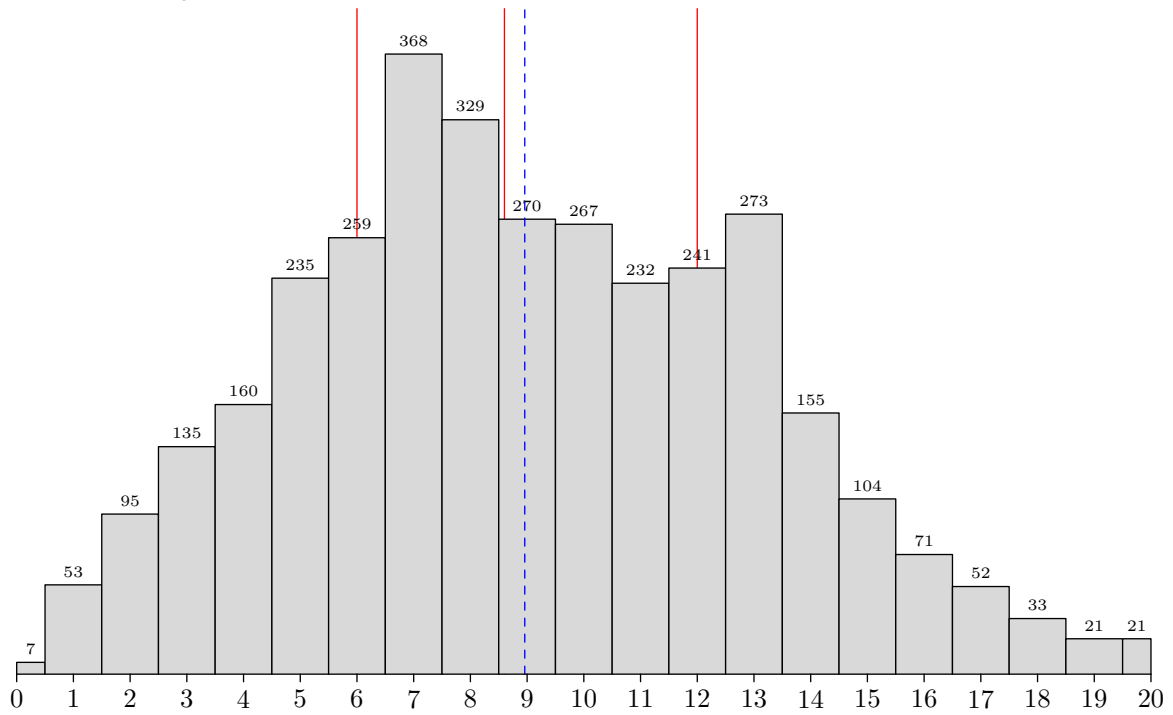
Chimie



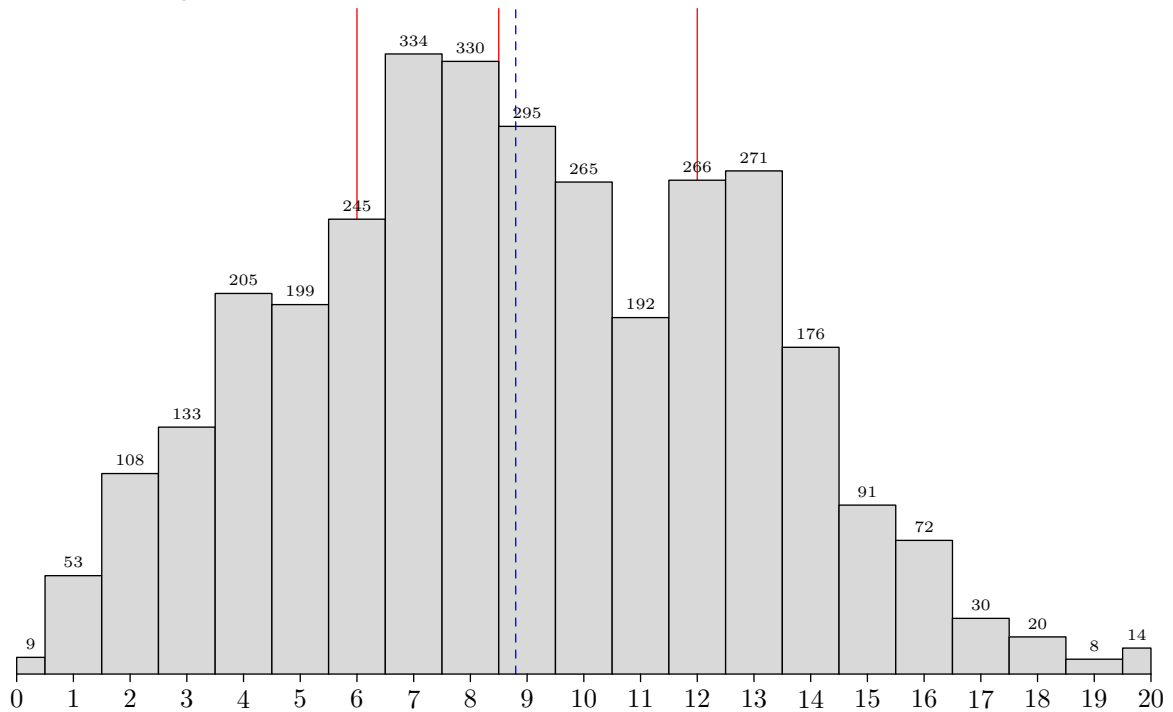
Informatique



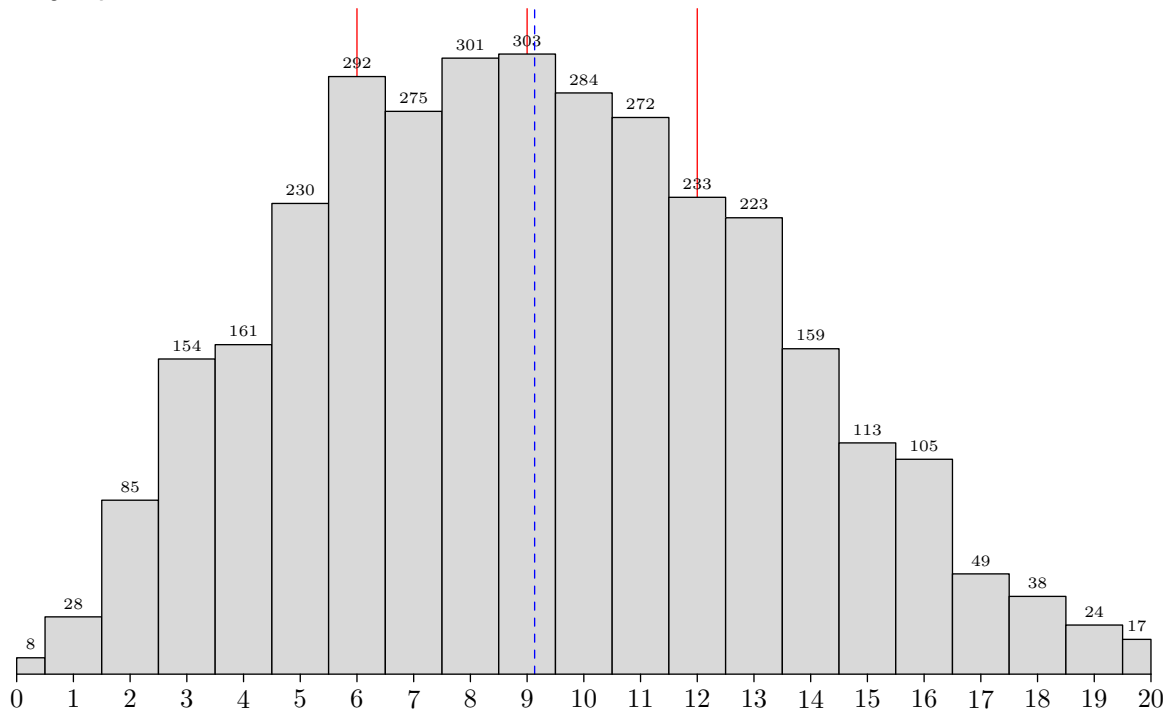
Mathématiques 1



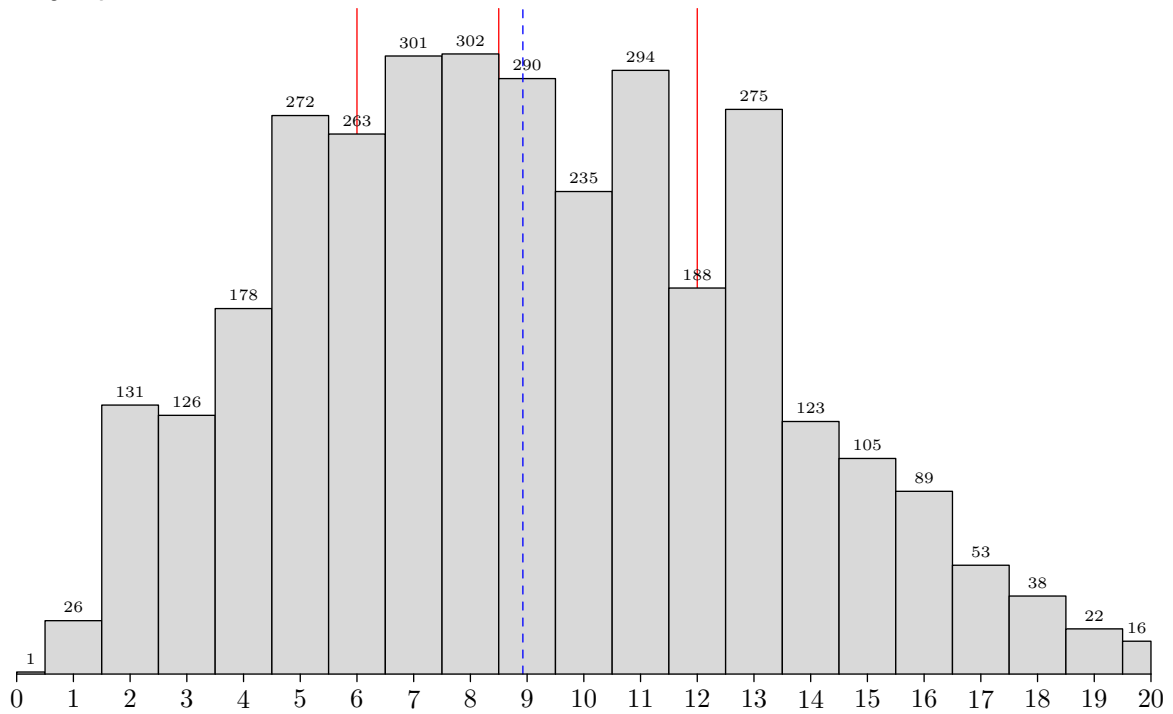
Mathématiques 2



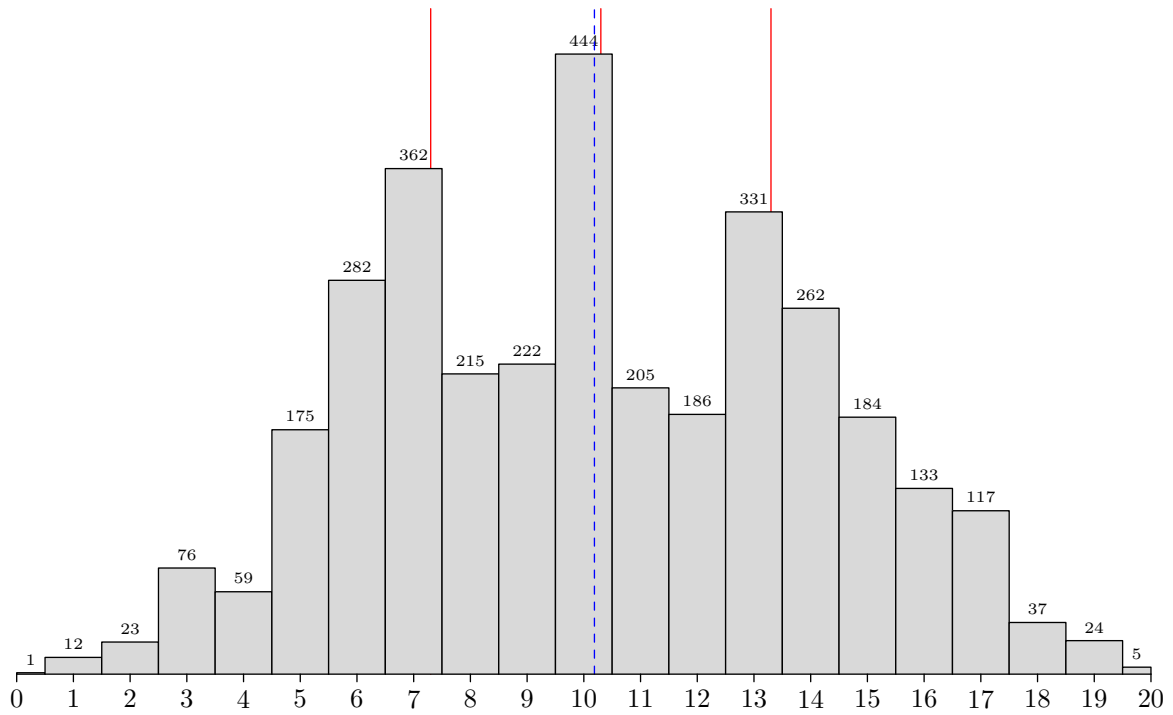
Physique 1



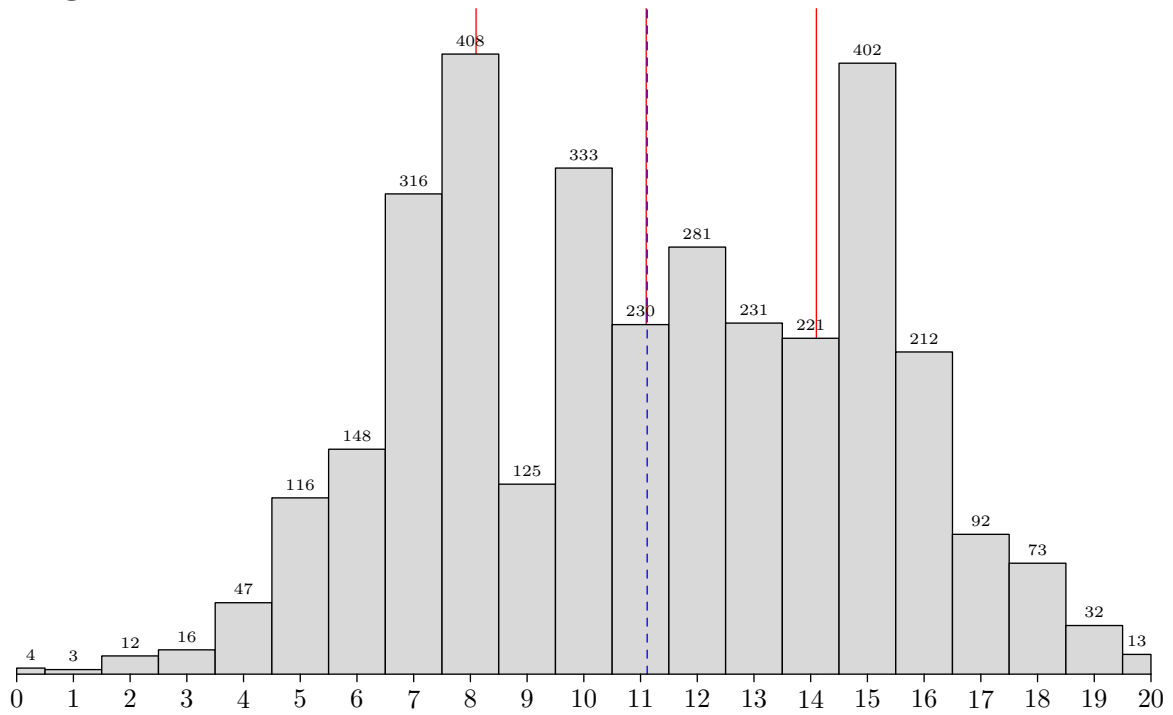
Physique 2



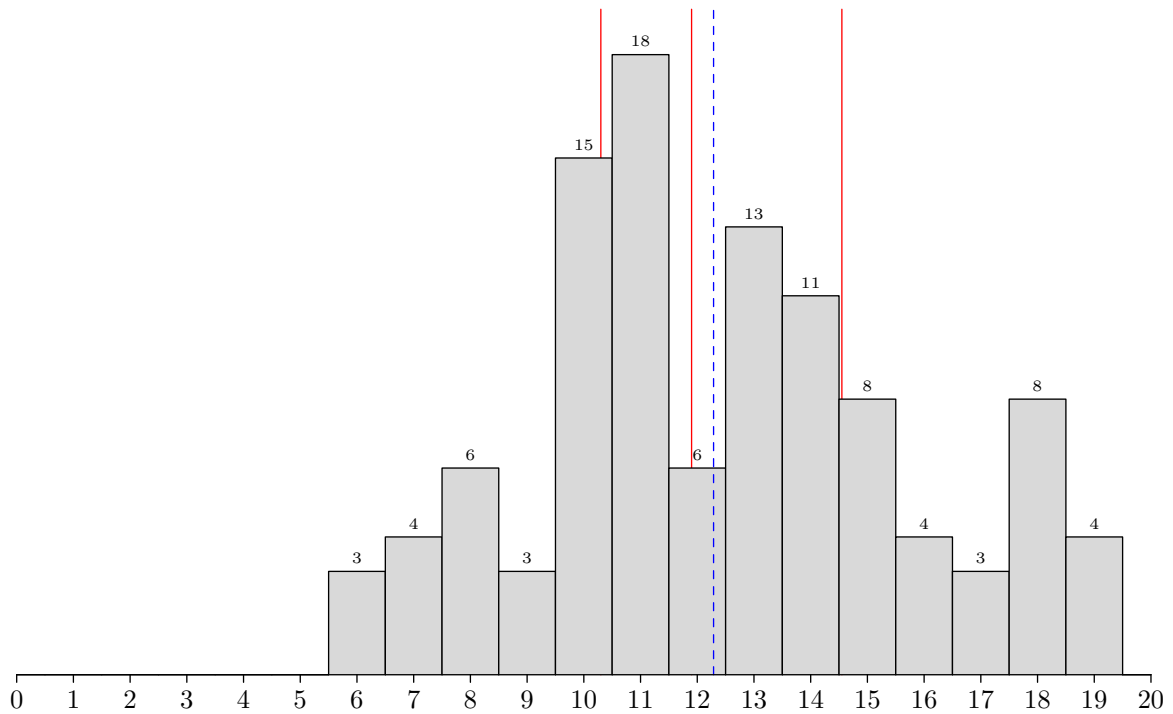
Rédaction



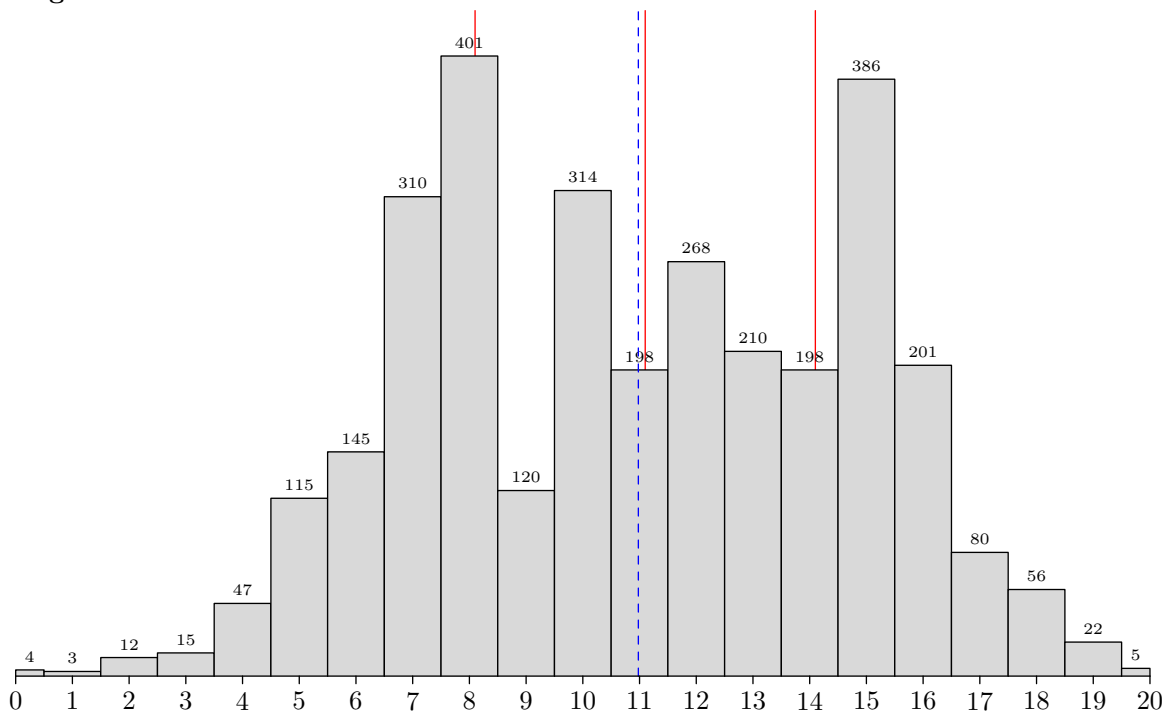
Langue



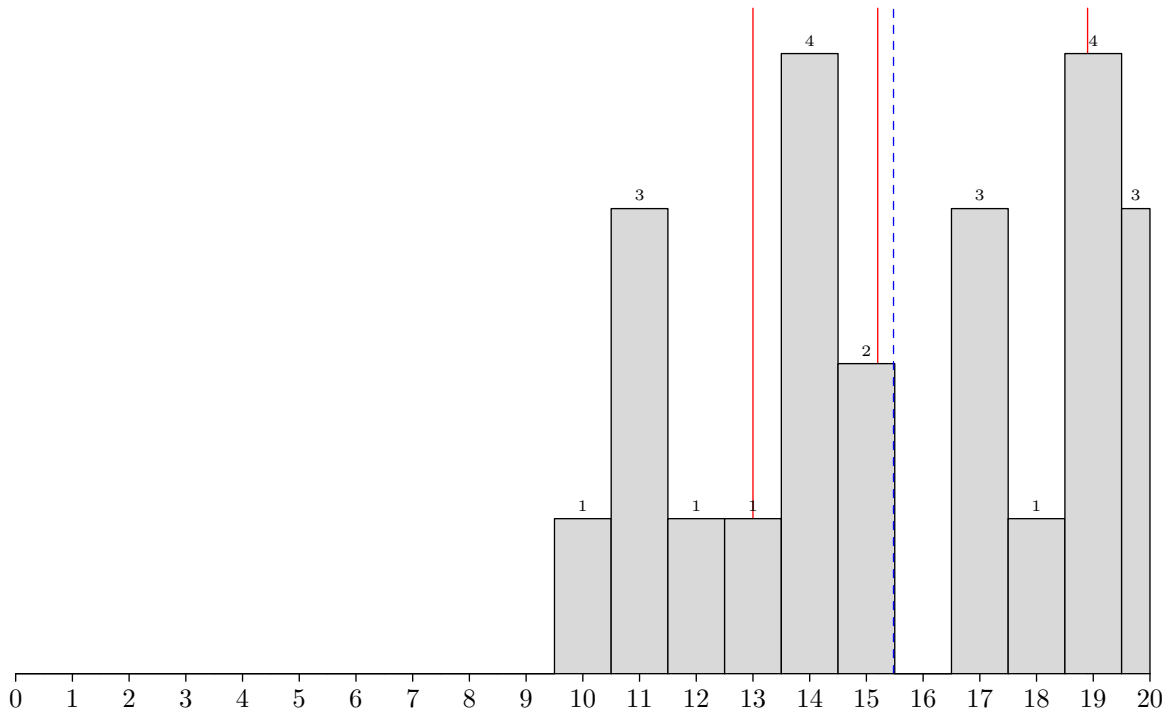
Allemand



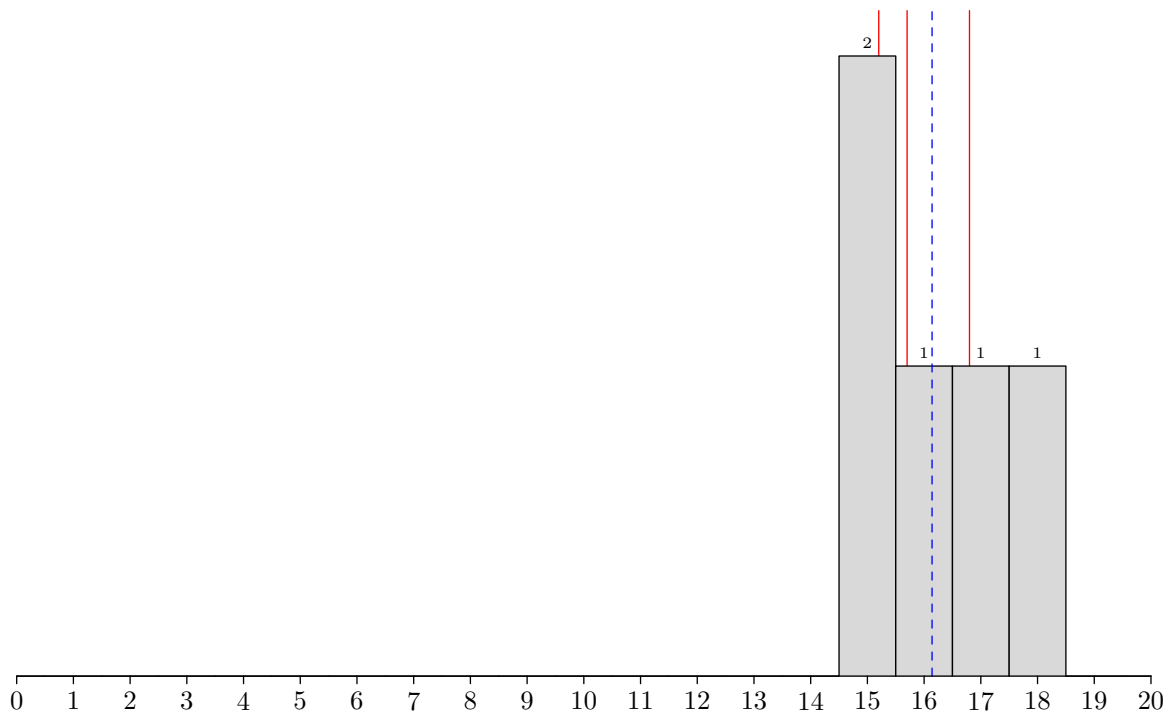
Anglais



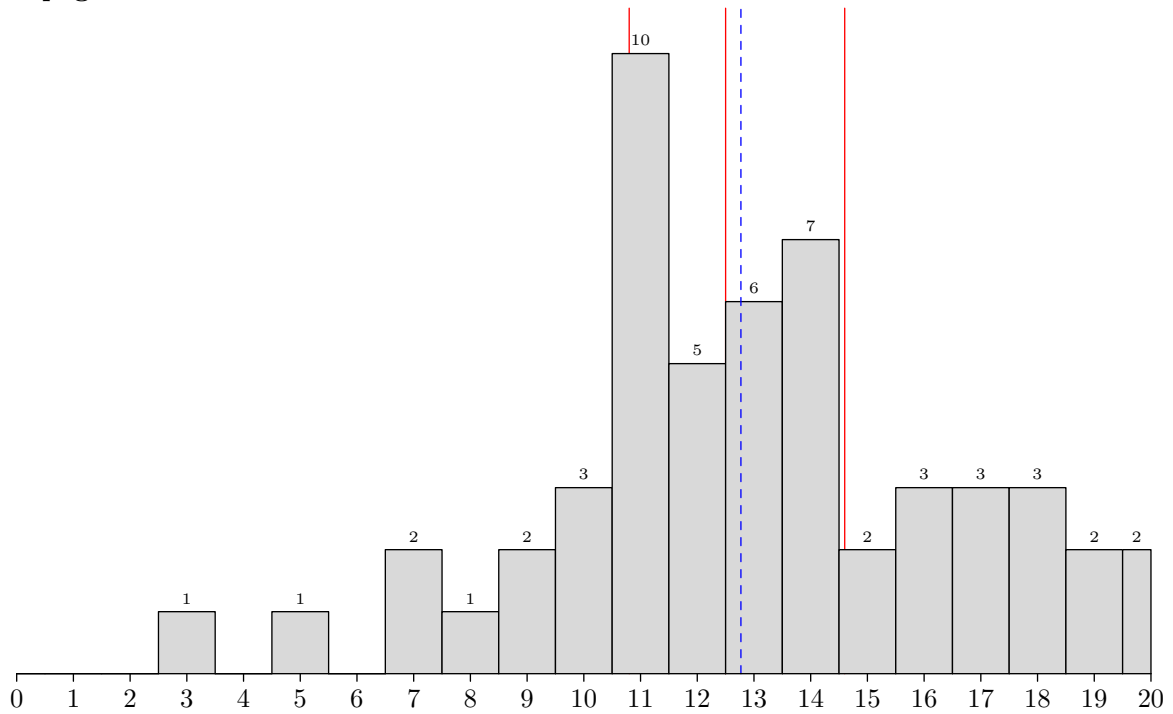
Arabe



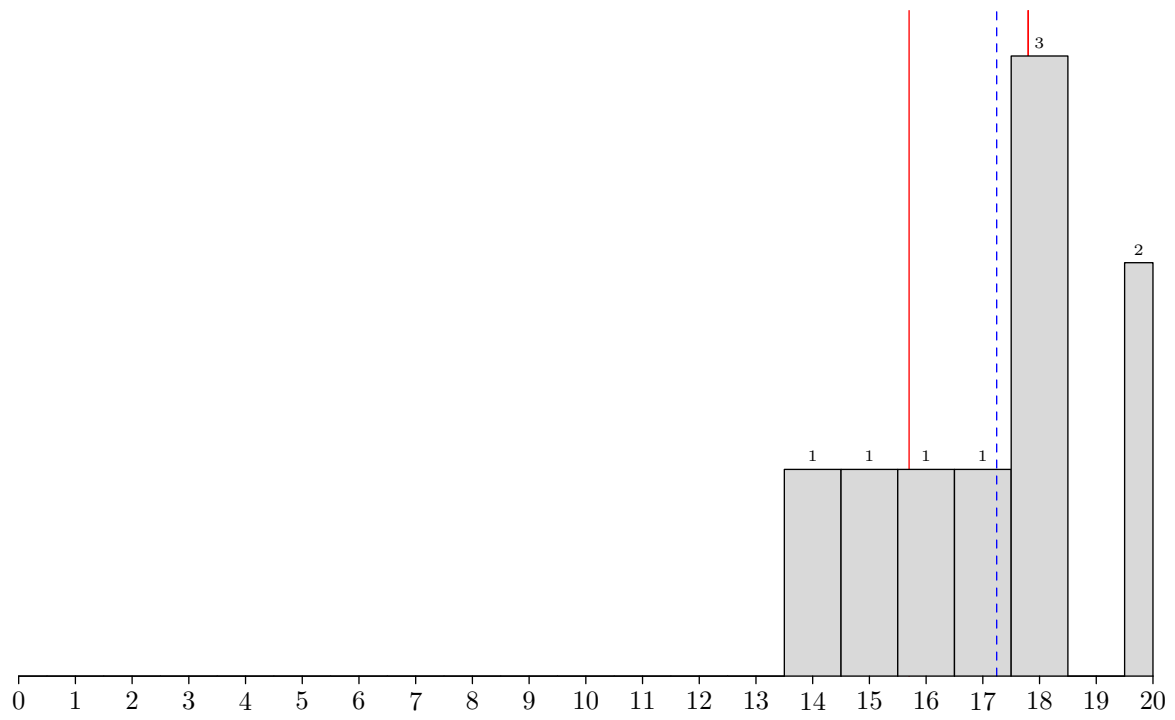
Chinois



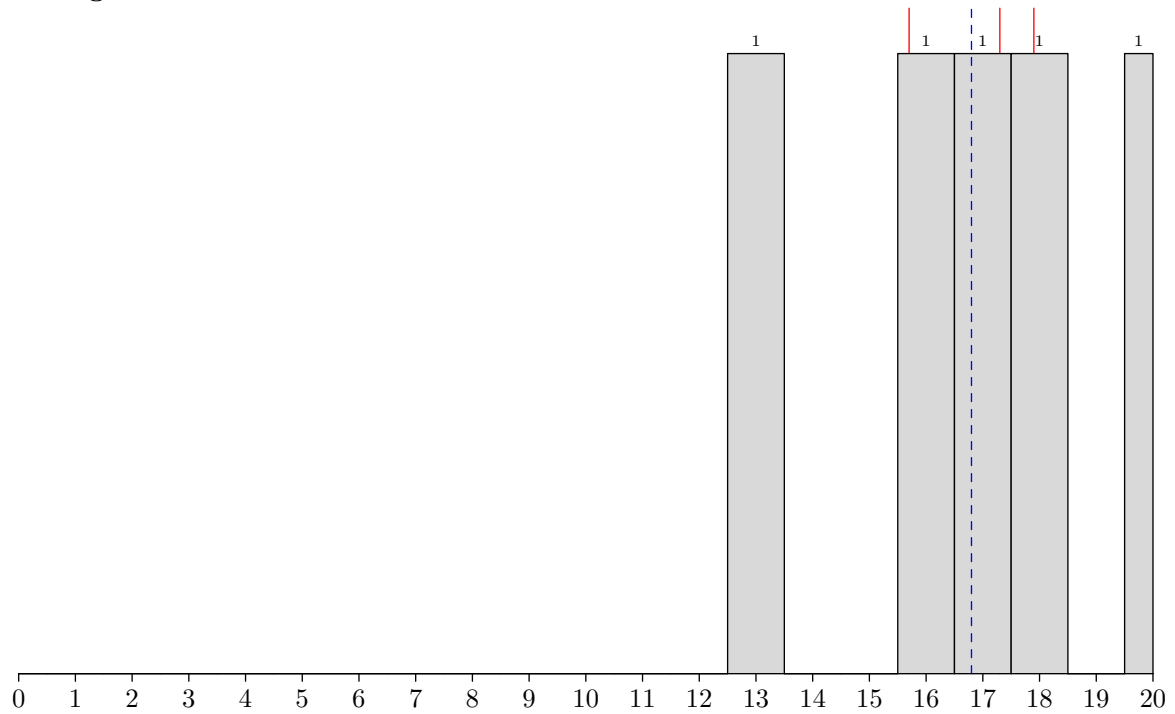
Espagnol



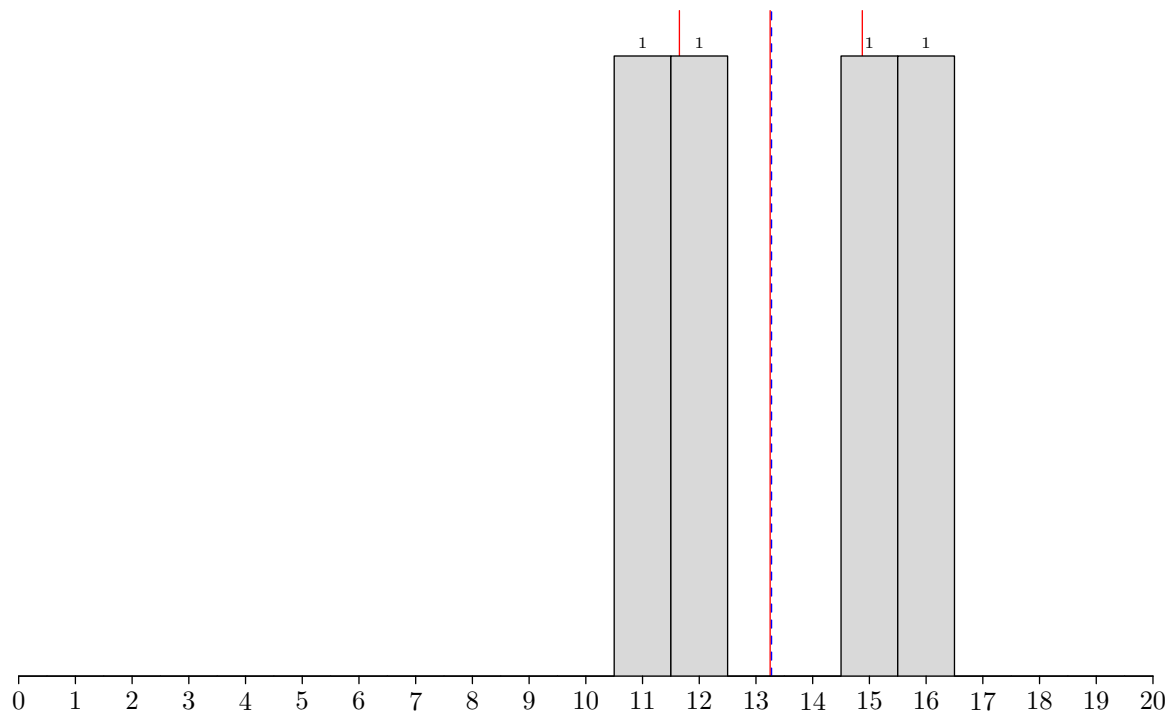
Italien



Portugais



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 de cette épreuve propose le dénombrement des chemins de Dyck, c'est-à-dire des trajectoires sur un axe gradué par \mathbb{Z} , de longueur donnée, partant et aboutissant à 0 tout en restant de signe constant. Ce dénombrement fait naturellement apparaître les nombres de Catalan (qu'on retrouve aussi dans le dénombrement des « bons parenthésages »), qu'on utilise pour deux calculs de déterminant présentant une symétrie particulière (déterminants de Hankel).

La partie I consiste en l'étude du problème de dénombrement des chemins de Dyck, passant par la fonction génératrice de la variable aléatoire T désignant le temps de premier retour à 0 pour une particule effectuant des sauts de ± 1 , indépendants et de même loi, sur un axe gradué par \mathbb{Z} . Ce calcul mène au calcul explicite des nombres de Catalan C_n et à leur étude asymptotique.

La partie II s'attelle à l'étude des systèmes orthogonaux sur $\mathbb{R}_n[X]$, c'est-à-dire des bases orthogonales de polynômes unitaires. Étant donné un produit scalaire défini sur $\mathbb{R}_n[X]$, on y montre l'unicité d'un tel système orthogonal et on y effectue le calcul du déterminant de la matrice $(X^{i-1} | X^{j-1})_{1 \leq i, j \leq n}$. Ce résultat se révélera décisif en fin de partie III.

La partie III propose enfin d'appliquer les résultats de la partie II au produit scalaire

$$(P, Q) \mapsto \int_0^1 P(4t)Q(4t) \frac{\sqrt{1-t}}{\sqrt{t}} dt,$$

permettant ainsi de faire apparaître les nombres de Catalan sous la forme $C_n = (X^n | 1)$. Cela aboutit au calcul des déterminants de Hankel détaillés en fin de sujet.

Analyse globale des résultats

Sur les 3381 copies corrigées, la moyenne constatée, en pourcentage du barème, est de 23,7%, pour un écart-type de 13,7%, ce qui permet de considérer le sujet comme de longueur raisonnable. Il a par ailleurs permis une bonne discrimination parmi les candidats. Comme nous le verrons plus loin, la sélection des meilleurs candidats s'est essentiellement faite sur le soin apporté aux réponses et sur la solidité des connaissances, bien plus que sur le volume traité ou l'originalité des idées. La meilleure copie a obtenu 81,5% des points du barème total.

Ce sujet se caractérise par une grande diversité dans les parties du programme qu'il concerne : des probabilités, du dénombrement et des séries entières en partie I, de l'algèbre bilinéaire en parties II et III, et des intégrales généralisées en partie III. Les candidats ont su profiter de cette diversité, chacune de ces parties ayant été abordée par plus de 90% des copies. Les questions relatives aux déterminants, en fin de sujet, ont été en revanche très peu abordées, car plus difficiles et demandant un effort de synthèse plus important.

La familiarisation avec la situation décrite en partie I (chemins de Dyck, nombres de Catalan) est plutôt réussie. La différence entre les copies se fait essentiellement sur les points suivants, indicatifs du niveau de soin et de discipline pratiqué par les candidats dans leurs raisonnements :

- la connaissance précise du cours ;
- le niveau de rigueur dans la connaissance et le maniement des notions ;
- l'efficacité la ténacité et la précision dans les calculs.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Commençons par illustrer les points qui sont apparus comme éléments essentiels de différenciation entre les copies.

- *La connaissance précise du cours.* La toute première question du sujet est un bon indicateur de la disparité des candidats sur ce plan. Un tiers des copies ne parvient pas à reconnaître, même sans justification, une loi binomiale pour la variable aléatoire Y_n . À l’opposé, seulement un sixième des copies parvient à reconnaître cette loi tout en citant les arguments attendus pour l’établir.

De même, plus loin dans le sujet, la question **Q9** est le théâtre de nombreuses confusions entre convergence normale et convergence absolue en tout point.

La question **Q28** est aussi le théâtre de nombreuses approximations quant aux propriétés à vérifier pour un produit scalaire, pourtant proche de l’exemple classique $(P, Q) \mapsto \int_a^b P(t)Q(t) dt$ sur $\mathbb{R}[X]$ (avec $a < b$).

- *Le niveau de rigueur dans la connaissance et le maniement des notions.* Dans des questions parfois élémentaires : dans les questions **Q24** à **Q26**, largement abordées, la nature de la matrice Q_n est un facteur discriminant entre les copies. Environ la moitié des candidats considèrent, à tort, et sans doute troublés par l’écriture $Q_n^\top G_n Q_n$, que la matrice Q_n est orthogonale alors que rien ne le laisse entendre dans le sujet.

La question **Q27** met également en évidence une grande disparité entre les candidats : certains établissent la convergence absolue de l’intégrale avec organisation et rigueur, là où d’autres se précipitent vers l’étude d’impropriétés plus ou moins réelles (il n’y avait aucun problème en 1), sans parler de continuité par morceaux de la fonction intégrée, ou encore confondant la notion d’intégrabilité avec celle d’intégrale convergente.

- *L’efficacité, la ténacité et la précision dans les calculs.* Les questions **Q17** (développement en série entière de $x \mapsto \sqrt{1+x}$ sur $] -1, 1[$), **Q19** (détermination d’un équivalent de $\binom{2n}{n}$ à partir de l’équivalent de Stirling) et **Q31** (primitivation d’un produit de deux fonctions circulaires) auront permis de mettre en évidence de grandes différences entre les candidats, tant sur l’attention portée à la correction des calculs, que sur leur ténacité et leur efficacité à les faire aboutir.

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

Les *études asymptotiques*, mettant en jeu équivalents (**Q19**) ou études d’intégrales impropres (**Q27**), posent de grandes difficultés aux candidats, qui déclarent des équivalents à des quantités potentiellement égales à la fonction nulle, ou invoquent des propriétés fausses, comme l’intégrabilité du produit de deux fonctions intégrables.

Les *variables utilisées sont loin d’être systématiquement déclarées*. Il n’est pas rare de voir apparaître des x, y, t, u, P, Q au milieu d’un raisonnement sans en avoir vu la déclaration au préalable, laissant au lecteur le soin de comprendre dans quel ensemble ces variables se trouvent, ou ce qu’elles désignent. De telles pratiques nuisent à la clarté du discours et rendent le raisonnement confus. Le jury attend davantage de rigueur de la part des candidats sur ce plan.

Confusions entre réels et fonctions. Les confusions entre f et $f(t)$ sont malheureusement fréquentes et répandues. La continuité, la dérivabilité, l’intégrabilité s’appliquent à une fonction et non à son évaluation en un réel t (souvent non déclaré, cf. point précédent).

Impératif d'intégrité. Le jury rappelle qu'il est vain, dans une question formulée de manière fermée, d'arranger les calculs de manière malhonnête en vue de trouver le résultat attendu. Par exemple, en question **Q18**, on compte un nombre non négligeable de candidats qui, partant d'une expression fautive concernant a_n , parviennent tout de même à la bonne expression de C_n en effectuant des arrangements d'une intégrité douteuse au milieu des calculs. En plus de n'en tirer aucun avantage comptable, un candidat adoptant une telle démarche laisse une impression négative au correcteur.

Le jury recommande aux candidats une *posture d'humilité*, et notamment de bannir de leur vocabulaire des mots comme « clairement », « trivialement », « évidemment ». Ceux-ci n'apportent rien au contenu mathématique de la copie et ne peuvent jouer qu'en défaveur du candidat, surtout lorsqu'ils sont suivis d'erreurs manifestes ou lorsqu'ils servent à passer rapidement sur des points essentiels à la résolution de la question. Par exemple, en question **Q28**, il est peu pertinent de qualifier la bilinéarité ou la symétrie de l'application étudiée d'« évidentes » ou de « triviales », comme cela est écrit dans certaines copies.

Le jury rappelle également que les *fautes de français*, malheureusement nombreuses, nuisent à la copie et laissent au lecteur une impression négative qui peut se répercuter, consciemment ou non, sur la note finale (en plus de faire l'objet d'un malus). La validité d'un raisonnement passe aussi par la correction de la langue employée pour l'exprimer.

Remarques par question

Q1. Les arguments justifiant la loi binomiale pour Y_n (car on attend justification, comme dans toute réponse, sauf mention explicite du contraire) sont très rarement tous énoncés : les X_k sont indépendants et de même loi et Y_n décompte le nombre de X_k égaux à 1. La connaissance de l'espérance et de la variance de cette loi n'est également pas générale.

Q2. Le jury aura beaucoup rencontré la notation « $\overline{Y_n}$ », censée implicitement désigner le nombre de X_k égaux à -1 , ou l'écriture « $S_n = \sum_{k=0}^n [X_k = 1] - \sum_{k=0}^n [X_k = -1]$ ». Ni le complémentaire d'une variable aléatoire, ni la somme d'événements ne possèdent de sens mathématique.

Q3. Beaucoup de bonnes réponses dans cette question de compréhension immédiate des notations de l'énoncé.

Q4. La maximalité de r est rarement comprise et bien utilisée par les candidats, pour prouver que β est bien un chemin de Dyck.

Q5. On note des confusions entre « indépendance mutuelle » et « indépendance deux à deux » et des erreurs plus lourdes écrivant la probabilité d'une intersection d'événements mutuellement indépendants comme la *somme* des probabilités de ces événements. Le jury rappelle que l'indépendance mutuelle des événements est un argument capital dans les questions de ce type.

Q6. La parité de T est globalement bien justifiée. En revanche, on trouve peu d'explications solides quant à l'expression de la loi de T .

Q7. Le lien avec la question **Q4** doit être convenablement établi, ainsi que les différents procédés utilisés (somme et produit), par exemple en évoquant une partition du décompte selon l'entier r décrit en **Q4**. Le jury relève peu de réponses complètement satisfaisantes sur cette question.

Q8. Beaucoup de candidats cherchent à étudier le terme général de la série, alors que l'expression ou le comportement asymptotique de C_n sont complètement inconnus à ce stade du sujet. C'est la propriété de σ -additivité de la mesure de probabilité P qui se révèle décisive, peu l'auront vu. Le jury note de nombreuses erreurs de majoration dans les propositions des candidats.

Q9. La notion de convergence normale d'une série de fonctions sur l'intervalle I est globalement mal connue des candidats, souvent confondue avec la convergence absolue pour tout $t \in I$. On rappelle que la convergence normale d'une série entière a lieu sur tout segment de l'intervalle *ouvert* de convergence :

ici, la série entière ayant un rayon de convergence de $1/4$, la convergence normale est acquise sur tout segment de l'intervalle $] -1/4, 1/4[$ et pas à priori sur le segment $[-1/4, 1/4]$.

Q10. Il s'agit d'un simple calcul, plutôt bien réussi par les candidats. Il est important de relever que $p(1-p)t^2 \in I$ lorsque $t \in [-1, 1]$.

Q11. Question difficile et peu traitée, qui demandait du soin dans l'utilisation des résultats du cours. Il s'agit de s'appuyer sur le fait que T admet une espérance si et seulement si G_T est dérivable en 1 et établir soigneusement la dérivabilité de la fonction génératrice G_T en 1.

Q12. L'identification d'un produit de Cauchy est au cœur de cette question. Le jury rappelle que le produit de Cauchy n'est pas qu'une formule et qu'il a un cadre théorique de validité : la convergence absolue des deux séries numériques concernées. Cette justification est peu présente dans les copies.

Q13. Question globalement bien réussie par les candidats, par résolution d'une équation du second degré à discriminant positif. Le jury relève certaines démarches proposant de montrer que la forme proposée satisfait la même équation fonctionnelle que g : cela constitue une sérieuse erreur de logique, car rien n'assure l'unicité de la solution à une telle équation fonctionnelle (loin s'en faut).

Q14. Question subtile et rarement bien traitée par les candidats. Le jury regrette la très rare utilisation du théorème des valeurs intermédiaires pour justifier le caractère constant de la fonction ε sur l'intervalle $I \setminus \{1/4\}$. Il est également important de préciser le domaine sur lequel on établit une continuité : cette question demande un examen particulier du comportement de f , g et ε en $\pm 1/4$, il faut donc redoubler de précision sur ce plan.

Q15. Le cas $p = 1/2$ est largement commenté, plus rarement avec les bons termes : il s'agit de rester sur un registre « presque sûr » plutôt que « sûr » ou « nécessaire ». La particule revient *presque sûrement* à 0 et non *forcément* à 0.

Q16. Question de synthèse plutôt difficile, peu traitée par les candidats.

Q17. La plupart des candidats connaît l'existence d'un développement en série entière pour la fonction $x \mapsto \sqrt{1+x}$ (valorisé par le jury), mais peu savent en déterminer précisément les coefficients selon les règles de l'énoncé (utilisation d'un coefficient binomial). Le jury rappelle également qu'une fonction C^∞ sur un voisinage de 0 n'est pas nécessairement développable en série entière au voisinage de 0 (argument rencontré dans les copies). La notation $\binom{1/2}{n+1}$ est hors programme. Une expression comme « pour tout $x \in]-1, 1[$, $f(x)$ est développable en série entière » est impropre. On lui préférera « la fonction f est développable en série entière sur $] -1, 1[$ ».

Q18. Question peu traitée par les candidats. Les versions vues ont correctement invoqué le théorème d'unicité des coefficients d'un développement en série entière.

Q19. De nombreux candidats ne connaissent pas l'équivalent de Stirling. On voit beaucoup une version inversant le quotient $(\frac{n}{e})^n$ en $(\frac{e}{n})^n$ faisant de $n!$ une quantité tendant vers 0.

Q20. Question très peu traitée par les candidats.

Q21. Une famille orthogonale n'est pas nécessairement libre, il faut aussi qu'elle soit constituée de vecteurs tous non nuls. Ce point est négligé dans de nombreuses copies.

Q22. Question globalement réussie, où l'essentiel est d'utiliser la linéarité à droite du produit scalaire sur une décomposition de P sur la base (V_0, \dots, V_{n-1}) .

Q23. Question très rarement bien traitée.

Q24. Question globalement réussie. Il ne faut toutefois pas penser que les coefficients de la matrice Q sont de la forme $(V_j | X^i)$, car la famille $(1, X, \dots, X^n)$ n'est pas nécessairement orthonormale pour le produit scalaire utilisé.

Q25. Trop de candidats évoquent un changement de base, pensant que la matrice Q_n est une matrice orthogonale, ce qui n'est pas nécessairement le cas (et $\det(Q_n) = 1$ obtenue à la question **Q24** n'est certainement pas un argument suffisant pour cela). Il s'agit plutôt de vérifier l'égalité en effectuant le produit matriciel $Q_n^\top G_n Q_n$.

Q26. Question globalement bien traitée pour les copies qui ne tombent pas dans l'erreur selon laquelle G_n et G'_n sont des matrices semblables.

Q27. Cette question est globalement mal traitée dans les copies. On note des problèmes d'organisation dans l'étude de la nature de l'intégrale impropre : beaucoup de candidats se précipitent sur l'impropreté en 0 sans prendre le temps de parler de la continuité par morceaux de la fonction intégrée, établissent un équivalent de la fonction intégrée à $\frac{P(0)Q(0)}{\sqrt{x}}$ sans prendre garde à l'éventuelle nullité de $P(0)Q(0)$, etc. Le qualificatif « intégrable » est souvent confondu, à tort, avec l'expression « d'intégrale convergente ». Par ailleurs, le produit de fonctions intégrables n'est pas nécessairement intégrable, erreur sérieuse rencontrée dans beaucoup de copies.

Q28. La connaissance des propriétés à vérifier pour un produit scalaire est un point de cours mal maîtrisé par de nombreux candidats. Le jury rappelle néanmoins que l'adjectif « linéaire » utilisé seul, est inadapté pour qualifier un potentiel produit scalaire : on lui préférera « linéaire à gauche / à droite » ou « bilinéaire ».

Q29. Le jury attire l'attention des candidats sur le soin à apporter à la rédaction de récurrences dites « doubles » (avec double initialisation et hérédité supposant la propriété vérifiées aux rangs n et $n + 1$). On rencontre encore beaucoup de versions insuffisantes.

Q30. Question peu traitée.

Q31. Il est impératif de distinguer les cas $m = n$ et $m \neq n$, en raison d'une division par $m - n$ apparaissant au milieu du calcul.

Q32. Le jury rappelle aux candidats l'importance de bien justifier les changements de variable dans des intégrales impropres (caractère C^1 et strictement monotone de la fonction de changement, avec précision des domaines concernés par ces propriétés).

Q33. Question peu traitée par les candidats.

Q34 à Q37. Questions très rarement traitées par les candidats. Les réponses partielles basées sur des idées constructives ont été valorisées.

Conclusion

Il est absolument primordial de se présenter à une épreuve de ce niveau avec une connaissance précise des éléments de cours et une capacité à les manier avec précision et rigueur. Il est également important d'apporter une attention particulière à ce qui semble être considéré par de nombreux candidats — à tort — comme des détails : déclaration des variables, utilisation pertinente des liens logiques (implications, équivalences) et des mots de liaison. Il importe également que le candidat vérifie la totalité des hypothèses nécessaires avant utilisation d'un résultat précédemment établi, cela est très loin d'être systématique parmi les copies. Le correcteur, à l'écrit (contrairement à l'examineur, à l'oral), ne peut interroger le candidat afin de lui demander d'étayer ses affirmations ou de les compléter ; il faut donc que tout soit exprimé sur la copie. Ce manque de rigueur explique que de nombreux candidats risquent de se retrouver déçus par leur note, ayant eu l'impression de traiter de nombreuses questions du sujet, alors que la plupart des réponses auront été incomplètes ou insuffisamment précises.

Le jury tient également à rappeler la plus-value importante qu'apportent une rédaction soignée et une copie bien présentée. Il en aura été tenu compte dans la notation. Les désagréments impliqués par un manquement à ces règles sont doubles :

- sur le fond, un certain manque de soin ou une rédaction précipitée fait perdre des points importants de la question ou certaines étapes cruciales d'un raisonnement ;
- sur la forme, l'impression laissée au correcteur par une copie négligée est forcément négative. Pour éviter tout désagrément, le jury recommande aux candidats de soigner leur écriture, de limiter les ratures, d'éviter de multiplier les inserts plus ou moins lisibles ou les renvois vers une autre page et d'écrire dans un français correct.

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

Mathématiques 2

Présentation du sujet

Le sujet porte sur un thème assez classique de l'analyse numérique, l'approximation d'une mesure par des évaluations en des points d'un intervalle, ainsi que le test sur les polynômes. On y voit apparaître les polynômes d'interpolation de Lagrange et les polynômes de Tchebychev. Il y est beaucoup fait appel à l'algèbre linéaire sur l'espace des fonctions numériques continues sur un intervalle. Les séries entières sont aussi un thème important. Les méthodes sont souvent élémentaires et beaucoup de questions peuvent être traitées avec les connaissances de première année.

Analyse globale des résultats

Sur un sujet relativement long, les nombreux exemples d'applications numériques ont permis aux candidats les moins assurés de s'exprimer et mettre en valeur certaines de leurs compétences.

Il est clair toutefois que l'analyse pose globalement beaucoup de difficultés. Ainsi les candidats peinent à justifier la convergence d'intégrale et se montrent souvent fort maladroits quant à l'utilisation des propriétés des séries entières ou les formules de Taylor. De trop nombreux candidats ont aussi eu du mal à traiter les premières questions et à proposer des illustrations graphiques pertinentes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

I Généralités sur les formules de quadrature

I.A - Exemples élémentaires

Une part surprenante des candidats n'a pas compris et donc pas su entrer dans cette partie. Il semble que les candidats n'aient pas toujours vu ce qu'on attendait d'eux en demandant une illustration graphique.

Ensuite, beaucoup n'ont pas saisi les incitations de l'énoncé à utiliser les propriétés de linéarité de l'opérateur e et à travailler avec la base canonique de $\mathbb{R}_m[X]$.

Q1. Les tracés graphiques de cette question et la suivante, censés faciliter la compréhension du sujet, ont trop rarement été satisfaisants.

Q2. Des graphiques bien souvent illisibles (seulement un repère ou une simple droite) et des explications parfois confuses.

Q3. Plutôt bien traitée, mais la notion d'*ordre* d'une formule de quadrature, introduite par l'énoncé, est mal comprise.

I.B - Construction de formules d'ordre quelconque

La structure vectorielle de $\mathbb{R}[X]$ est largement sous-exploitée malgré les rappels de l'énoncé. Le plus souvent, les candidats considèrent le polynôme dans sa forme la plus générale sans recourir à la base canonique par exemple.

Dans **Q5** et **Q6**, les candidats auraient gagné à utiliser le fait que φ est un isomorphisme.

Q4. Parmi les erreurs fréquentes : « une application linéaire injective en dimension finie est bijective ».

Q5. Confusion entre unicité et existence.

Cela réapparaît lors de la considération des polynômes de Lagrange (existence, unicité et indépendance). Par ailleurs certains candidats démontrent l'unicité sans l'existence et vice-versa.

Q6. Trop de candidats affirment à tort que les L_i sont échelonnés. À noter que l'appartenance de P à $\mathbb{R}_n[X]$ n'implique pas que P soit de degré n .

Q7. La plupart des candidats ont proposé de démontrer l'implication et la réciproque. La rédaction est souvent longue, confuse et inutilement compliquée, les candidats en venant à écrire apparemment de bonne foi qu'une somme est nulle si et seulement si ses termes sont nuls.

Les candidats auraient dû penser à utiliser la base des L_i et la linéarité de l'erreur e sous la forme $e(f) = 0 \iff e(L_i) = 0$ pour tout i .

Q8. Une question abordée par un candidat sur deux et plutôt bien traitée, un quart des candidats la traitant de façon complète.

I.C - Noyau de Peano et évaluation de l'erreur

C'est ici que commencent les difficultés ; cette partie a été assez mal traitée.

Q9. La formule de Taylor avec reste intégral, pourtant très sollicitée ces dernières années dans nos sujets, est trop rarement correcte. L'intérêt de la fonction φ n'est ici pas vraiment compris, la linéarité de e encore une fois oubliée.

Q10. Pas de difficulté pour de nombreuses copies.

I.D - Exemple : méthode des trapèzes

Q11. Des erreurs, faute de comprendre φ_1 . Des majorations trop brutales sur K_1 .

Q12. Des graphiques corrects mais bien souvent une absence d'explication : pas de hachures, pas de bornes a et b .

Q13. Une simple application de la relation de Chasles qui a posé des difficultés inattendues.

Q14. Une autre conséquence facile de ce qui précède mais finalement peu traitée.

II Polynômes orthogonaux et applications

II.A - Étude d'un produit scalaire

Cette partie pose essentiellement une question d'algèbre qui a été plutôt bien traitée.

Q15. Les arguments de comparaison d'intégrales de fonctions positives et d'intégrale absolument convergentes ne sont presque jamais évoqués.

L'inégalité $|ab| \leq \frac{1}{2}(a^2 + b^2)$ n'est souvent démontrée que partiellement.

Q16. La notion de sous-espace vectoriel est à nouveau souvent oubliée et on lit parfois que E est « inclus » dans \mathbb{R} .

Q17. Assez bien traitée mais oubli fréquent de la continuité pour prouver le caractère défini.

II.B - Polynômes orthogonaux associés à un poids

Q18. Question très sélective. De nombreux candidats qui l'ont abordée ont supposé que p_n était scindé dans I . Mais quelques tentatives intéressantes.

II.C – Applications : méthodes de quadrature de Gauss

Q19. Quelques tentatives mais peu de réussite.

II.D - Exemple 1

Q21. Les calculs ont souvent été menés à bien avec succès.

II.E - Exemple 2

Cette partie rebute vite la plupart de ceux qui l'abordent et qui essayent ensuite de prendre des points faciles dans le reste du problème.

Q23. Question classique mais très mal traitée, la faute à un manque de rigueur préoccupant. Certains candidats utilisent des majorations peu crédibles « $x^k w(x) < x^k$ », ou l'argument « la fonction est continue sur $] -1, 1[$ donc l'intégrale converge ».

Q24. Une question difficile puisque la relation de récurrence des polynômes de Tchebychev n'est pas donnée.

Q25 à Q27. Seuls les rares candidats ayant trouvé la relation ont pu aborder ces questions.

III Accélération de la méthode des trapèzes

Les propriétés des séries entières sont parfois mal assimilées. De nombreux candidats ont voulu appliquer le critère de d'Alembert. Le manque de temps peut aussi expliquer la précipitation et les erreurs.

III.A – Nombres b_m et polynômes B_m

Q28. Une question souvent abordée mais faussement facile puisqu'elle ne concerne pas que le comportement de la suite à l'infini, une majoration globale étant demandée.

Q29. Les conditions d'application du produit de Cauchy paraissent connues mais de nombreuses erreurs sont commises dans son utilisation. La récurrence forte nécessaire ensuite est trop rarement complète.

Q30. Un certain nombre de candidats (20%) abordent cette question et les deux suivantes, mais le taux d'échec est élevé, peut-être par manque de temps. Pour la question présente, on note une certaine confusion après que la développabilité a été admise auparavant.

Q31. Rares sont les copies qui considèrent effectivement pour S le prolongement naturel à \mathbb{C} de $z \mapsto \frac{e^z - 1}{z}$.

Q32. Un peu mieux réussie que la précédente.

Q33. Un calcul facile souvent traité indépendamment du reste par des candidats attentifs.

Q34. Cette question est très rarement traitée. La presque parité de la fonction étudiée s'avère mal comprise.

Q35. Comme en **Q33**, une occasion de calcul que beaucoup de candidats cherchent à saisir mais sans toujours voir que cette fois on demande des polynômes.

Q36. La dernière question abordée par une portion notable des candidats et avec un certain succès.

III.B – Développement asymptotique de l'erreur dans la méthode des trapèzes

Partie très peu abordée.

Conclusion

Les polynômes de Lagrange semblent connus sous une forme ou une autre par de nombreux candidats. De façon générale, les méthodes algébriques sont utilisées avec une certaine efficacité. De même les calculs demandés, certes simples, ont été satisfaisants. Mais le domaine le plus faible s'avère finalement l'analyse elle-même où un classique comme la formule de Taylor avec reste intégral demeure mal maîtrisé et où une discussion d'intégrales impropres devient périlleuse dès lors que les bornes ne sont ni 0 ni $+\infty$.

C'est donc finalement en algèbre qu'on voit les raisonnements les plus complets et qu'on peut même noter un effort réel de rédaction et de justification. Par ailleurs, les défauts de présentation nous ont paru moins fréquents qu'auparavant, et le malus prévu à cet effet (qui peut aller jusqu'à 10%) a été peu utilisé par les correcteurs.

Physique 1

Présentation du sujet

Cette épreuve est consacrée à l'étude théorique et expérimentale d'une lame mince d'eau savonneuse verticale et des écoulements gravitaires internes, pouvant servir à modéliser des écoulements à plus grande échelle, dans le domaine de la géophysique. La première partie, proche du cours et contenant bon nombre de questions expérimentales, est consacrée à l'étude de l'interféromètre de Michelson éclairé par une source étendue monochromatique en configuration lame d'air puis coin d'air. En effet, les interférences produites par une telle lame peuvent être étudiées par analogie avec celles produites par un interféromètre de Michelson en coin d'air d'angle non constant. L'écoulement, sous l'effet de la gravité, dans une telle lame pouvant être considéré bidimensionnel, la deuxième partie du sujet est consacrée à l'étude théorique en mécanique des fluides de ces écoulements 2D dans lesquels l'étirement de vortex est nul. La troisième partie étudie les écoulements redressés pouvant se produire dans une telle lame lorsqu'en un endroit de celle-ci un cylindre oscillant va provoquer, par viscosité, une diffusion de quantité de mouvement, étudiée de façon analogue à la diffusion d'un champ électrique dans l'approximation de l'effet de peau. Quant à la quatrième et dernière partie du sujet, il s'agit de l'étude d'une allée de Von Karman dans une lame de savon qui va permettre, par analogie, de déterminer la taille d'une île provoquant une allée tourbillonnaire de nuages.

Chacune des trois premières parties est progressive et contient de nombreuses questions ou applications directes de cours. La première partie permet également de mobiliser des connaissances et compétences acquises en travaux pratiques sur l'interféromètre de Michelson. La quatrième partie, plus originale, introduit de façon sommaire le nombre de Strouhal relativement important dans l'étude des allées de Von Karman. Le sujet contient quatre questions non guidées mais dont la difficulté n'est pas du tout insurmontable, loin de là.

Le sujet permet ainsi aux candidats de mobiliser leurs connaissances théoriques et expérimentales sur diverses parties du programme : optique, mécanique des fluides, électromagnétisme.

Analyse globale des résultats

Le sujet, bien calibré en longueur, intéressant, progressif et sans trop de difficulté n'a pourtant pas été abordé en totalité par de nombreux candidats ; les résultats sont plutôt décevants.

Alors que 43 % des points du barème ont été attribués pour des questions de cours, rares sont les candidats qui les obtiennent.

Les questions non guidées ont été particulièrement ratées. Peu de point ont été glané grâce à elles alors que le barème envers elles était très généreux.

Les candidats armés d'une bonne connaissance du cours, d'un bon sens physique et d'une bonne maîtrise des techniques habituelles (manipulation des opérateurs mathématiques classiques au programme, résolution d'une équation différentielle complexe linéaire du second ordre à coefficients constants, calculs d'ordres de grandeur...) ont obtenu une bonne voire une excellente note. Il était inutile d'apporter des connaissances hors-programme pour réussir cette épreuve. Ainsi, vu la structure du sujet, un candidat, moyen ou faible, pouvait se relancer régulièrement et se remettre en confiance : c'est pourquoi il est conseillé à un candidat de parcourir le sujet en première lecture dans son intégralité !

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Il est très étonnant de constater que nombre de candidats ne répondent que partiellement aux questions, notamment lorsque celles-ci contiennent plusieurs sous-questions. Ils ne répondent qu'à l'une d'entre elles et passent à la suite.

Beaucoup de valeurs numériques sont données sans unité. À ce propos, « SI » n'est pas une unité du système international. Beaucoup de grandeurs sont qualifiées de « grandes », « très grandes », « négligeables »... sans préciser par rapport à quoi.

De trop nombreuses fois, des vecteurs ont été très maladroitement comparés entre eux !

Un nombre non négligeable de candidats répondent à des questions qui ne sont pas posées (calcul du rayon des anneaux d'égalé inclinaison, démonstration de la formule de Fresnel, démonstration de la loi d'Ohm locale à partir du modèle de Drüde). C'est, hélas, très souvent une perte de temps.

Pour les questions peu guidées, il a été régulièrement constaté un enchaînement d'équations sans explication. Or, une démarche bien présentée, claire et concise est bien plus valorisée.

Les grands physiciens sont souvent convoqués de façon surprenante : on trouve souvent dans les copies des expressions du genre « d'après Malus », « par Maxwell »... Il aurait été préférable d'écrire « d'après le théorème de Malus », « d'après les équations de Maxwell »...

Des réponses commençant par l'expression « par définition » ont été souvent rencontrées alors que ce n'est pas réellement une définition qui est utilisée.

Malgré les rappels dans les rapports de jury précédents, de trop nombreuses copies sont mal présentées, mal rédigées, truffées de fautes d'orthographe ou de grammaire. Une tolérance naturelle s'établit envers les copies montrant quelques fautes par page, mais il est inacceptable de récupérer des copies comportant des fautes toutes les trois lignes ; ces dernières sont assez lourdement sanctionnées. Cette année, pour la première fois, un malus permettant une diminution maximale de 10 % de la note, a été instauré. Un ingénieur ou un bon scientifique doit être capable de communiquer de façon correcte à l'oral comme à l'écrit.

I Interféromètre de Michelson et épaisseur d'une lame de savon

Cette partie a été très souvent traitée avec un manque important de rigueur. On rappelle que :

- des rayons lumineux sont orientés par une flèche ;
- il ne faut pas confondre F' et f' pour lentille mince ;
- le chemin optique se note avec des parenthèses et pas des crochets.

I.A –

Q1. Attention à bien définir les grandeurs symétriques introduites !

Q2. L'estimation de la différence de marche dans le cas d'une lame de verre/d'air à faces parallèle (ou on l'imagine, dans le cas des fentes d'Young) montre que les candidats agissent par mimétisme du cours, simplement en effectuant le calcul de la différence de marche, mais sans expliquer le cœur du raisonnement, consistant, d'après le principe du retour inverse de la lumière, à imaginer une source à l'infini générant une onde plane, dont les surfaces d'onde sont orthogonales aux rayons d'après le théorème de Malus.

Q3 à Q6. Ces questions ont été plutôt correctement traitées.

I.B –

Q8. Il fallait bien identifier le point où l'une des deux ondes réfléchies prenait un retard de phase supplémentaire de π .

Q9. Que de développements inutiles et chronophages pour cette question. Il suffisait juste de remarquer que l'interfrange sur la figure 6 n'était pas constante.

Q10. L'énoncé demandait explicitement de discuter de la validité d'une formule « en regard de la figure 6 » : il fallait donc s'appuyer sur la photo représentée en figure 6 pour répondre à cette question peu guidée. Il a été étonnant de constater que beaucoup de candidats se sont contentés de répondre par une analyse dimensionnelle ou par une étude d'un comportement limite sans rapport avec la photo.

Q11. Beaucoup de candidats ont confondu le modèle théorique avec le modèle semi-empirique et aboutissent évidemment à $\beta = 0,5$. Il est dommage que beaucoup d'entre eux n'arrivent pas à faire une comparaison modèle théorique et données expérimentales alors que la compétence de validation d'un modèle fait partie du travail de base d'un scientifique. C'est une jolie question (dans le sens articulation théorie-expérience), mais très peu réussie, le jury ne s'attendait pas à ce qu'une régression linéaire sur papier millimétré soit si discriminante en fin de seconde année.

II - Caractéristiques des écoulements bi-dimensionnels

Cette petite partie a souvent permis de gagner des points mais...

Q12. Tous les candidats à ce concours auraient dû avoir les points à cette question !

Q13. Beaucoup de candidats omettent qu'il s'agit de forces *volumiques*.

Q14. Il fallait bien justifier toutes les étapes de la démonstration, notamment l'utilisation à deux reprises du caractère incompressible de l'écoulement. Trop de candidats invoquent le théorème de Schwarz pour intervertir l'opérateur rotationnel et l'opérateur $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}})$.

Q15. Le jury a été ravi de voir qu'une proportion non négligeable de candidat a pris l'initiative de poser un champ des vitesses 2D explicite dans le plan de la lame afin de montrer la nullité du terme d'étirement de vortex.

III - Couche limite oscillante et écoulement redressé

III.A – Diffusion de la vorticité dans une couche limite oscillante au voisinage d'une plaque plane et infinie, analogie électromagnétique

Q16. Il est inadmissible qu'un candidat à ce concours ne connaisse pas les quatre équations de Maxwell, postulat fondamental de l' lectromagn tisme. Et attention à ne pas confondre la loi d'Ohm « $U = RI$ » avec la loi d'Ohm locale dans un conducteur ohmique !

Q17. Beaucoup de candidats trouvent la bonne expression de k^2 puis k , mais au signe près ou avec un signe non justifié.

Q18. L'onde électromagnétique dans le métal a été souvent qualifiée, à tort, d'onde évanescente.

Q19. La confusion entre « puissance dissipée par effet Joule » et « puissance rayonnée » a été trop fréquente !

Q20. Trop de candidats n'ont pas su calculer ce qui était demandé et ont abouti à un résultat scalaire, la réponse attendue étant simplement $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}})\vec{v} = v(z, t) \frac{\partial v(z, t)}{\partial x} \vec{e}_x = \vec{0}$.

Q21. Bien que l'énoncé demande « En déduire que la pression est constante », une majorité de candidats débutent leur démonstration par « Puisque la pression est constante, alors $\frac{dP}{dz} = 0$ » !

Q22. La solution générale d'une équation différentielle du second ordre doit faire apparaître deux constantes d'intégration !

III.B – Cas d'un cylindre oscillant à basse fréquence

Q29. Une confusion entre ordre de grandeur et analyse dimensionnelle a été souvent notée.

Q30. L'estimation, nécessaire, du diamètre du cylindre d a été souvent fantaisiste.

Q31. Cette question a été bien traitée.

Q33. Énormément de candidats se sont trompés d'échelle spatiale ici et ont ainsi confondu a et d . Peu ont abouti à

$$\text{ODG} \left(\frac{\|\rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial t}\|}{\|\eta \Delta \vec{v}\|} \right) = \frac{\rho \omega d^2}{\eta}.$$

Q35 à Q37. Ces calculs d'ordre de grandeurs ont posé beaucoup de problèmes.

Q38. Très peu de candidat ont compris ce qu'était un écoulement redressé.

IV - Étude d'une allée de Von Karman dans une lame de savon

Q39. Cette question a été en général bien traitée quand elle a été abordée.

Q41. Plusieurs candidats ayant abordé cette question supposent une valeur de la taille de l'île (donnée sans justification ou correspondant à celle mesurée sur la photo) pour calculer Re et se servent ensuite de cette valeur de Re pour recalculer cette taille...

Conclusion

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

Pour tous les candidats, nous nous permettons quelques conseils.

- Un sujet tel que celui-ci illustre l'importance fondamentale de l'apprentissage du cours et de la maîtrise de certaines notions vues en travaux pratiques : beaucoup de points peuvent être obtenus facilement en citant ou en appliquant simplement le cours et en expliquant ce qui a été fait en travaux pratiques.
- Bien parcourir l'intégralité du sujet lors d'une première lecture rapide : cela permet de s'imprégner du sujet et de repérer les questions faciles, à la portée de beaucoup de candidats. Ensuite il faut toujours s'assurer de bien avoir compris un énoncé quitte à le relire plusieurs fois, cela pour éviter une résolution chronophage et inutile.
- Comme déjà dit dans des précédents rapports, les résolutions de problème doivent être abordées avec plus de méthode. Une simple application de la méthode « scientifique » permet de récupérer des points facilement car les barèmes sont larges sur ce type de questions et évalués par compétences et, surtout, d'aider à formaliser le problème et donc à trouver la bonne réponse.
- Commenter et critiquer de façon pertinente un résultat ou une démarche, même si ce n'est pas explicitement demandé par l'énoncé, est valorisé : cela peut-être une analyse dimensionnelle d'un résultat littéral simple, calculer un ordre de grandeur d'un paramètre physique, ou vérifier sa valeur numérique

si elle est fournie dans l'énoncé, expliciter une hypothèse non fournie par l'énoncé mais nécessaire pour aboutir au résultat demandé...

- Souvent un schéma simple, clair, éventuellement avec des couleurs sera plus apprécié qu'une demi-page d'explications...

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

Physique 2

Présentation du sujet

Dans le sillage du sujet de l'an passé, le sujet de cette année est très visuel et centré sur la détection de molécules individuelles à température ambiante.

Inspiré de travaux de recherche menés au sein des laboratoires d'Orsay (Université Paris Saclay), le sujet nous propose d'étudier la possibilité de détecter individuellement, par microscopie confocale, des molécules fluorescentes dispersées dans un échantillon. La détection individuelle, en éliminant le moyennage spatial, permet d'exploiter ces molécules comme des sondes locales, à l'échelle nanométrique, de leur environnement.

Le sujet présente naturellement une première partie destinée à étudier le système optique et le taux de fluorescence émis par une molécule pour établir un rapport signal sur bruit et la faisabilité d'acquérir des images dans un temps raisonnable. Une illustration est ensuite donnée dans une seconde partie par le suivi de la diffusion d'une seule molécule dans une matrice sol-gel. Dans une troisième partie, une extension de la méthode de détection est présentée : un substrat métallique présentant une rugosité à l'échelle nanométrique peut amplifier le signal émis par une molécule adsorbée à sa surface.

Le sujet est largement documenté tout au long de la progression et accompagné d'annexes relatives à de l'optique géométrique.

Les problématiques des nanosciences étant diverses, celles de ce sujet le sont tout autant, permettant aux candidats de balayer largement le spectre des connaissances acquises au cours de leurs deux années de classes préparatoires : optique géométrique, physique des lasers, traitement d'images, électromagnétisme dans les milieux... Les angles d'attaque variés sont autant de portes d'entrées, ayant permis une épreuve de très bonne facture et bien calibrée.

Analyse globale des résultats

Bien que s'intéressant à ce qui se passe à l'échelle nanoscopique, ce sujet permet d'ouvrir un champ large sur les connaissances acquises au cours des deux années de classes préparatoires et les candidats ont su le reconnaître.

Globalement, les candidats ont eu la possibilité d'aller au bout du sujet pour une majorité d'entre eux et ont su trouver les questions proches du cours. La progressivité des questions, au sein de chaque partie, a permis à tout étudiant sérieux de valoriser ses savoirs et savoir-faire acquis au cours de ses deux années de classes préparatoires. Le jury a pleinement conscience que cette génération d'étudiants a été particulièrement éprouvée par la pandémie et, eu égard à cette situation, est tout spécialement admiratif de la bonne tenue de beaucoup de copies. Il tient par conséquent à en féliciter les candidats et les enseignants qui ont su faire preuve, tout au long de cette formation, d'une adaptabilité sans précédent.

Avant une analyse plus détaillée sur les réponses apportées, le jury note toutefois les difficultés relatives à l'optique géométrique : de nombreux candidats ne maîtrisent pas les connaissances acquises au cours de la première année de classes préparatoires, ce qui les handicape clairement dans un tel sujet. Étonnamment, la physique du laser, bien guidée, a posé moins de problèmes.

Globalement, le jury est satisfait de voir que cette épreuve a rempli pleinement son rôle d'épreuve classante, conduisant les candidats sérieux à une note honorable et permettant aux meilleurs de s'exprimer avec brio.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Dans le contexte actuel, le jury a eu à cœur de valoriser les réponses du candidat, prenant le soin de toujours vérifier la cohérence de ses raisonnements, en dépit d'une éventuelle erreur commise antérieurement et pouvant se répercuter sur plusieurs questions. C'est un effort qui a demandé sans aucun doute plus de concentration à chacun des correcteurs, mais qui nous permet d'être plus justes avec les candidats ayant fait une erreur perlée sur une succession de questions.

La très belle question ouverte, s'appuyant sur des observations expérimentales, a suscité bien des inquiétudes aux candidats. Dans une telle question, le jury tient à dire qu'il a favorisé avant tout l'évaluation par compétences, afin d'accueillir avec bienveillance tout raisonnement cohérent, même si le résultat final n'était pas celui attendu. Il tient à cette occasion à faire remarquer au candidat que ce qu'il a appris lors des approches documentaires abordées au cours de sa formation doit lui permettre de mieux appréhender cette question. Le jury regrette ainsi que la majorité des candidats n'ait pas abordé cette question et encourage les futurs ingénieurs qu'ils sont à élaborer rapidement ce que nous nous sommes permis d'appeler un « plan de bataille » : tel est l'état d'esprit à avoir face à une question ouverte, question qui ne tardera pas à se poser, d'une manière ou d'une autre à ces jeunes diplômés et qu'ils sauront résoudre grâce à tout ce qu'ils auront acquis au cours de leurs années passées en classes préparatoires et en école d'ingénieur.

La seconde partie, qui avait pour but d'établir l'équation de diffusion, a souvent été bien abordée, avec toutefois deux niveaux de lecture, dont le jury a tenu compte.

Enfin, la troisième partie, particulièrement proche du cours, a permis aux candidats quelque peu fragiles, mais sérieux, de valoriser leurs connaissances.

De façon globale, le jury tient à encourager les candidats à ne pas négliger les analyses dimensionnelles au cours de leur formation : cette approche, réalisée proprement, leur sera précieuse pour éprouver la véracité de leurs raisonnements et vérifier l'homogénéité de leurs expressions littérales. Dans la même veine, il n'est pas admissible, pour un candidat à l'entrée en grande école d'ingénieur, d'omettre régulièrement les unités lors de ses calculs et d'avoir des difficultés dans les conversions lorsqu'une unité particulière est demandée.

Cette année, une uniformisation des consignes quant à la présentation a amené le jury à mettre quelques malus : leur proportion n'excède pas quelques pour cent, mais permet une clarification quant à la politique adoptée. En effet, il nous paraît essentiel de rappeler que la démarche de l'ingénieur se fait en deux temps : comprendre, se faire comprendre. Si la compréhension du texte est souvent acquise, la démarche consistant à se faire comprendre est encore, pour certains, difficile. Nous rappelons à ce titre que si le « blanco » est interdit, les couleurs ne le sont pas, ainsi que les encres effaçables, ni d'ailleurs que les traits propres suite à une fausse piste : il n'est pas répréhensible de partir sur une fausse piste, mais cela ne doit jamais conduire à des gribouillis innommables !

I Détection du signal de fluorescence de molécules individuelles à température ambiante

I.A – Objectif de microscope et microscopie classique

Q1. Cette question est globalement bien réussie, mais demande à l'étudiant d'aller plus loin qu'une simple paraphrase mentionnant l'« accommodation », terme faisant partie de la question.

Q2. Cette question doit faire apparaître une cohérence claire avec la première question : cela n'est malheureusement pas toujours le cas. Le jury est particulièrement surpris qu'une majorité de candidats ne poursuive pas ses rayons au-delà du plan focal objet de l'oculaire : les rayons sont déviés lors du passage dans la lentille et non lors du passage dans les plans focaux.

Q3. Si plusieurs méthodes sont envisageables afin de répondre à cette question, l'utilisation judicieuse du dessin réalisé dans la question précédente permet une résolution rapide et efficace. Le jury regrette toutefois la négligence de certains candidats qui semblent juger superflus les indices associés aux lentilles : ils sont en fait indispensables !

Q4. Cette question, dans le droit fil de la précédente, n'offrait pas de difficulté particulière, si ce n'est celle de la rigueur scripturale.

Q5. La notion de latitude de mise au point est compliquée pour la majorité des étudiants et la moitié d'entre eux laisse de côté cette question. Seule une infime partie a obtenu ici la totalité des points attribués.

I.B – Observation des sillages

Q6 et Q7. Ces questions faisaient appel aux mêmes compétences d'optique géométrique que la **Q2**, mais ont été souvent moins bien traitées. Une construction claire des images B' et C' est attendue. Trouver B' hors du plan de l'image A' , ou C' hors de l'axe optique, peut révéler des incompréhensions. Toutefois, les rédactions qui relèvent une maladresse de tracé et précisent les corrections à apporter sont traitées avec mansuétude (il est difficile de refaire le dessin en raturant). Le traitement complet de ces questions implique le tracé des faisceaux, donc de leurs rayons extrêmes, comme le suggérait le faisceau issu du point A indiqué par l'énoncé. Peu de candidats ont fourni une réponse complète.

Q8. Ici, le jury attend que le candidat fasse un lien explicite entre cette question et les deux précédentes : certains l'ont fait brillamment, mais ils sont peu nombreux.

Q9. Cette question, d'apparence tout à fait anodine, est fondamentale pour bien appréhender la suite, et particulièrement la question ouverte : la notion de construction « point par point » est une notion abordée par les étudiants lorsqu'ils se penchent sur l'approche documentaire relative aux microscopes à effet tunnel.

I.C – Séparation de la lumière de fluorescence de la lumière diffuse

Q10. Cette question ne présente aucune difficulté particulière, mais le jury ne peut accepter une réponse sans justification.

Q11. Une analyse simple de la figure 2 permet de répondre à cette question. Divers types de filtres sont acceptés, si tant est que leur comportement est clairement différent pour la lumière laser et pour celle du signal de fluorescence.

I.D – Émission de la lumière de fluorescence par un fluorophore

Q12 et Q13. Non seulement la première de ces questions n'offre aucune difficulté particulière à qui sait lire avec attention les données fournies, mais la seconde vient corroborer ce qui est initialement avancé.

Q14. Avec cette question, le niveau d'analyse du candidat doit s'élever pour répondre convenablement. En effet, un bon observateur remarquera qu'entre les figures a et b, certaines tâches ont disparu, attestant de l'arrêt de la fluorescence entre l'enregistrement de ces deux images. Il pourra aussi remarquer qu'une tâche (en haut à droite de la figure b) a été tronquée, manifestant l'arrêt brutal de la fluorescence lors de l'enregistrement de l'image b. C'est ici que l'on comprend mieux l'intérêt de la question 9. Si le jury n'a pas trouvé beaucoup de bonnes réponses, il a toutefois été agréablement surpris par l'excellence de certaines analyses.

Q15 et Q16. La difficulté de ces questions est essentiellement calculatoire. Le jury attend toutefois au préalable la traduction claire et simple du caractère « stationnaire ». Il aimerait que le candidat mentionne plus souvent les niveaux P_1 et P_2 pour étayer son propos souvent très flou.

Q17. Une bonne lecture de l'énoncé permettait d'évoquer la photostabilité, ou l'augmentation du bruit sans augmentation du signal : les deux arguments étaient acceptés.

Q18. Une simple application numérique est attendue ici, en notant toutefois l'importance de l'unité et en rappelant que si la fréquence d'un signal périodique s'exprime en Hz, celle d'un signal aléatoire s'exprime en s^{-1} .

Q19. Dans cette question, le candidat est guidé et celui qui sait s'appuyer sur ce qui précède aboutit aisément à la forme attendue.

Q20. Cette question n'appelle pas à des développements complexes, mais à une clarification de l'unité $L \cdot cm^{-1}$ qui vient naturellement à l'esprit. Dès lors, les candidats rigoureux ont su donner immédiatement la réponse idoine, alors que d'autres se sont malencontreusement embrouillés entre le symbole « L » et la dimension « L ». Le jury se permet de faire remarquer au candidat que la lettre « σ » peut avantageusement faire penser à une surface. Malheureusement, certains candidats l'identifient à une charge surfacique. Il semble alors naturel, lorsque l'application numérique est effectuée, de faire le lien avec la dimension de la molécule. Une comparaison avec une grandeur ayant une autre unité (par exemple la charge de l'électron) n'a évidemment aucun sens.

Q21. Cette question, fort intéressante, peut être abordée avec plusieurs niveaux de lecture différents. Si le calcul de I_s est facilité par l'indication de l'unité (pas toujours respectée), la comparaison avec le laser He-Ne requiert un commentaire faisant appel à la réflexion du candidat quant à la capacité que l'on a à focaliser un laser. Une fois cette difficulté conceptuelle franchie, l'application numérique aboutit à un résultat dont l'ordre de grandeur vient confirmer l'intuition. Une valeur manifestement fautive doit susciter le questionnement du candidat. Le jury tient à souligner à ce titre que la comparaison avec le laser He-Ne nécessite d'avoir une idée de la section d'un faisceau laser, illustrant l'importance des travaux pratiques, non décorrés des cours.

I.E – Excitation laser

Q22. La notion d'ouverture numérique n'est pas toujours bien appréhendée par le candidat, mais si elle l'est, la question devient très abordable et les données de l'énoncé permettent de se rassurer quant à la valeur effectivement calculée. Peu de candidats ont exploité la fonction gaussienne fournie pour déterminer ω_r et ainsi en déduire ON.

Q23 et Q24. Ces questions ne nécessitent pas de calculs particulièrement développés. Le jury s'attache plus à la cohérence et la clarté du propos (mentionner qu'une puissance correspond à une intensité multipliée par une surface ne lui paraît pas pertinent si la surface n'est pas spécifiée) qu'à la valeur des résultats, les différentes méthodes pouvant conduire à des résultats divers. Une confusion est régulièrement relevée entre section du laser et section efficace.

Q25. Si, dans les dernières questions, le candidat pouvait se sentir un peu étranger aux grandeurs qui lui étaient demandées, il a dans cette question l'occasion de se retrouver en terrain de connaissance, avec le calcul d'une concentration ! Mais il est évident qu'il n'a pas coutume de s'y prendre de la sorte en comptant le nombre d'entités sur une image.

I.F – Rapport signal sur bruit

Q26. Cette question simple n'appelle aucun développement particulier : il suffit de traduire en équation ce qui est donné dans l'énoncé. Une majorité de candidats l'ayant abordée l'a fait correctement.

Q27. Cette question est annoncée comme une question ouverte, et assurément, elle l'est ! Manifestement, elle a fait peur aux candidats qui, dans leur grande majorité, l'ont ignorée. Et pourtant, le jury tient à faire part de sa grande mansuétude face à des réponses cohérentes, et non forcément justes, lors d'une telle question. Afin d'être le plus en accord possible avec le programme, nous avons tenu à noter cette question par compétences et avons commencé par privilégier la formalisation de la démarche envisagée par le candidat. Cette démarche d'appropriation semble essentielle pour un futur ingénieur qui devra faire siennes les problématiques auxquelles il sera confronté. L'analyse, puis la réalisation, peuvent révéler

plusieurs méthodes, mais ne sont parachevées que si elles s'accompagnent de la démarche de validation : le candidat est alors amené à réfléchir à la pertinence de son modèle, voire aux insuffisances lui ayant interdit d'aller au bout. Le jury remercie particulièrement les candidats ayant mené une démarche de grande qualité : ils se sont alors vus attribuer l'ensemble des points.

Q28 et **Q29**. Ces deux questions sont simplement une application de la question **Q26**. On imagine aisément qu'elles peuvent être le début d'une longue analyse, mais cela dépasserait largement le cadre d'une épreuve de quatre heures.

II. Analyse de la lumière de fluorescence

Q30 et **Q31**. Si la première question ne réclame aucun développement et ne pose pas de difficultés particulières à la majorité des candidats, la seconde met en exergue toute la difficulté liée aux questions sous la forme « montrer que... » Dès lors, le candidat ne peut se contenter de recopier la solution, puisqu'elle lui est fournie, mais doit se demander pourquoi il est possible de l'écrire. Nous déplorons toutefois quelques erreurs sur les indices, qui traduisent parfois une incompréhension de leur signification.

Q32. Cette question non plus ne présente pas de difficulté particulière, notons toutefois des erreurs dans les coefficients des développements limités pour certains. Si le jury se doit de les sanctionner ici, il ne répercute pas l'erreur sur les questions suivantes si le raisonnement s'avère correct.

Q33 et **Q34**. Ces questions, liées, sont globalement assez bien traitées et apportent la satisfaction au candidat de retrouver une question bien connue.

Q35. Si l'expression de la valeur moyenne demandée est bien nulle, mentionner l'importance de l'équiprobabilité paraît indispensable.

Q36 et **Q37**. Ici, plusieurs niveaux de réponse sont possibles. Une approche en ordres de grandeur est acceptée, mais une approche plus fine est valorisée, conduisant l'une et l'autre à un résultat proche, à un facteur 2 près.

III. Exaltation du signal par un substrat métallique présentant une rugosité

III.A – Dipôle induit dans une nanoparticule métallique sphérique de taille 10 nm

Q38. Le jury constate avec satisfaction que la polarisabilité est connue par la grande majorité des candidats, en revanche il attire leur attention sur les termes « préciser, en la justifiant » qui n'ont pas la même signification que « quelle est la dimension » de la **Q20**. Ici, une démonstration claire est attendue ! Elle n'est pas univoque et la variété des choix est apprécié, mais une réponse non justifiée est inacceptable.

Q39. Cette question permet de bien prendre la mesure de l'« exaltation » mentionnée dans le titre. Malheureusement, ce titre de paragraphe n'est entré en résonance avec la question que dans bien peu de raisonnements. Le jury se désolé de voir régulièrement des rapports de vecteurs ici, ainsi que des conclusions hâtives résultant d'une confusion entre α_1 et α_2 . Il invite par conséquent les candidats à lire attentivement l'énoncé.

III.B – Modèle de Drude pour les électrons métalliques de la nanoparticule

Q40 et **Q41**. Ces questions de cours sont reconnues comme telles par un bon nombre de candidats et donnent lieu à l'attribution de beaucoup de points. Toutefois, le jury déplore la négligence de certains candidats quant à l'écriture des vecteurs, qui se retrouvent régulièrement identifiés à des scalaires.

Q42. Cette question, d'apparence simple, nécessite toutefois un soin particulier que le jury se doit d'expliquer. En premier lieu, il paraît important de rappeler qu'une grandeur physique est toujours considérée grande ou petite par rapport à une autre, ainsi ici τ se devait d'être comparé à $1/\omega$. En second lieu, deviner que la puissance moyenne cédée par le champ est nulle est tout à fait louable, mais insuffisant

pour l'obtention de la totalité des points : en expliquer la raison est ostensiblement attendu ! Le jury relève des confusions trop fréquentes entre grandeurs quadratiques réelles, produit de représentations complexes, valeurs moyennes, pouvant déboucher sur un facteur dépourvu de sens comme $\exp(2j\omega t)$ ou une expression incorrecte comme $\langle P \rangle = \text{Re}(\vec{j} \cdot \vec{E}^*)$.

Q43 et **Q44**. Ces questions ne nécessitent qu'un peu de techniques calculatoires, mais si la première est régulièrement bien traitée par les candidats, la seconde est plus compliquée, alors qu'elle ne fait appel à aucune compétence supplémentaire et conduit à la pulsation résonante.

Conclusion

À l'issue de ce tour d'horizon, il paraît essentiel au jury de renouveler ses remerciements chaleureux aux collègues qui ont su s'adapter aux cours des deux années passées aux côtés des candidats et qui ont su montrer la force émanant des classes préparatoires. Cette force ne saurait être sans les candidats eux-mêmes, qui ont fait preuve d'une résilience hors du commun. Alors que nous aurions pu craindre un amoindrissement des connaissances, nous avons pu constater chez la majorité des candidats des bonnes copies, tant sur le fond que sur la forme.

Aux futurs candidats qui liront ce rapport, le jury ne peut que conseiller de profiter pleinement de l'enseignement qui leur est dispensé dès leur entrée en classes préparatoires. Ce sujet illustre, comme beaucoup d'autres, l'importance de maîtriser l'ensemble du programme y compris celui de première année.

Nous rappelons qu'une maîtrise sur le fond doit naturellement être accompagnée d'une maîtrise sur la forme, posant ainsi les prémices de ce que sera leur travail d'ingénieur et leur rôle dans la société. À cette fin, nous demandons aux candidats d'avoir le souci constant d'être compris, grâce à un langage clair, des dessins explicites et légendés, des résultats mise en évidence, ainsi qu'une prise de recul, indispensable. Trouver un résultat notoirement faux peut arriver à chacun, ne pas s'en rendre compte est beaucoup plus gênant, essayer de le cacher par quelque subterfuge est pire que tout ! Des moyens sont donnés pour éviter certaines erreurs, analyse dimensionnelle, calculs en ordre de grandeurs, il est toujours intéressant de s'en saisir.

Enfin, le jury conseille aux candidats de ne pas se détourner des questions ouvertes : elles sont là pour mettre en valeur leur raisonnement, leurs initiatives et sont un marqueur puissant leur offrant la possibilité de se transcender.

Laissons la conclusion à Louis Pasteur : « Le charme de nos études, l'enchantement de la science, consiste en ce que, partout et toujours, nous pouvons donner la justification de nos principes et la preuve de nos découvertes ».

Chimie

Présentation du sujet

Le sujet de cette année, constitué de deux parties indépendantes, traite des analogies et différences entre la liaison hydrogène et la liaison halogène. La première partie de l'épreuve étudie quelques caractéristiques et applications de ces interactions. La seconde aborde le rôle de la liaison hydrogène en organocatalyse.

Les notions mises en jeu font appel à de nombreux domaines abordés dans le programme de première et de seconde année des classes préparatoires (architecture de la matière, solutions aqueuses, thermodynamique, réactivité orbitale, groupes caractéristiques alcène, carbonyle, dérivé halogéné...). Le sujet comporte à la fois des questions de cours (ou d'application directe du cours), des études nécessitant davantage de réflexion et des questions directement en lien avec les aspects expérimentaux. Il permet de valoriser la réflexion des candidats plutôt que leur technicité calculatoire.

Quelques questions ne sont pas guidées et proposent aux candidats des tâches complexes qui nécessitent :

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

Les compétences évaluées dans cette épreuve sont :

- décrire la mise en œuvre de techniques de laboratoire et analyser l'influence de paramètres mis en jeu lors de transformations physiques (changements d'état) ou chimiques. Ainsi sont décrites et analysées les conditions d'activation ou de protection de groupes caractéristiques, sont interprétés les divers traitements pour extraire et purifier un produit de synthèse, sont étudiés le rôle de la température et de la pression sur le taux de dissociation d'un assemblage gazeux ;
- étudier l'influence de la structure chimique des réactifs introduits et des conditions expérimentales utilisées dans une stratégie de synthèse. Par exemple, est analysée la nature du milieu réactionnel (réactifs, catalyseur, température, durée de la synthèse) sur les caractéristiques stéréochimiques des produits obtenus ;
- proposer ou analyser des modèles théoriques ; les confronter aux données expérimentales. Ainsi des prévisions structurales sont comparées aux structures réelles en ingénierie cristalline ;
- maîtriser le vocabulaire scientifique dans la description des phénomènes étudiés. Les qualificatifs adaptés doivent ainsi décrire ou justifier certaines propriétés, « accepteur de liaison halogène », « ditopique », « acide de Lewis ».

Analyse globale des résultats

Sur l'ensemble des copies, au moins une bonne réponse a été apportée à chaque question. Les candidats les plus efficaces ont réussi à aborder l'ensemble des questions proposées et les meilleurs en ont traité avec succès environ 80 %. Les quatre questions (sur un total de 54) identifiées par une barre en marge représentent 14 % du barème total.

Un nombre relativement important de candidats a pu être mis en difficulté par le caractère non guidé de certaines questions. Un nombre important de candidats n'a pas abordé la cristallographie, mobilisée

à deux reprises dans le sujet. La thermodynamique (étude d'un équilibre en phase gaz et augmentation d'une solubilité par dissolution de diiode dans une solution d'iodure de potassium) a également été la source de difficultés.

En chimie organique, les mécanismes réactionnels ont été majoritairement écrits de manière rigoureuse. En revanche, des difficultés ont pu être mises en évidence dans la prise en compte ou la justification des conditions opératoires, l'analyse de protocoles expérimentaux ou l'utilisation autonome de données orbitales.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I Caractéristiques et applications de la liaison halogène

I.A – Atomes d'halogène et ions halogénure, I.B – Caractéristiques structurales de la liaison halogène

Les sous-parties I.A et I.B abordent une description générale de la liaison halogène par le prisme de l'analyse de la structure électronique des halogènes et des molécules contenant des halogènes. Elles ont été traitées par la quasi-totalité des candidats, dans l'ensemble de manière satisfaisante.

Q1. Les réponses à cette question sont quasiment toujours correctes.

Q2. La majorité des réponses sont correctes mais on relève toutefois quelques erreurs sur le nombre de colonnes dans le tableau périodique. La réponse d'un tableau à 32 colonnes n'a pas été validée car elle ne correspond pas aux standards graphiques de la classification. Quelques candidats proposent un tableau à 8 colonnes ce qui n'a pas été accepté non plus.

Q3. Le lien entre la polarisabilité et le rayon atomique est établi correctement. Si la majorité des candidats indique que le rayon atomique augmente lorsque l'on descend dans la classification périodique, la justification de cette observation est souvent incorrecte. L'augmentation du nombre d'électrons ne peut pas être un argument suffisant car, sur une ligne, le nombre d'électrons augmente mais le rayon atomique diminue. Une référence à l'écrantage, au nombre de couches ou à la charge fictive du noyau était nécessaire.

Q4. On relève quelques confusions entre acide et base de Lewis.

Q6. Cette question appelle une analyse des données fournies afin de construire une conclusion. Les problèmes observés dans les réponses des candidats sont souvent en lien avec la notion de causalité. Certains confondent cause et conséquence, ce qui les conduit à faire des raisonnements qui présentent une faute de logique.

I.C – Aspects énergétiques des liaisons hydrogène et halogène

La section I.C.1 aborde les aspects cristallographiques et énergétiques associés à l'existence de liaison hydrogène dans la glace. Bien que située en début de sujet, c'est la section la moins souvent abordée et la moins bien traitée. À peine 5 % des candidats ont apporté des réponses pertinentes. La partie dédiée au raisonnement et à l'analyse des résultats numériques comptait environ pour les trois quarts des points.

Q7. Les sites de la maille CFC sont bien localisés mais une grande confusion existe entre population de la maille et coordinence. Trouver une coordinence de 4 dans un tétraèdre est une réponse malheureusement trop rare.

Q8. Cette question ouverte est identifiée dans l'énoncé. Elle a été abordée dans 41 % des copies. Les candidats qui l'ont traitée ont obtenu en moyenne 20 % des points. Des erreurs de population et d'unité ne permettent pas de trouver la valeur de l'arête de la maille.

Q9 et Q10. Compte tenu des données, l'utilisation d'un cycle thermodynamique est illusoire. Faire l'approximation que la cohésion de la glace n'est assurée que par les liaisons hydrogène semble raisonnable ici. Un cinquième environ des candidats a bien vu que la sublimation de la glace permet de casser ces liaisons hydrogène, beaucoup moins qu'il faut diviser l'enthalpie standard de sublimation par deux pour obtenir l'énergie de la liaison. Pour estimer la proportion de liaison hydrogène détruite lors de la fusion, il fallait faire le rapport entre l'enthalpie de fusion et l'enthalpie de sublimation.

I.D – Liaison halogène à caractère covalent

Q12. Les schémas de Lewis proposés par la plupart des candidats sont corrects. Le jury n'attend en aucune manière des candidats qu'ils utilisent des notions hors programme comme la formulation AX_2E_3 de la méthode VSEPR. L'exploitation des caractéristiques géométriques de la liaison halogène établies à la question 6 permet d'apporter une justification à la linéarité observée.

Q13. La nature liante ou anti-liante des orbitales σ et σ^* ainsi que le type de recouvrement sont bien identifiés. En revanche, peu de candidats portent un regard critique sur le diagramme proposé dans l'article de *L'actualité chimique* ; en particulier, l'impossibilité de recouvrement entre le fragment sigma et l'OA p de l'ion iodure est rarement perçue. Les candidats identifient bien la cohérence entre *L'actualité chimique* et OrbiMol pour la BV mais soulignent assez rarement l'incohérence pour la HO.

Q14. L'occupation d'un niveau anti-liant par les électrons de valence est souvent judicieusement proposée comme cause de l'allongement de la liaison. Certains candidats calculent l'indice de liaison, réponse qui a également été acceptée.

Q15. Cette question est rarement traitée correctement par les candidats. Les équations de réaction sont souvent écrites en omettant les états physiques (s) et (aq) des constituants — en particulier pour I_2 — ce qui est problématique pour la compréhension du calcul proposé ensuite. Le déplacement d'équilibre par complexation est peu évoqué par les candidats pour expliquer une augmentation de la solubilité dans une solution d'ions iodure.

I.E – Un donneur-accepteur de liaisons hydrogène et halogène, le fluorure d'hydrogène HF

Cette sous-partie a été globalement peu réussie par les candidats, les calculs sont rarement menés de façon correcte jusqu'à leur terme.

Q16. Une majorité de candidats connaît la composition molaire moyenne de l'air et sait l'exploiter correctement pour évaluer M_{air} . Quelques mélanges fantaisistes sont toutefois proposés. Des confusions entre la densité d'un gaz par rapport à l'air et la densité d'un liquide par rapport à l'eau sont rencontrées. Certains raisonnements n'aboutissent pas, les candidats oubliant de considérer que la masse volumique du gaz et de l'air sont mesurées dans les mêmes conditions de température et de pression.

Q17. Trop souvent, les candidats se contentent de calculer le rapport entre la densité initiale et la densité finale du mélange pour calculer n . Ce raisonnement est faux, dans la mesure où l'assemblage $(\text{HF})_n$ n'est pas totalement dissocié dans l'état final. Le calcul de la densité finale doit tenir compte des proportions de l'assemblage $(\text{HF})_n$ et de HF dans le mélange gazeux.

Q18. Les réponses à cette question sont majoritairement fausses. Le bilan de matière est rarement effectué, le taux de dissociation de $(\text{HF})_n$ est parfois confondu avec la fraction molaire de HF. L'expression littérale de la constante d'équilibre est souvent erronée.

Q19. La loi de Van't Hoff est souvent correctement énoncée. Néanmoins, peu de candidats justifient correctement que la transformation est endothermique et ne peuvent donc pas conclure.

Q20. La loi de Le Châtelier, pourtant hors programme, est régulièrement proposée comme justification. Il aurait été souhaitable d'examiner l'effet de l'augmentation de la pression sur le quotient réactionnel pour ensuite déterminer le sens d'évolution du système par comparaison à la constante d'équilibre thermodynamique.

Q21. Les domaines de prédominance sont correctement attribués et la valeur du pK_a est correcte dans la plupart des copies.

Q22. Les réponses à cette question sont majoritairement fausses. La constante d'équilibre associée à l'équation de réaction fournie dans le sujet est en général bien exprimée, mais les conventions de frontière sont mal appliquées. Il fallait écrire, pour les deux espèces fluorées concernées, l'égalité des concentrations atomiques en fluor à la frontière, pour obtenir une valeur correcte de K° .

Q23. L'équation de réaction et la valeur numérique de la constante d'équilibre sont souvent correctes. La pente de la droite est généralement retrouvée. De nombreux candidats se contentent d'une lecture graphique de l'ordonnée à l'origine, alors que l'énoncé demandait explicitement un raisonnement théorique.

I.F – Ingénierie cristalline

Cette sous-partie évoque le rôle des liaisons hydrogènes et halogènes dans la formation de certains cristaux ioniques ou matériaux polymères et représente 8 % du barème global. Elle a été abordée par les deux tiers des candidats mais correctement traitée par seulement environ 10 % d'entre eux. Elle fait appel à des raisonnements classiques, mais non guidés, de cristallographie et à des raisonnements qualitatifs sur la formation des polymères.

Q24. Cette question ouverte est identifiée dans l'énoncé. Elle a été abordée dans 50 % des copies. Les candidats qui l'ont traitée ont obtenu, en moyenne 41 % des points. Les raisonnements sont amorcés mais aboutissent rarement. Selon les tailles respectives des cations et des anions, deux inégalités différentes sont attendues.

Q27. Cette question sur les polymères utilise la notion de liaison halogène pour prédire la structure de matériaux polymères. Elle a été plutôt bien traitée quand elle a été abordée, même si un schéma ou une explication simple et claire manque souvent.

II Liaison hydrogène et organocatalyse en synthèse organique

II.A – Préparation des catalyseurs TADDOL

Cette sous-partie étudie la synthèse du catalyseur organique TADDOL. Elle fait appel à des notions et compétences très classiques. Elle a été abordée par de très nombreux candidats qui ont globalement fourni des réponses adaptées aux exigences du concours.

Q28. Si des réactifs pertinents sont très souvent proposés, les références à un déplacement d'équilibre mettant à profit un excès d'alcool ou un appareil de Dean-Stark sont rarement précisés.

Q29. Le mécanisme d'acétalisation est très souvent bien écrit.

Q30. La référence explicite à l'existence d'une lacune électronique est précisée dans la majeure partie des copies.

Q31. La non stéréosélectivité de la réaction n'est pas toujours indiquée. Quel que soit le catalyseur, la réaction ne peut pas être stéréosélective car aucun nouveau centre stéréogène n'apparaît lors de la transformation.

Q32. Le mécanisme par addition suivie d'une élimination est très souvent bien écrit.

Q33. De nombreux candidats identifient le risque d'hydrolyse de l'acétal précédemment formé, ou d'altération de la fonction alcool si un acide fort est utilisé.

Q34. Si les rôles de l'extraction liquide-liquide et du séchage sont bien explicités, la chromatographie sur colonne n'est pas toujours vue comme une méthode de purification. De plus, peu de candidats commentent l'intérêt de l'évaporateur rotatif pour éliminer le solvant.

II.B – Réaction hétéro Diels-Alder et organocatalyse par liaison hydrogène

Cette sous-partie demande de réinvestir, sur un exemple de synthèse énantiosélective, les connaissances et savoir-faire concernant la réaction de Diels-Alder à la réaction hétéro Diels-Alder. Elle compte pour 22 % des points.

Q35. L'interprétation du spectre RMN est bien effectuée.

Q36. La justification de l'acidité de l'hydrogène par évocation de la stabilisation de la base est mentionnée dans la plupart des copies.

Q37. La structure de l'intermédiaire est en général correcte, mais peu de candidats pensent à invoquer l'encombrement du LDA pour justifier son choix d'utilisation.

Q38. Le calcul du rendement n'est abordé que dans deux tiers des copies et un grand nombre d'erreurs est commis, par exemple parce que le rendement est défini comme le rapport de masse produit/réactif.

Q40. Cette question ouverte est identifiée dans l'énoncé. Elle a été abordée dans 63 % des copies. Les candidats qui l'ont traitée ont obtenu en moyenne 40 % des points. La détermination de la nature du produit lors d'une réaction sous contrôle frontalier est souvent menée correctement même si la représentation de l'interaction principale manque souvent ; une discussion de la modélisation du diène en termes d'effets électroniques ou de conformation est rarement effectuée.

Q41. La stabilisation de la BV du benzaldéhyde, grâce à l'acide de Lewis est mentionnée.

Q42. La représentation spatiale du composé 7 est généralement correcte.

Q43. Cette question ouverte est identifiée dans l'énoncé. Elle a pour but de mettre en relief les paramètres impactant l'énantiosélectivité ou le rendement de la synthèse. Elle a été abordée dans 43 % des copies. Les candidats qui l'ont traitée ont obtenu en moyenne 45 % des points. En générale, les candidats comparent bien deux expériences ne différant que par un seul paramètre.

Q44. Cette question est peu abordée ; certains candidats proposent à tort un hydrogène lié à un carbone pour faire une liaison hydrogène.

Q45. La représentation montrant les interactions secondaires n'est pas systématiquement effectuée.

Q46. Cette question de rétrosynthèse n'est traitée que dans 18 % des copies. Les candidats devaient proposer le catalyseur (SS) et une synthèse du 3-phénylpropanal. Toute réponse cohérente a été acceptée.

II.C – Synthèse de la (–)-pestalotine et d'un de ses analogues non naturels

Q47. Le descripteur stéréochimique du (+)-glycidol est généralement bien déterminé. Les règles CIP sont bien appliquées.

Q48. La majorité des candidats considère la triéthylamine comme une base suffisamment forte pour réagir quantitativement avec le groupe hydroxyle du (+)-glycidol. Or cette activation nucléophile n'est pas envisageable dans les conditions expérimentales décrites.

Q49. Les deux isomères sont souvent bien représentés. Des arguments stériques ou cinétiques ont permis aux candidats d'identifier le régioisomère majoritaire.

Q50. La protection des alcools en éther-oxydes par la synthèse de Williamson est une stratégie bien connue des candidats. Le choix des conditions expérimentales pour l'activation nucléophile doit être illustré par un exemple précis : base forte comme l'amidure de sodium ou réducteur fort type sodium.

Q51. Les candidats proposent des mécanismes plausibles faisant appel à une activation électrophile de l'éther-oxyde par l'APTS.

Q52. La notion de protection de fonction est bien connue. Peu de candidats notent cependant le caractère orthogonal de la protection étudiée.

Q53. La relation de diastéréoisomérisation est identifiée par la plupart des candidats.

Q54. La déprotection de l'éther-oxyde par un acide fort est la méthode la plus fréquemment proposée. Cependant, l'utilisation d'un acide fort est à proscrire en raison des risques d'hydrolyse de la lactone. Une hydrogénéolyse lui est préférable.

Conclusion

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

Lorsque les questions ne sont pas guidées, le jury valorise toute tentative de résolution argumentée et cohérente, même si elle n'aboutit pas. De la même façon, les analyses spontanées d'ordres de grandeur tout comme la prévision d'un résultat (déplacement d'équilibre par exemple) sont valorisées même si la valeur numérique obtenue est erronée. Ainsi, le jury encourage les candidats à commenter systématiquement les résultats qu'ils obtiennent, ce qui encore trop peu réalisé. Dans le même ordre d'idées, lorsqu'il est demandé de comparer deux valeurs, il est conseillé de proposer un argument pour justifier l'ordre constaté ou prévu.

En termes de communication enfin, la présentation des copies est globalement satisfaisante. Le jury invite les candidats à aérer leur copie pour en faciliter la lecture. La maîtrise d'un vocabulaire précis et une rédaction concise sont la garantie de pouvoir aborder le sujet dans son ensemble.

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

Au regard de la nature, de la longueur et de la difficulté de l'épreuve, le jury observe que les connaissances informatiques semblent globalement acquises, avec une maîtrise variable des langages Python et SQL. Quelques rares candidats ont visiblement négligé la formation, leurs copies conduisent à des notes généralement très faibles.

La moitié des copies corrigées aborde près de 75 % des questions. Un très faible pourcentage traite moins de 20 % des questions.

Quelques candidats rendent des copies d'excellentes qualités. Le jury regrette le niveau parfois très bas d'autres copies. Il serait souhaitable que les candidats mesurent l'importance de la formation initiale en informatique pour la suite de leurs études mais également pour leur avenir d'ingénieur et de citoyen.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les compétences en matière de programmation élémentaire semblent acquises chez le plus grand nombre de candidats. Néanmoins, le jury souhaite attirer l'attention des futurs candidats sur les points suivants.

- La notion de *type* est essentielle en informatique. Il convient d'en tenir compte lors de la manipulation d'objets informatiques. En particulier, les candidats doivent s'interroger sur la pertinence et les limites de certaines opérations effectuées sur ou entre objets de même type. Par ailleurs, le type d'un résultat renvoyé par une fonction doit être respecté.
- La *complexité* est souvent estimée au regard du nombre d'opérations effectuées dans tout ou partie d'un code. Un minimum d'explications est attendu pour justifier le résultat qui doit, en outre, être exprimé avec les notations strictes de l'énoncé.

- Les *requêtes SQL* doivent faire l'objet d'une attention particulière. Si les questions sur les bases de données sont quasi-systématiquement abordées, peu de candidats obtiennent tous les points en raison d'une syntaxe SQL parfois approximative et d'une maîtrise insuffisante de la notion de jointure.
- Les codes sont globalement syntaxiquement corrects et lisibles. Leur lecture révèle toutefois une écriture au fil de l'eau. Préalablement à l'écriture d'une fonction, il serait souhaitable que chaque candidat s'interroge sur l'*organisation* et la *structure logiques des codes* qu'il propose.
- Les *commentaires* sont nécessaires mais il convient de ne pas surcharger inutilement les codes avec des paraphrases. Un commentaire n'a de sens que s'il apporte une information utile et pertinente pour comprendre le code. Les docstrings (documentation placée immédiatement après la définition d'une fonction) sont toujours utiles en pratique mais généralement pas attendues sur une copie dans le cadre d'une épreuve de concours en temps limité.
- Le sujet propose une *annexe* détaillant la syntaxe et le rôle de fonctions spécifiques. Certains candidats semblent ne pas avoir lu cette annexe. Par exemple, la fonction **EXTRACT** nécessaire à l'écriture d'une requête n'a été utilisée que par très peu de candidats. Le jury attire l'attention sur la nécessité de lire le sujet dans son ensemble et de savoir extraire les informations des annexes pour répondre efficacement à certaines questions.
- Un *malus* a pu être appliqué à des copies qui ne respectaient pas certains critères de présentation : lisibilité de l'écriture, respect de la langue, clarté de l'expression, propreté de la copie, identification des questions, mise en évidence des résultats. Ils ne constituent aucunement une nouveauté pour les candidats qui, au cours de leur formation, sont invités par leurs professeurs à appliquer ces consignes. Malheureusement, quelques candidats continuent de ne pas le faire !

Signalons par ailleurs quelques erreurs de syntaxe fréquemment rencontrées :

- écriture à l'envers des affectations : `10 = a ;`
- gestion parfois maladroite des bornes des `range` ;
- *syntaxes incorrectes* comme `for i in range(n) and i!=j :`.

Sont présentées ci-dessous quelques remarques relatives à chaque question de l'énoncé.

I Géométrie

Q1. La fonction `vec` renvoie un vecteur, c'est-à-dire un objet de type `np.array`. Certaines réponses définissent une fonction qui renvoie une liste. Il convient de respecter le typage des fonctions.

Q2. Là encore, de nombreuses réponses ne respectent pas le typage de la fonction. En particulier, certaines renvoient un vecteur au lieu d'un flottant. Certains candidats pensent que le produit `*` de deux tableaux `numpy` renvoie un scalaire alors qu'il renvoie un tableau `numpy` de même forme. Des candidats calculent le cosinus de deux vecteurs `v1` et `v2` avec `np.cos(v1, v2)`

Q3. Dans le calcul de la norme d'un vecteur, la racine carrée est parfois oubliée et `*` est pris pour un produit scalaire.

Q5. La fonction `pt` est parfois mal comprise. Dans certaines copies, on peut lire *la fonction renvoie un point sur la droite* alors qu'elle renvoie *un point à distance bien définie d'un point donné*.

Q6. La fonction `ra` a parfois été utilisée à la place de la fonction `norme`.

Q7. Si la question est relativement bien traitée dans l'ensemble, quelques candidats essaient de berner le correcteur en remontant le calcul... Ajoutons que cette question demande une condition nécessaire et suffisante. Certaines réponses ne présentent qu'une condition suffisante.

Q8. La condition $t > 0$ est souvent oubliée.

II Optique

Q9. Cette question attend un minimum de justification. Ne pas hésiter à faire un schéma, même simple, pour illustrer et appuyer une argumentation. Beaucoup de réponses se perdent dans des considérations de normes.

Q10. Cette question est généralement bien traitée quand la Q9 est correcte.

Q11. Le test de visibilité est souvent omis et le traitement du cas $i == j$ souvent oublié.

Q12. Le signe moins est quasi-systématiquement oublié.

Q13. L'écriture de la fonction requiert l'établissement d'une relation définissant le vecteur \vec{w} de l'énoncé. Ce travail, mené de manière maladroite, mène souvent à des expressions fausses. Là encore, un schéma simple peut grandement aider.

III Enregistrement des scènes

Q14. Cette requête élémentaire vérifie la connaissance de la syntaxe `SELECT ... FROM ... WHERE ...` mais également la capacité à utiliser la fonction `EXTRACT` définie dans l'annexe. Cette dernière est souvent absente des réponses.

Q16. Cette question est traitée de manière très inégale, certaines jointures étant incorrectes.

Q17 Cette question est très peu abordée.

IV Lancer de rayons

Q18. Les décalages $N/2$ et $1/2$ ont visiblement posé des difficultés. Un schéma de la discrétisation du plan, avec les notations de l'énoncé, permet souvent de clarifier la situation. En particulier, son annotation évite l'inversion de j et i dans l'expression du résultat renvoyé par la fonction.

Q20. Certaines réponses utilisent la fonction `sort` pour extraire le minimum d'une liste ! Avant de proposer une solution, s'interroger sur sa pertinence et son efficacité. De nombreux candidats renvoient *le premier point d'intersection rencontré lors du parcours de la liste* `Objet` au lieu du *premier au sens du parcours du rayon lumineux*.

Q21. La variable de sortie est souvent initialisée à 0 alors que le résultat est un tableau. En outre, la variable globale `noir` n'est pas intégrée dans les réponses.

Q22. La question est plutôt bien réussie mais le tableau renvoyé par la fonction `lancer` n'est pas initialisé correctement (tableau (N, N) au lieu de $(N, N, 3)$), quand l'initialisation n'est pas oubliée !

Q23 et Q24. Trop de candidats annoncent les complexités sans justification. Une complexité quadratique doit être justifiée, généralement par la présence de deux boucles imbriquées contenant des opérations en temps constant.

V Améliorations

Q25. Des candidats appellent plusieurs fois la fonction `interception` avec les mêmes arguments dans le corps d'une boucle alors qu'un seul appel suffit. Éviter les calculs redondants et inutiles.

Q27. Comme pour Q22, l'initialisation de la variable renvoyée par la fonction est souvent absente ou incorrecte.

Q28 à Q30. Ces questions ont été très peu abordées.

Conclusion

Les résultats à cette épreuve montrent que les étudiants, soutenus par leurs professeurs, ont acquis des compétences en informatique. Le jury encourage les futurs candidats à travailler l'informatique en alliant réflexion sur feuille de papier et mise en œuvre des algorithmes sur ordinateur.

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/يؤول (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 un 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 PC

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	23
Physique	27
Chimie	33
Travaux pratiques de chimie	37
Travaux pratiques de physique	42
Sciences (Arts et Métiers)	47
Allemand	52
Anglais	55
Chinois	58
Espagnol	60
Portugais	63

Résultats par épreuve

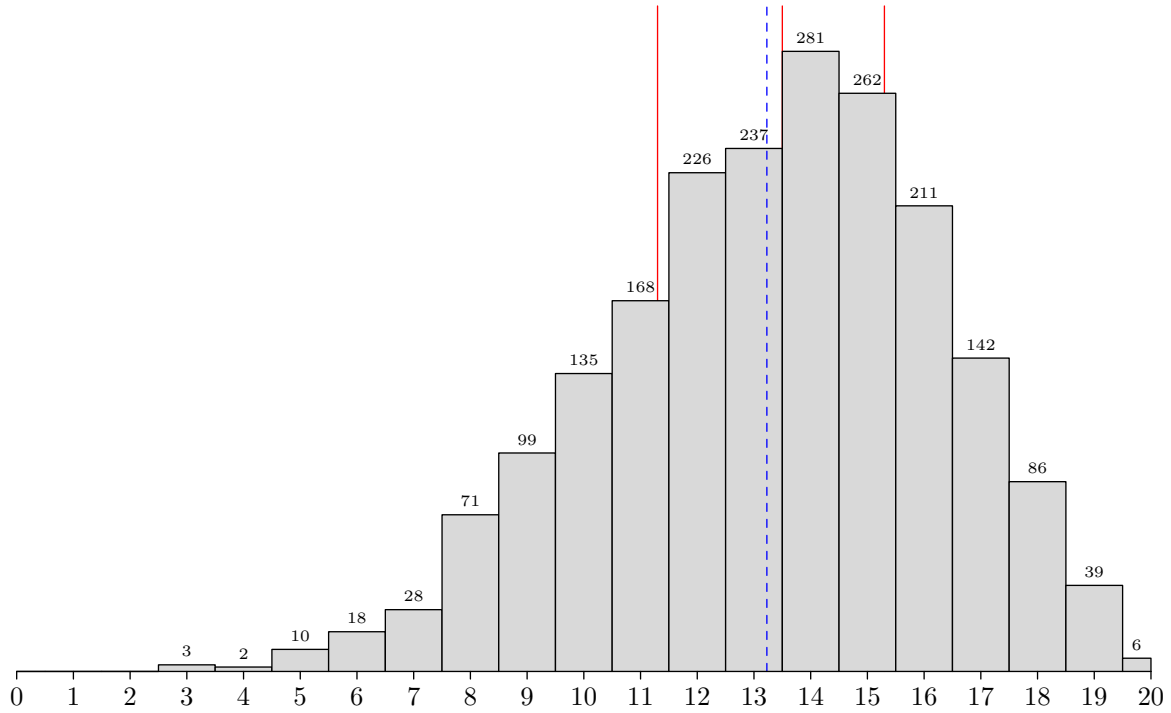
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

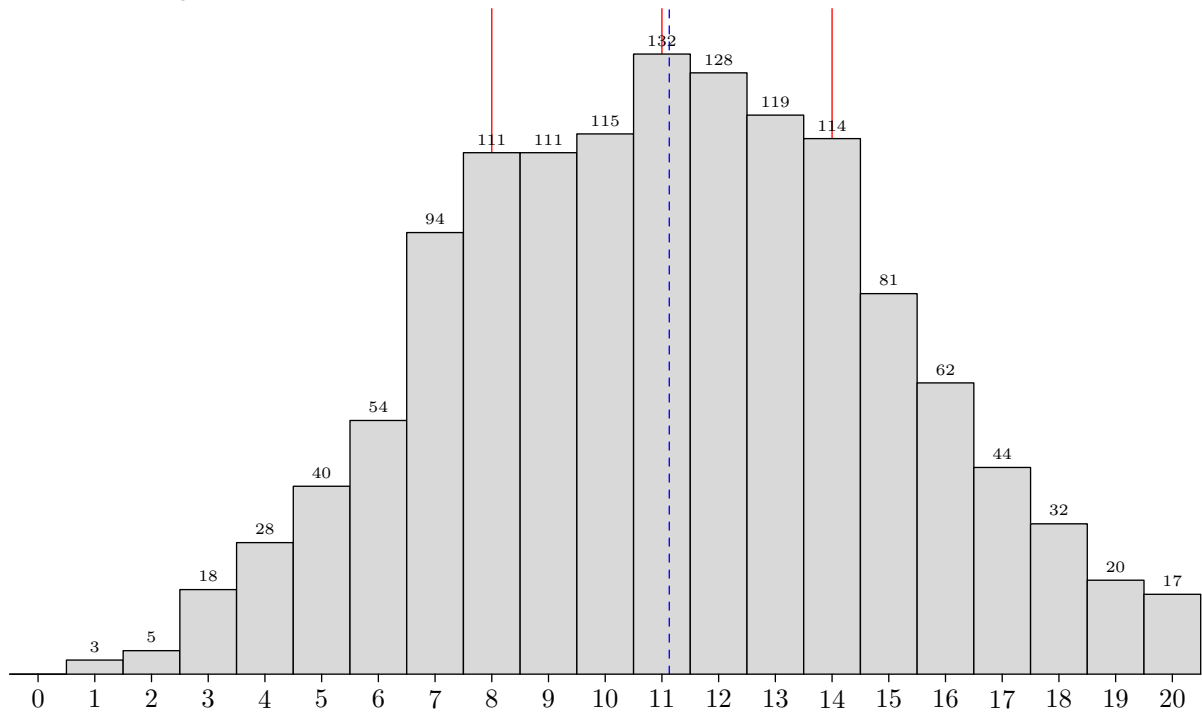
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	2067	2,1%	2024	13,23	2,94	11,30	13,50	15,30	4,00
Mathématiques 1	1393	4,7%	1328	11,13	3,82	8,00	11,00	14,00	6,00
Mathématiques 2	1393	4,7%	1327	11,08	3,88	8,00	11,00	14,00	6,00
Physique 1	1393	4,7%	1327	10,93	3,83	8,00	11,00	14,00	6,00
Physique 2	1393	4,7%	1328	11,22	4,02	8,00	11,00	14,00	6,00
Chimie	1393	4,7%	1327	11,25	3,86	8,00	11,00	14,00	6,00
TP physique ou chimie	1552	7,9%	1430	11,05	3,40	9,00	11,00	13,00	4,00
TP Chimie	856	9,2%	777	11,00	3,11	9,00	11,00	13,00	4,00
TP Physique	696	6,2%	653	11,12	3,71	8,00	11,00	14,00	6,00
Langue obligatoire	2054	17,8%	1689	12,93	3,77	10,00	13,00	16,00	6,00
Allemand	80	12,5%	70	14,94	2,81	13,00	15,00	17,00	4,00
Anglais	1912	18,1%	1566	12,71	3,74	10,00	13,00	15,00	5,00
Arabe	15	6,7%	14	16,79	2,62	16,00	17,00	18,75	2,75
Chinois	4	25,0%	3	17,33	0,47	17,00	17,00	17,50	0,50
Espagnol	31	12,9%	27	16,33	2,87	15,00	17,00	18,00	3,00
Italien	7	42,9%	4	18,75	0,83	18,00	18,50	19,25	1,25
Portugais	3	0,0%	3	15,67	1,70	14,50	15,00	16,50	2,00
Russe	1	0,0%	1	19,00	0,00	19,00	19,00	19,00	0,00
Langue facultative	493	3,0%	478	13,48	3,48	11,00	13,00	16,00	5,00
Allemand	124	5,6%	117	13,10	3,26	11,00	13,00	15,00	4,00
Anglais	96	2,1%	94	13,27	3,08	11,00	13,00	15,00	4,00
Arabe	7	0,0%	7	17,00	3,63	14,50	19,00	20,00	5,50
Chinois	14	0,0%	14	17,36	2,29	17,00	17,50	19,00	2,00
Espagnol	213	2,3%	208	12,84	3,39	11,00	12,50	15,00	4,00
Grec	1	0,0%	1	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00	0,00
Hébreu	1	0,0%	1	10,00	0,00	10,00	10,00	10,00	0,00
Italien	22	4,5%	21	15,52	2,94	14,00	15,00	18,00	4,00
Japonais	5	0,0%	5	17,80	1,17	17,00	18,00	19,00	2,00
Néerlandais	1	0,0%	1	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00	0,00
Polonais	1	0,0%	1	17,00	0,00	17,00	17,00	17,00	0,00
Portugais	1	0,0%	1	19,00	0,00	19,00	19,00	19,00	0,00
Russe	6	0,0%	6	18,83	1,46	18,25	19,50	20,00	1,75
Suédois	1	0,0%	1	17,00	0,00	17,00	17,00	17,00	0,00
Sciences	346	40,5%	206	10,11	4,91	6,00	10,00	14,00	8,00

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

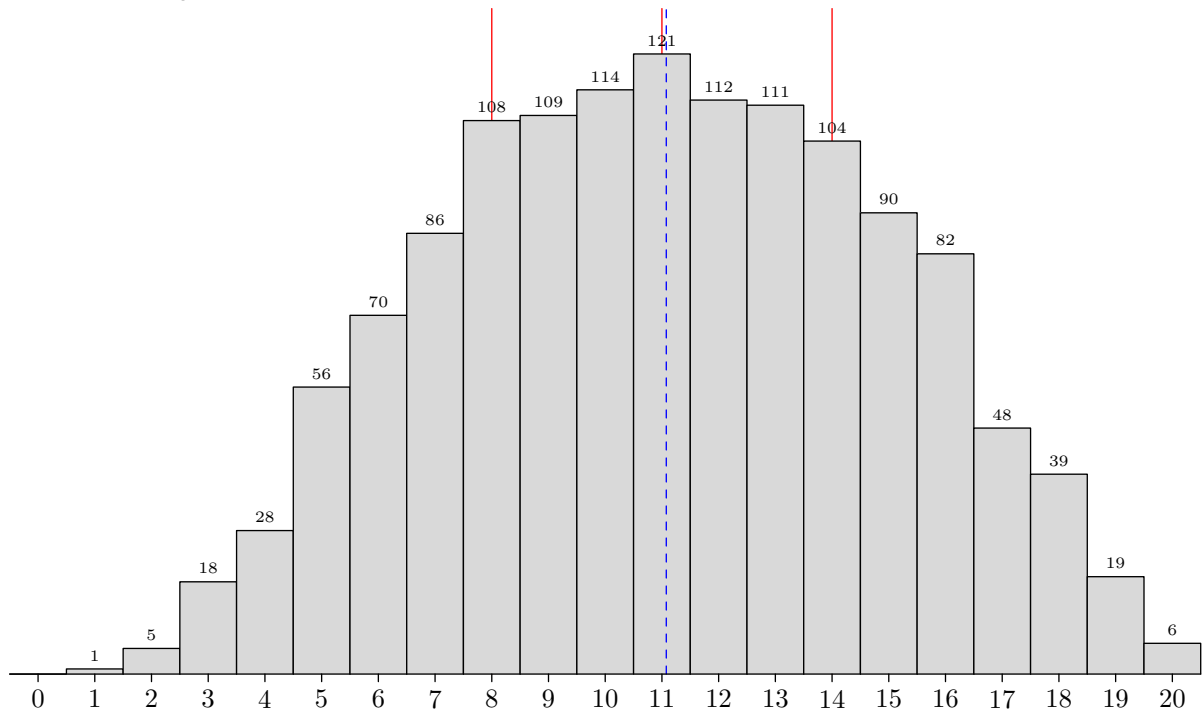
TIFE



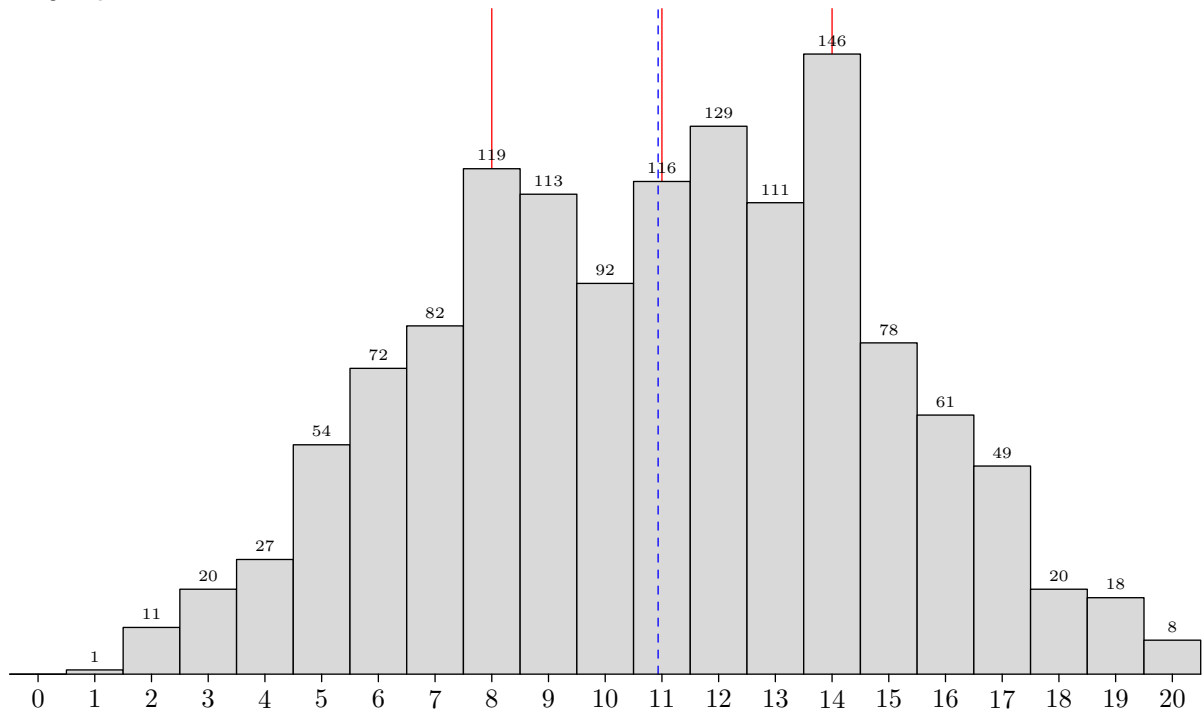
Mathématiques 1



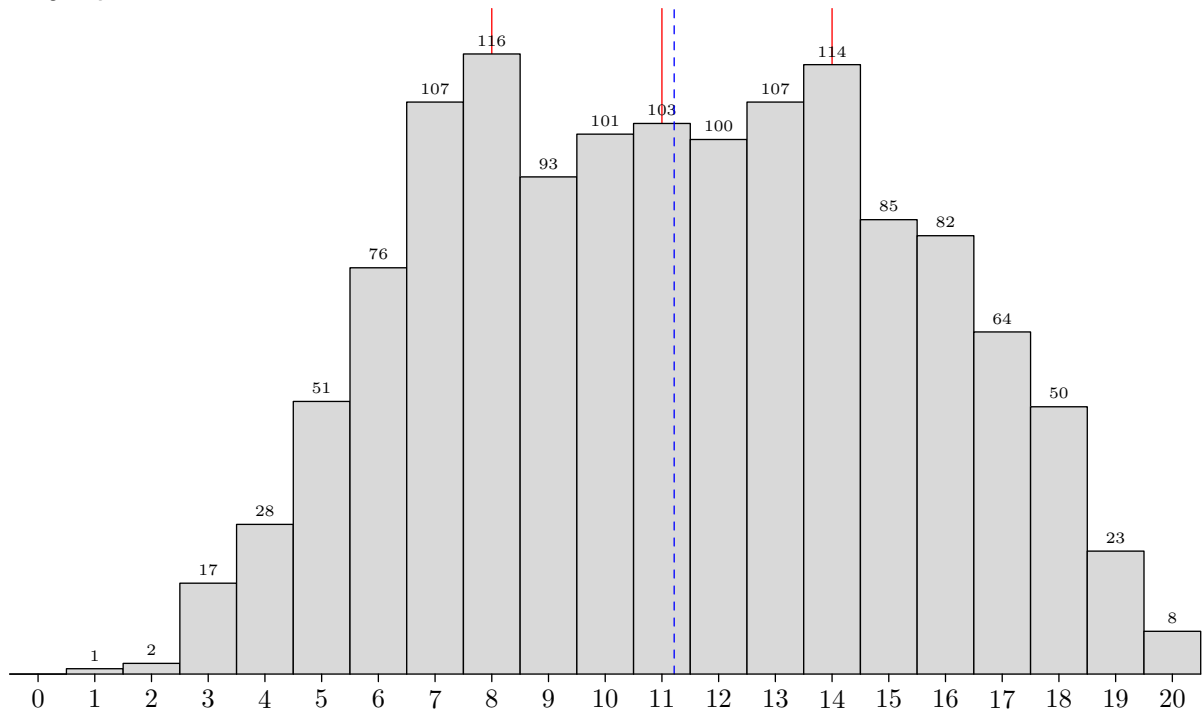
Mathématiques 2



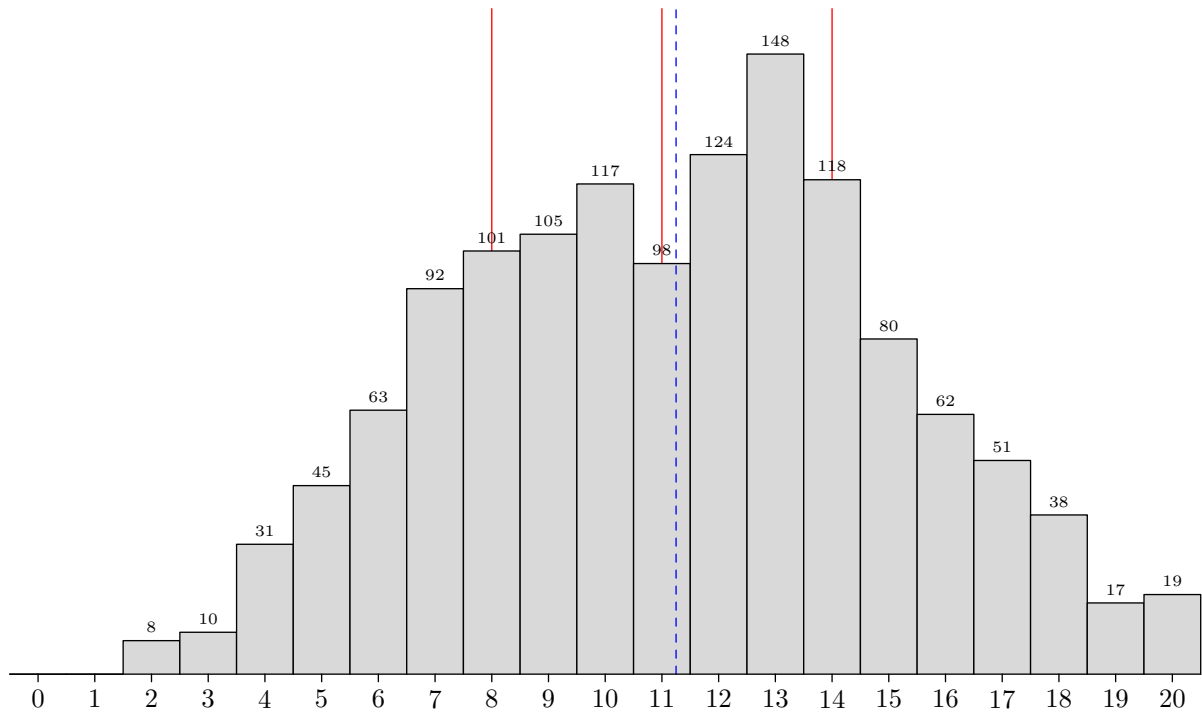
Physique 1



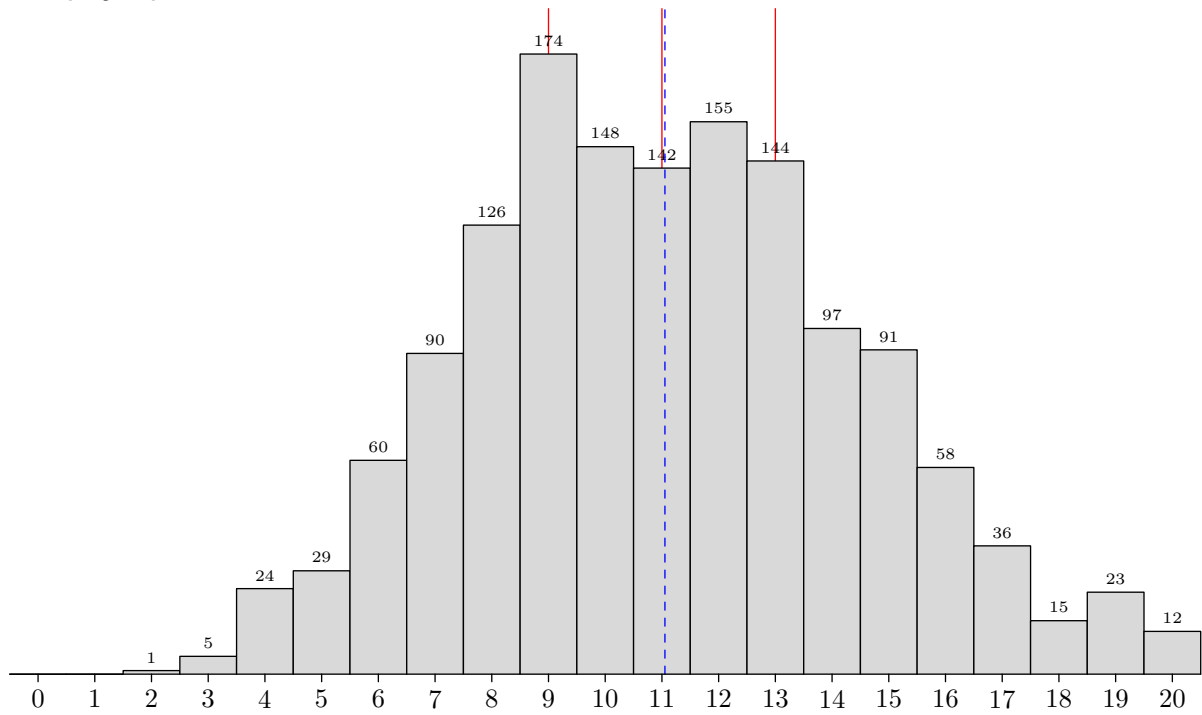
Physique 2



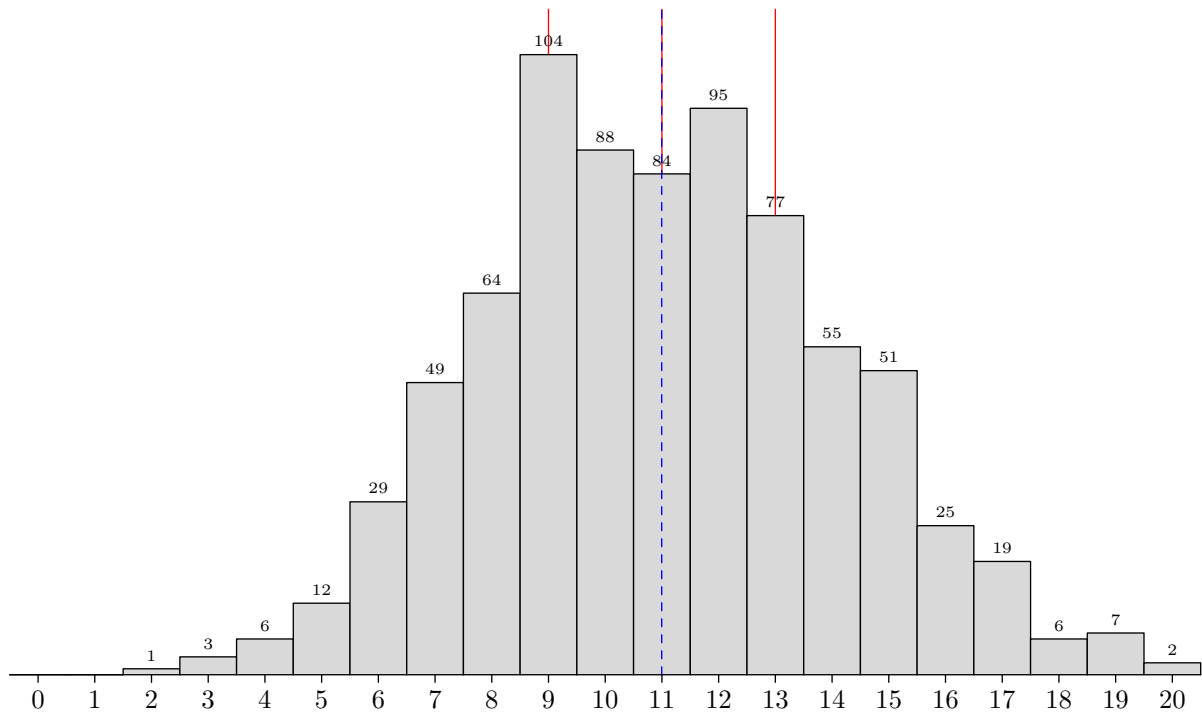
Chimie



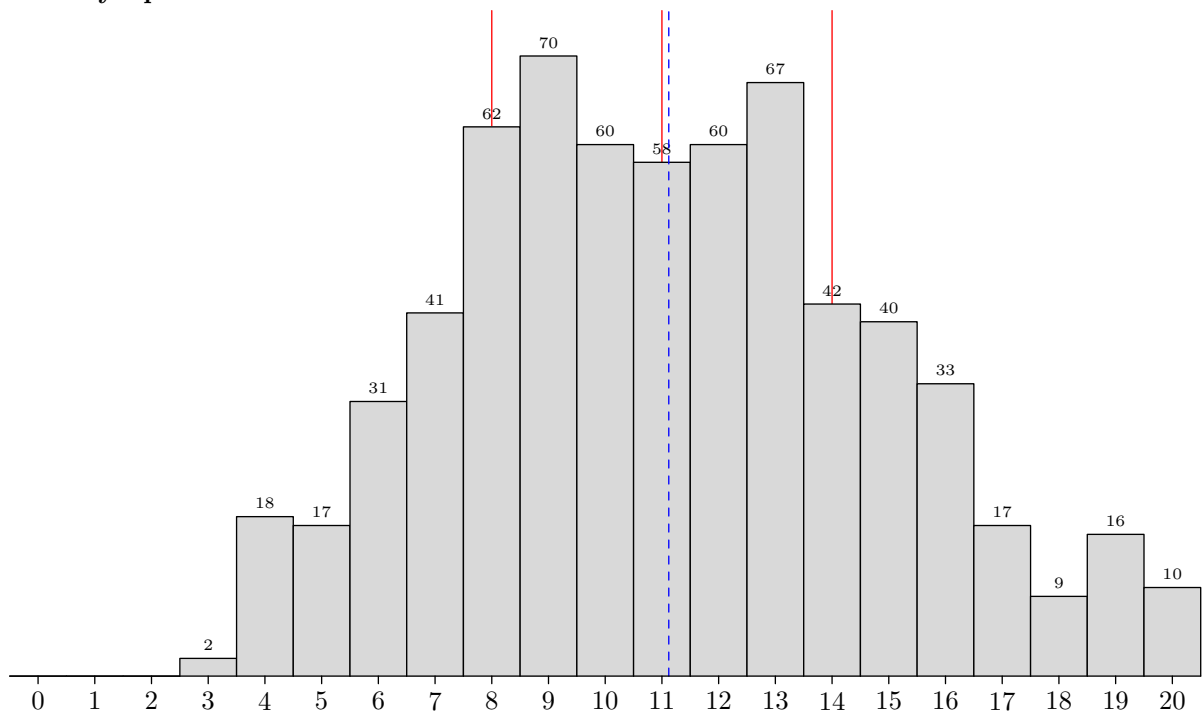
TP physique ou chimie



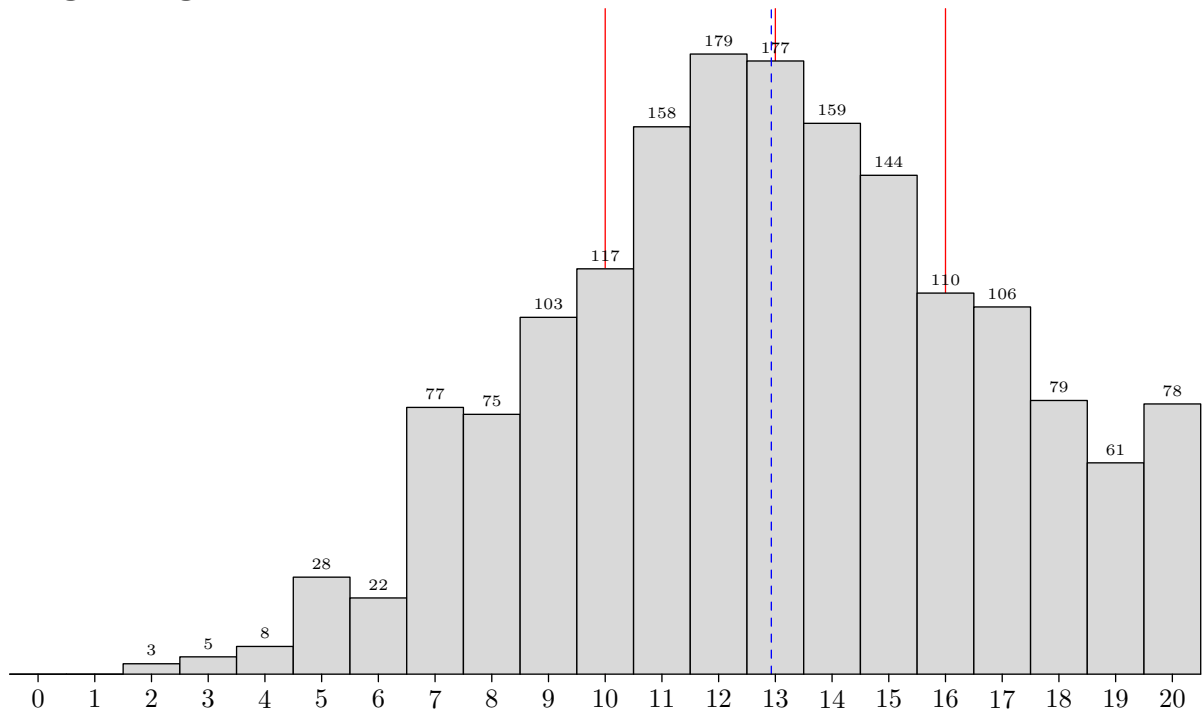
TP Chimie



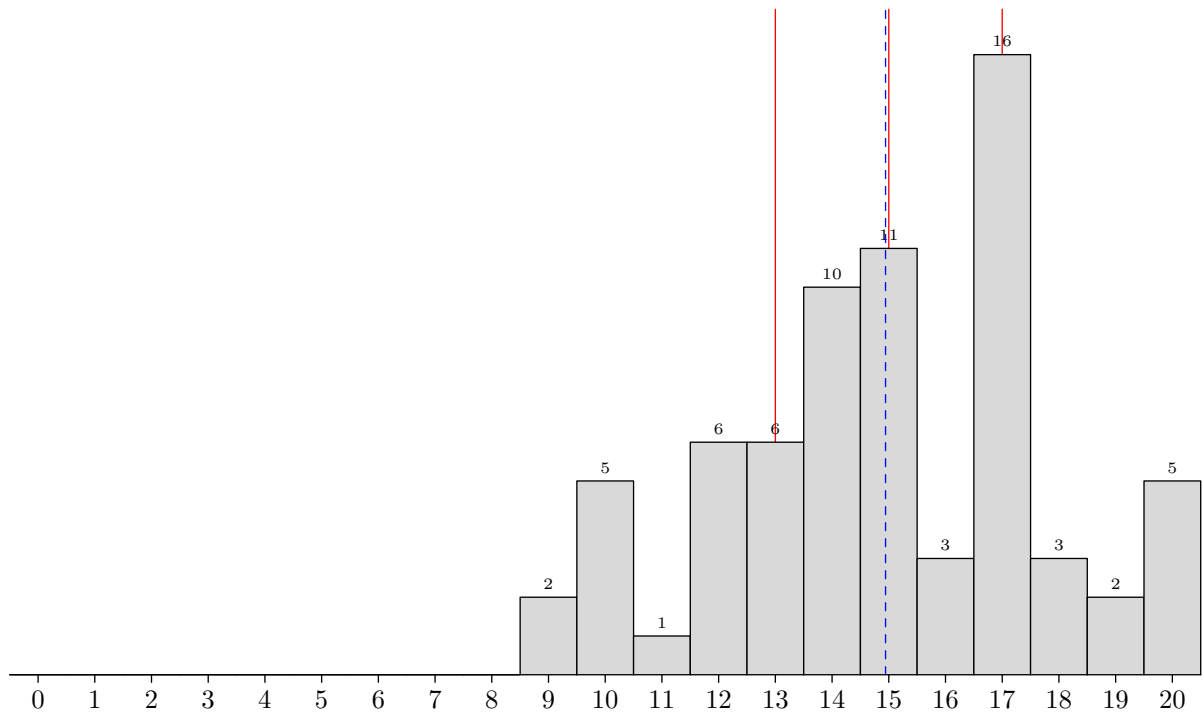
TP Physique



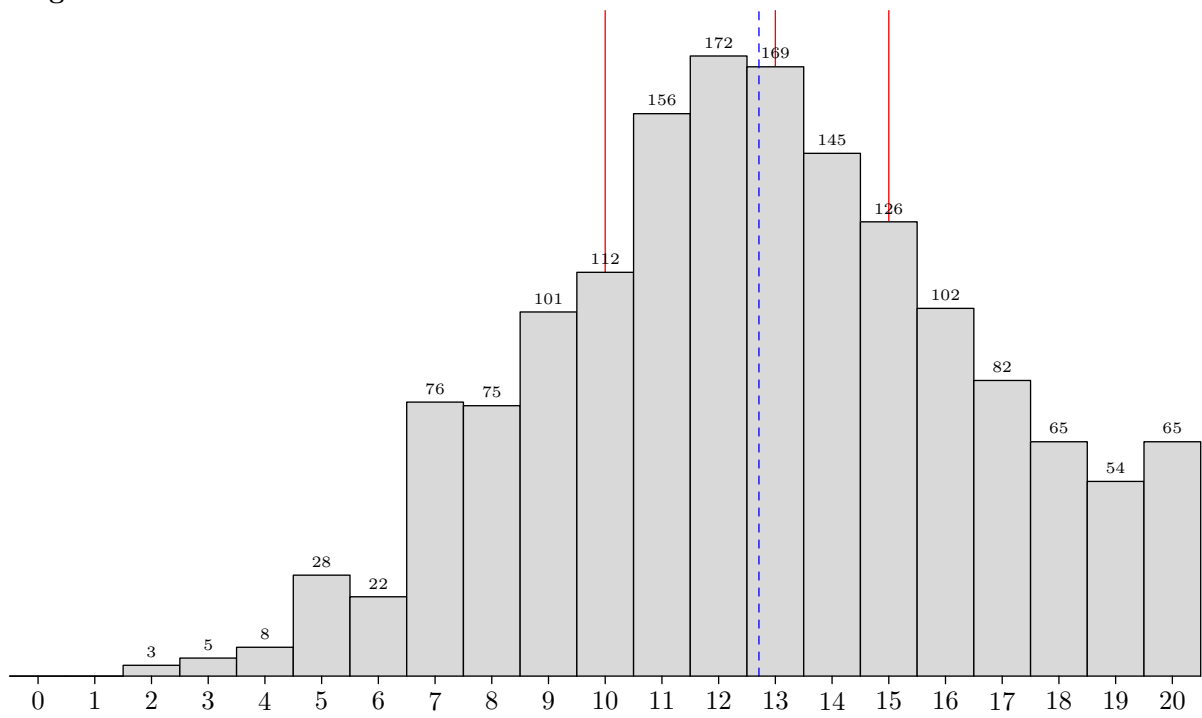
Langue obligatoire



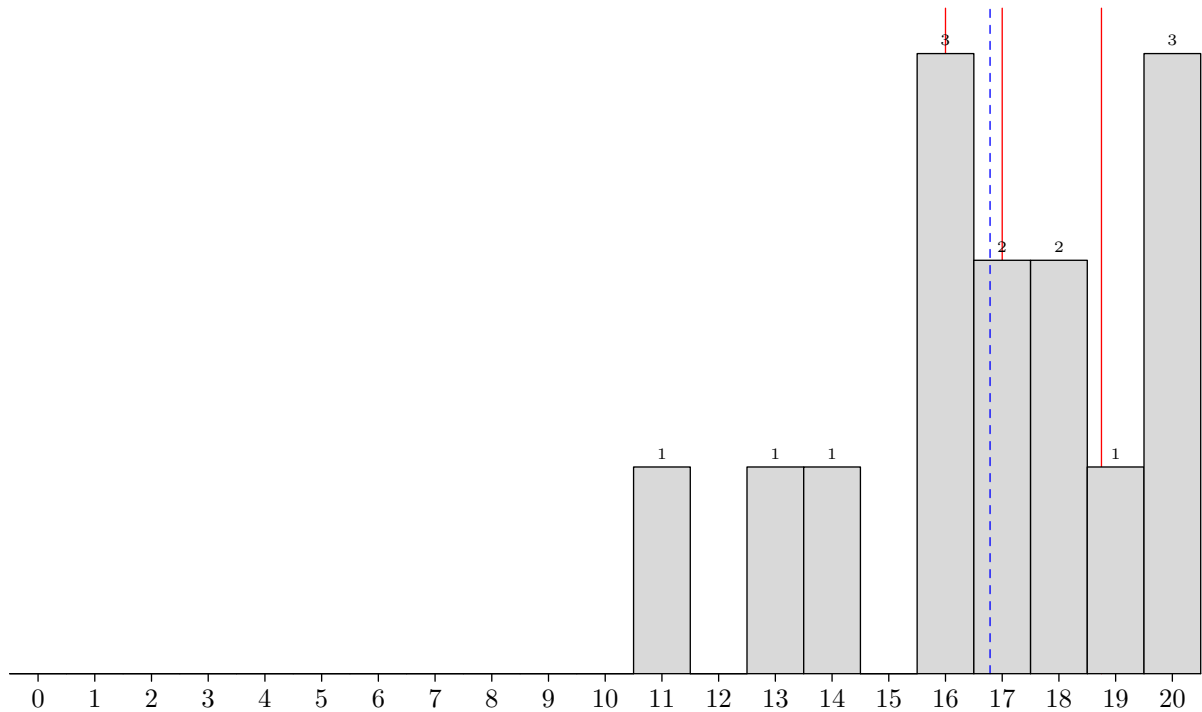
Allemand



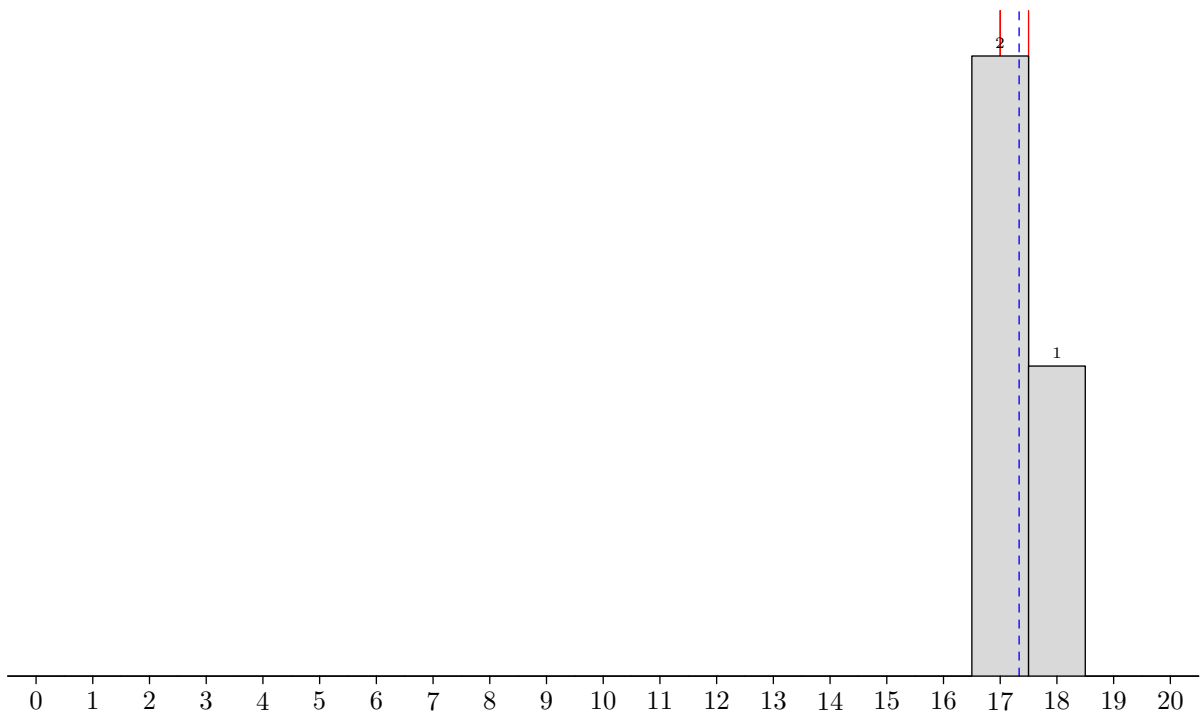
Anglais



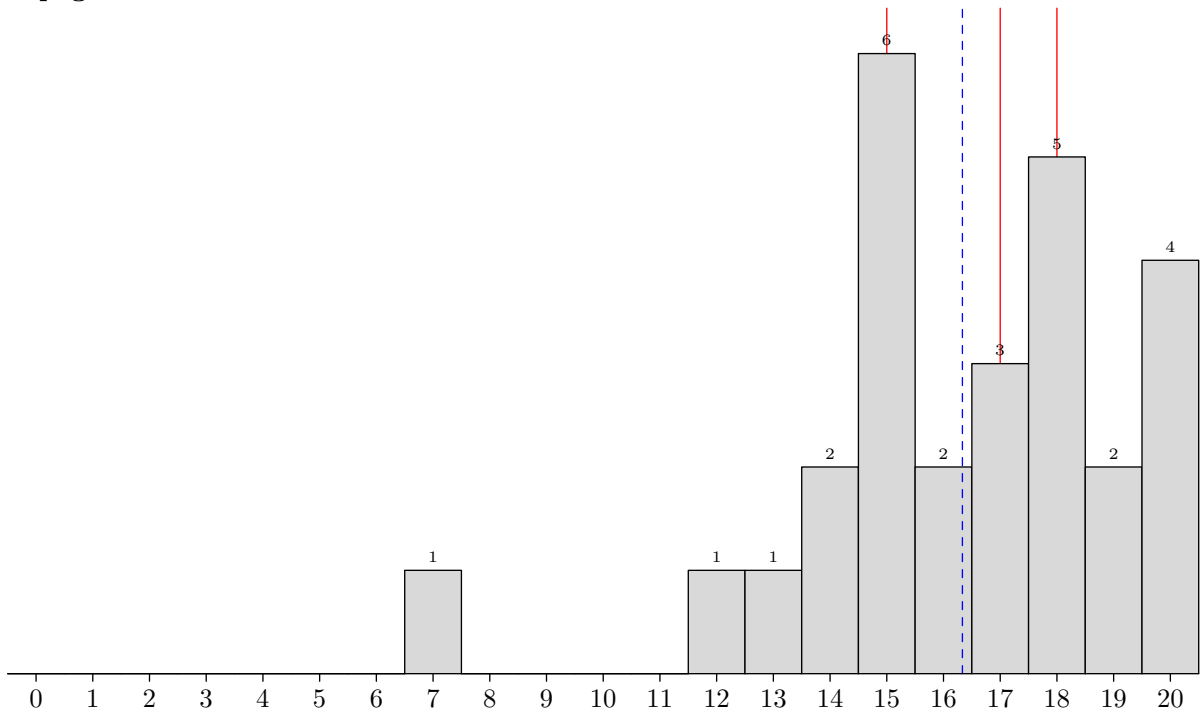
Arabe



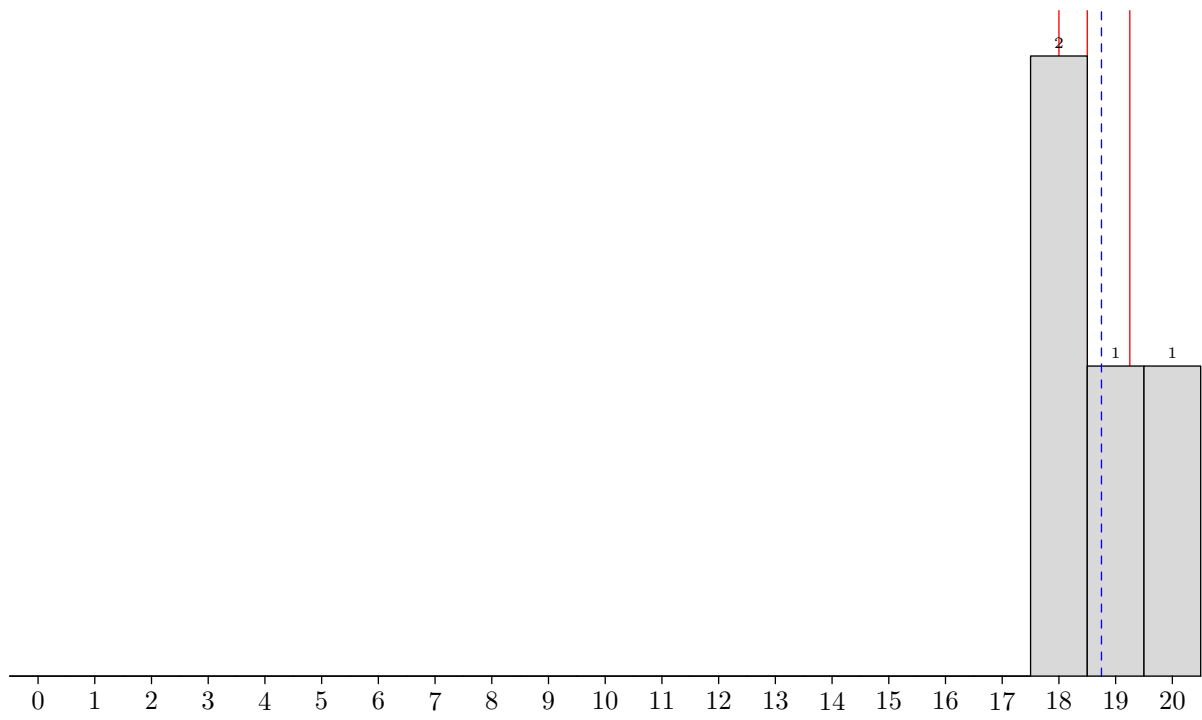
Chinois



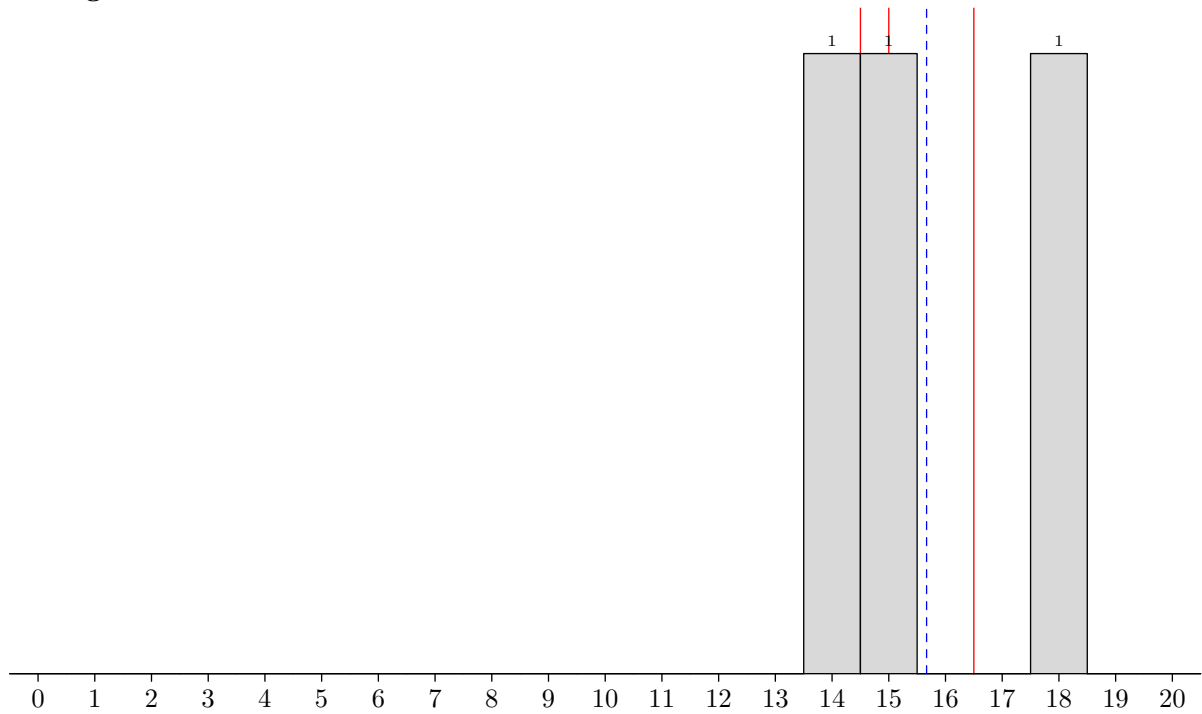
Espagnol



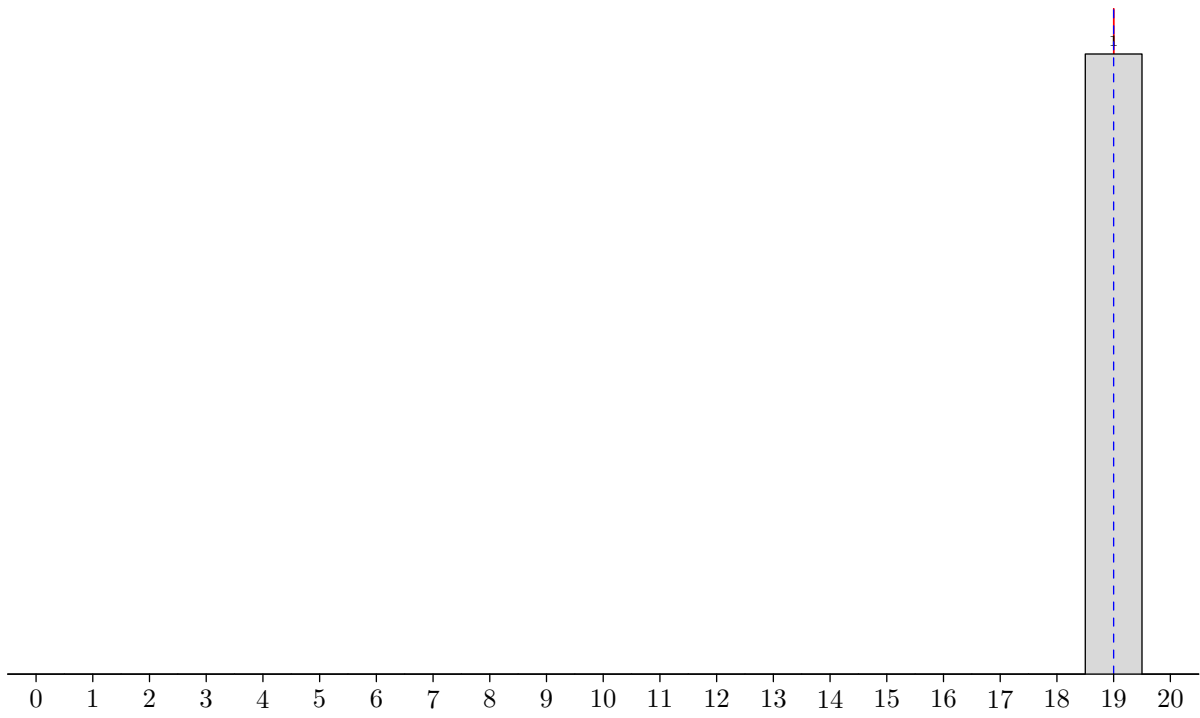
Italien



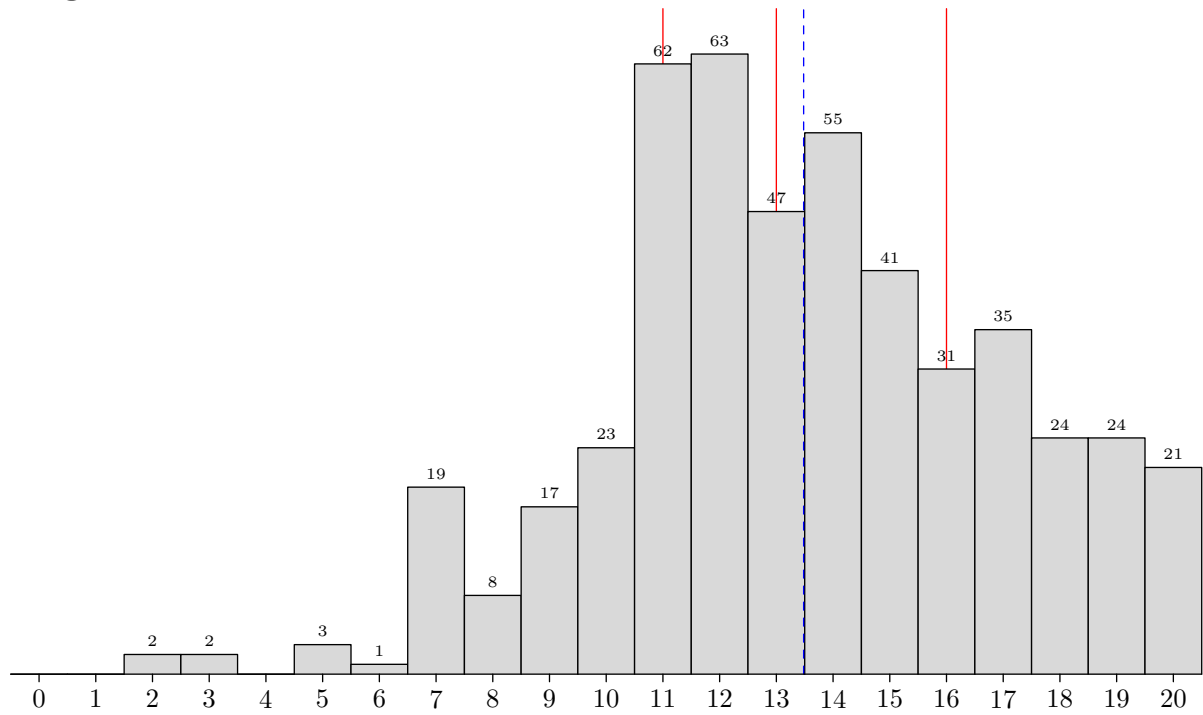
Portugais



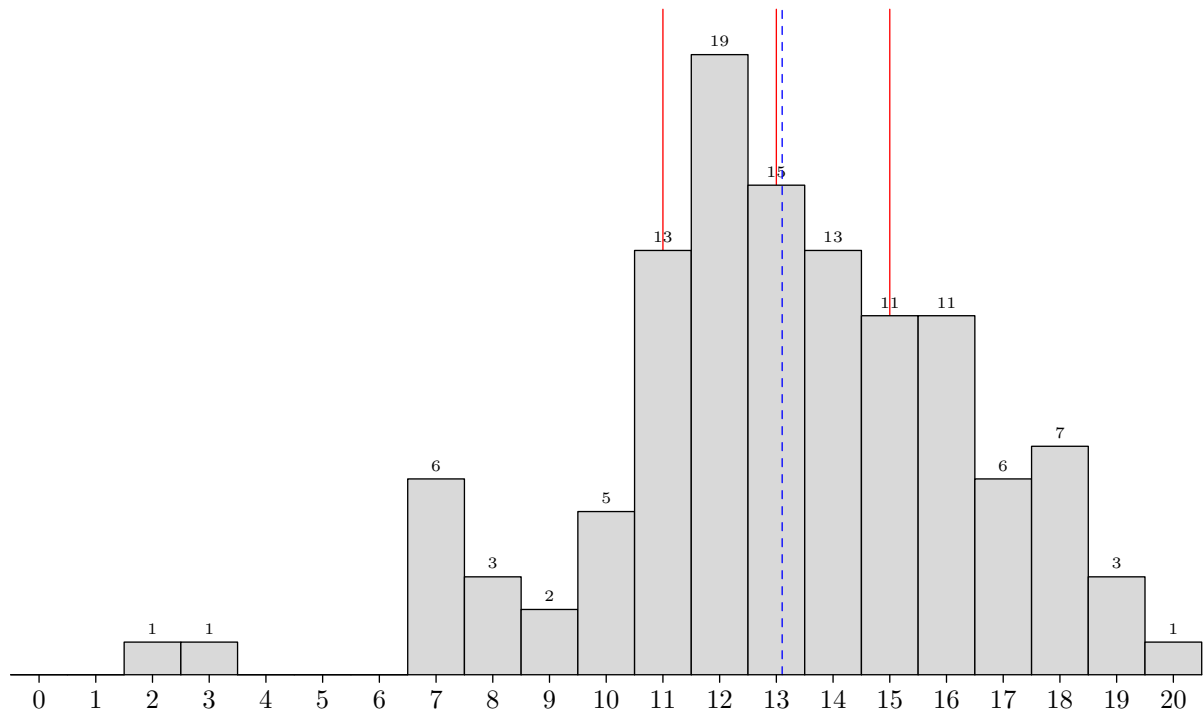
Russe



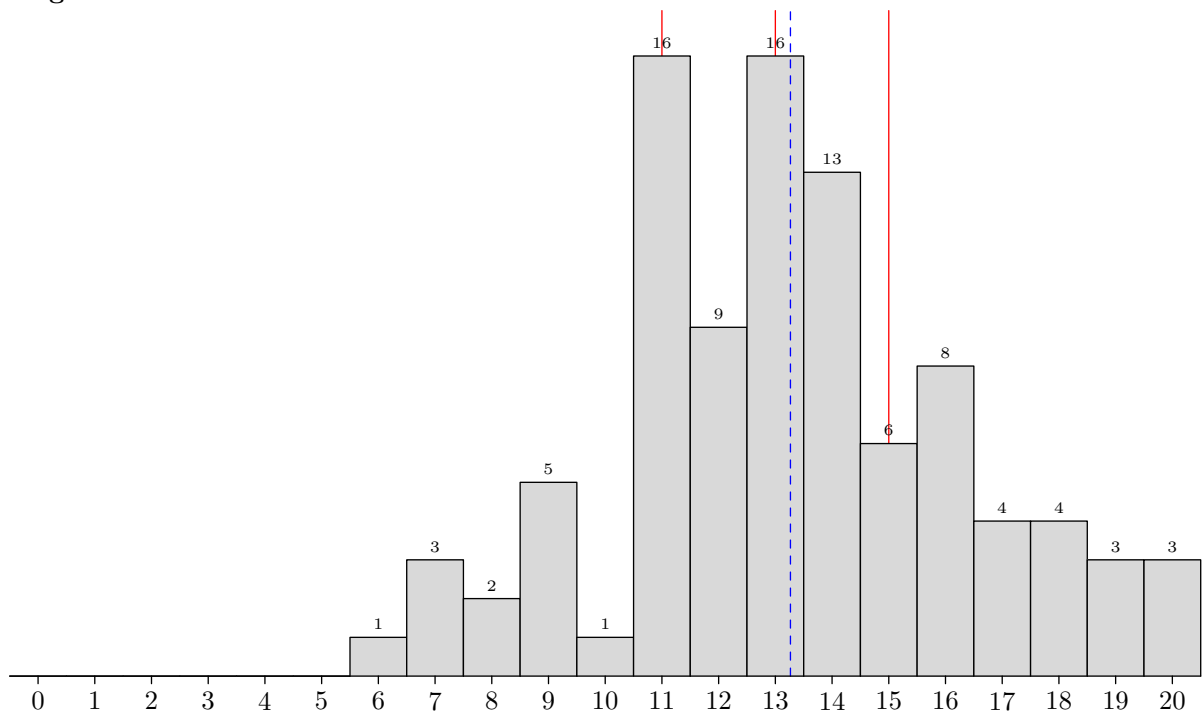
Langue facultative



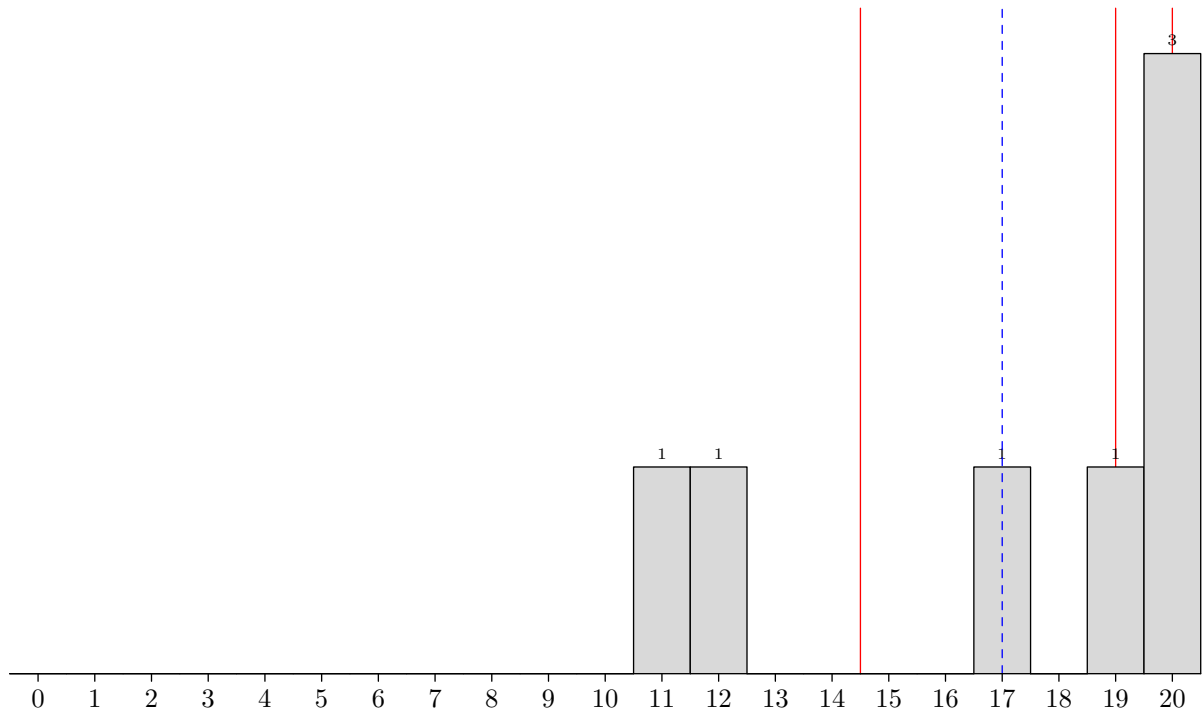
Allemand



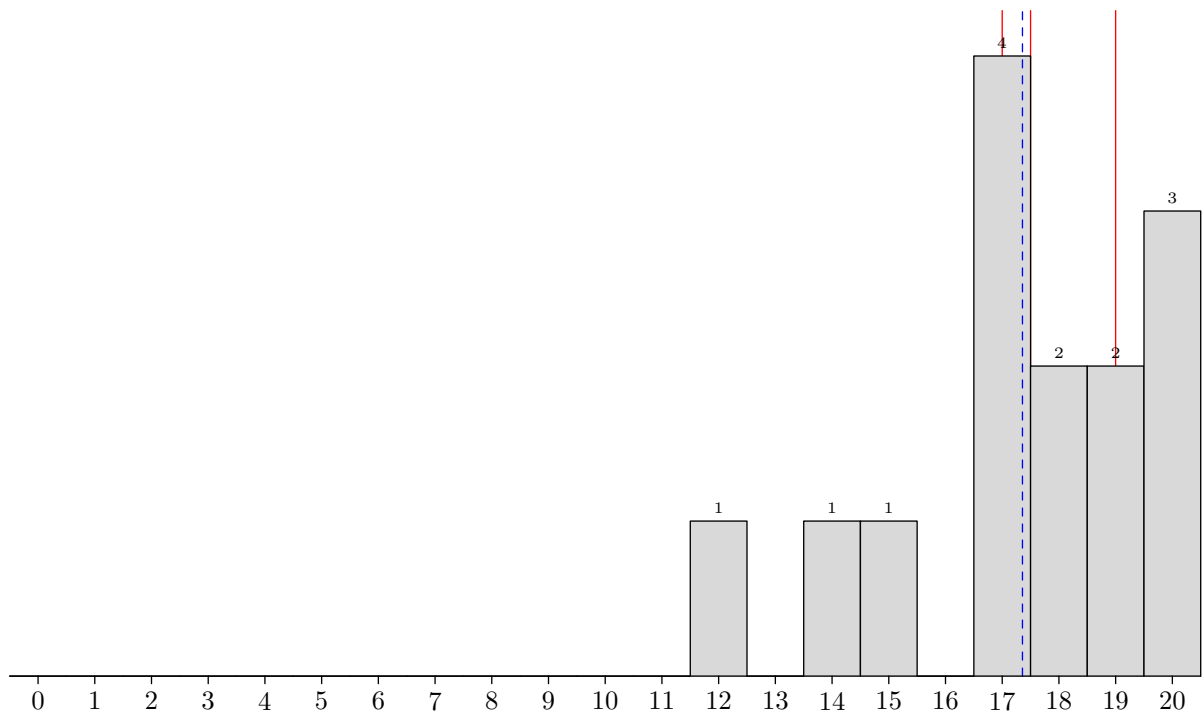
Anglais



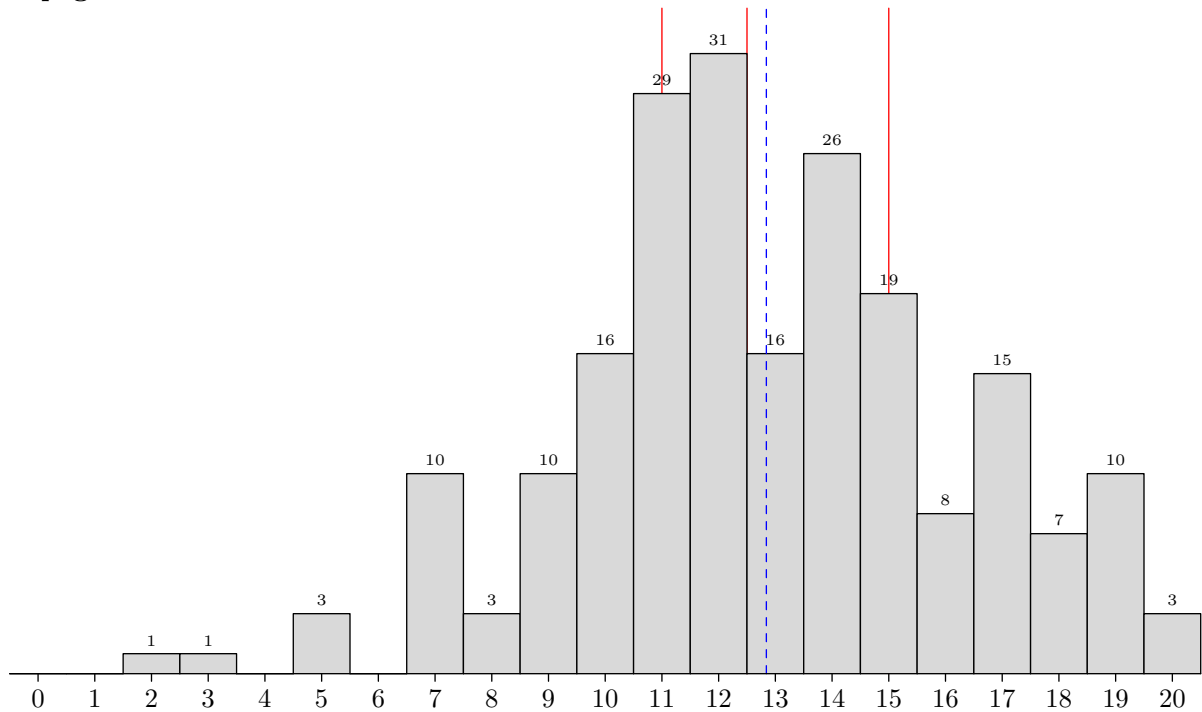
Arabe



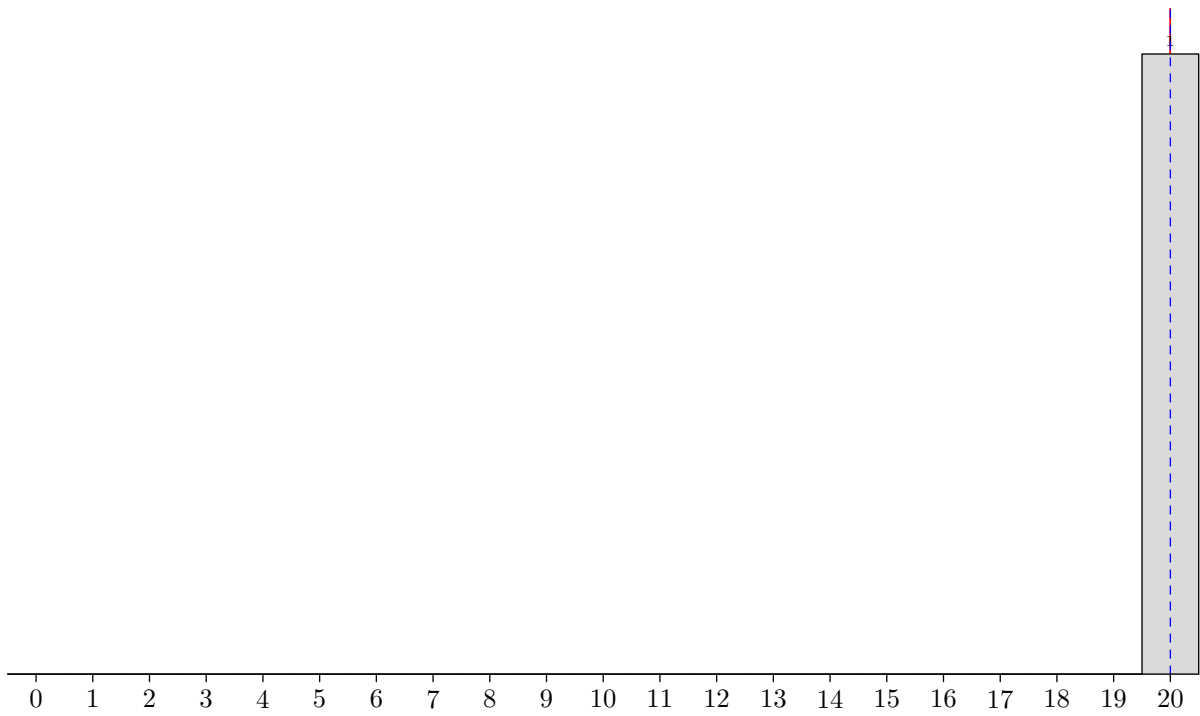
Chinois



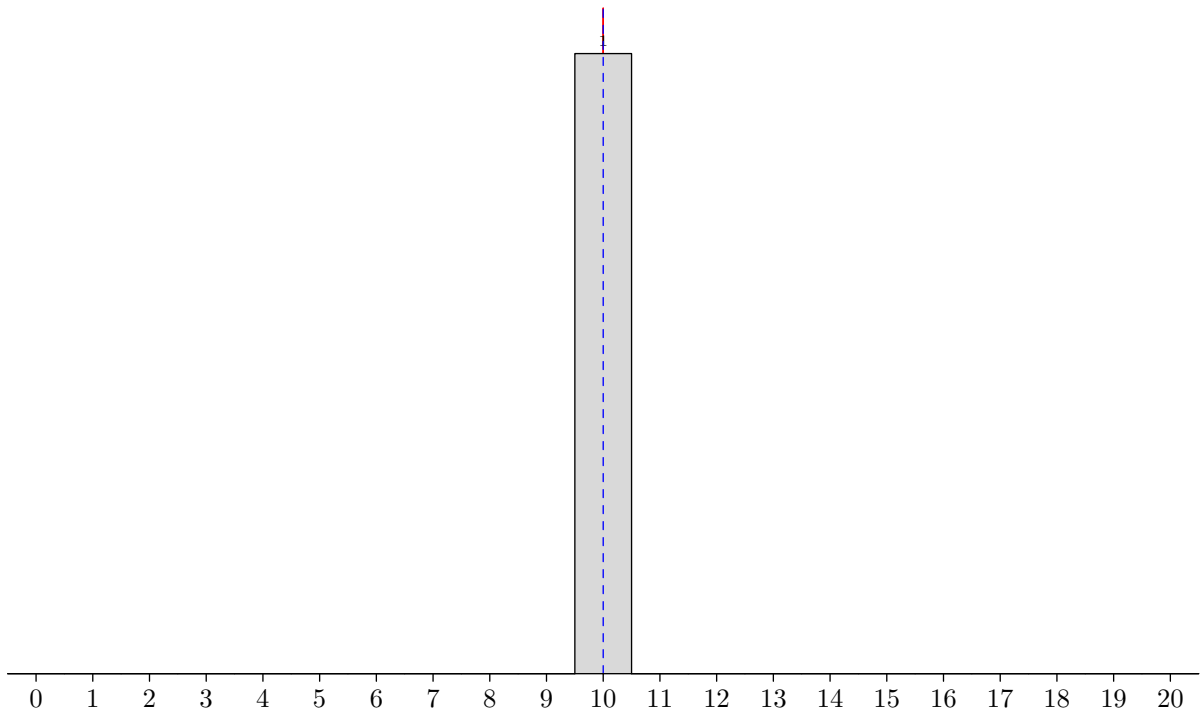
Espagnol



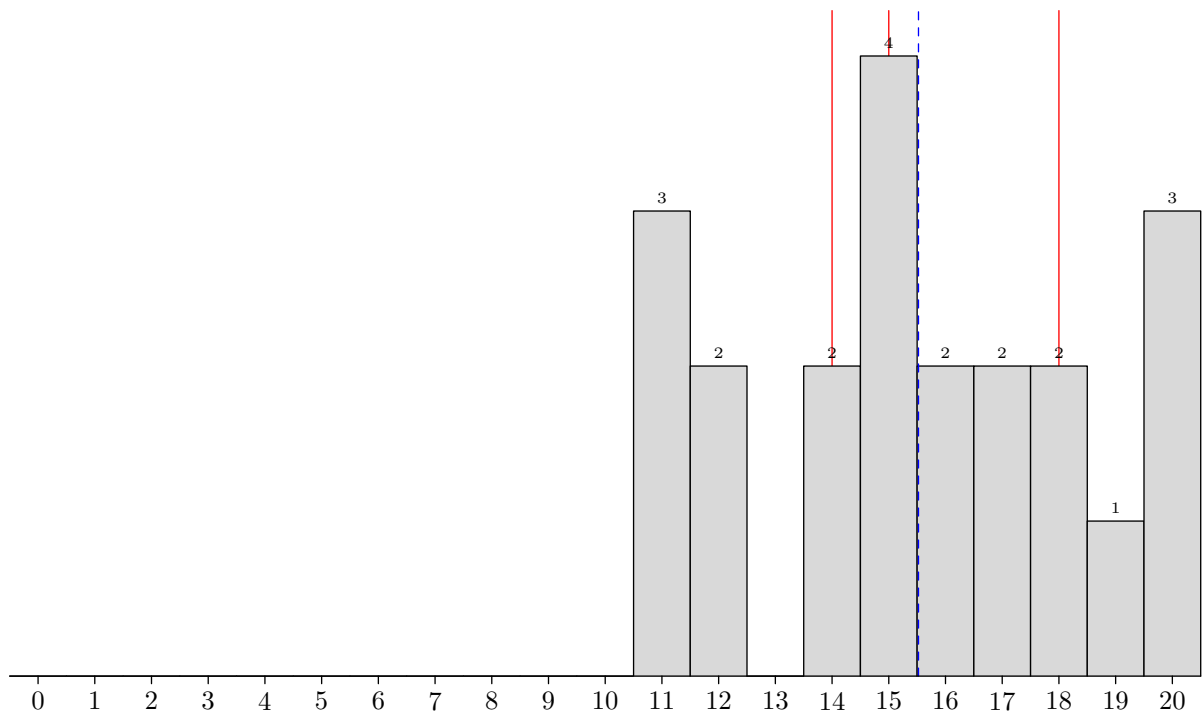
Grec



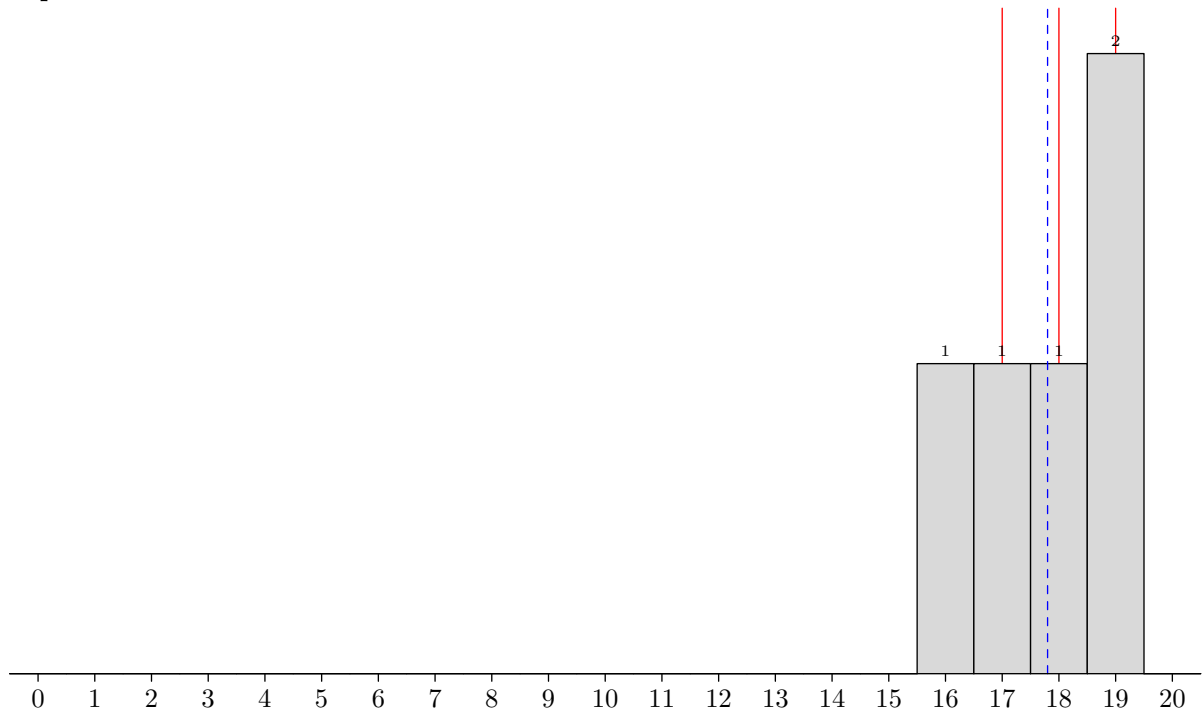
Hébreu



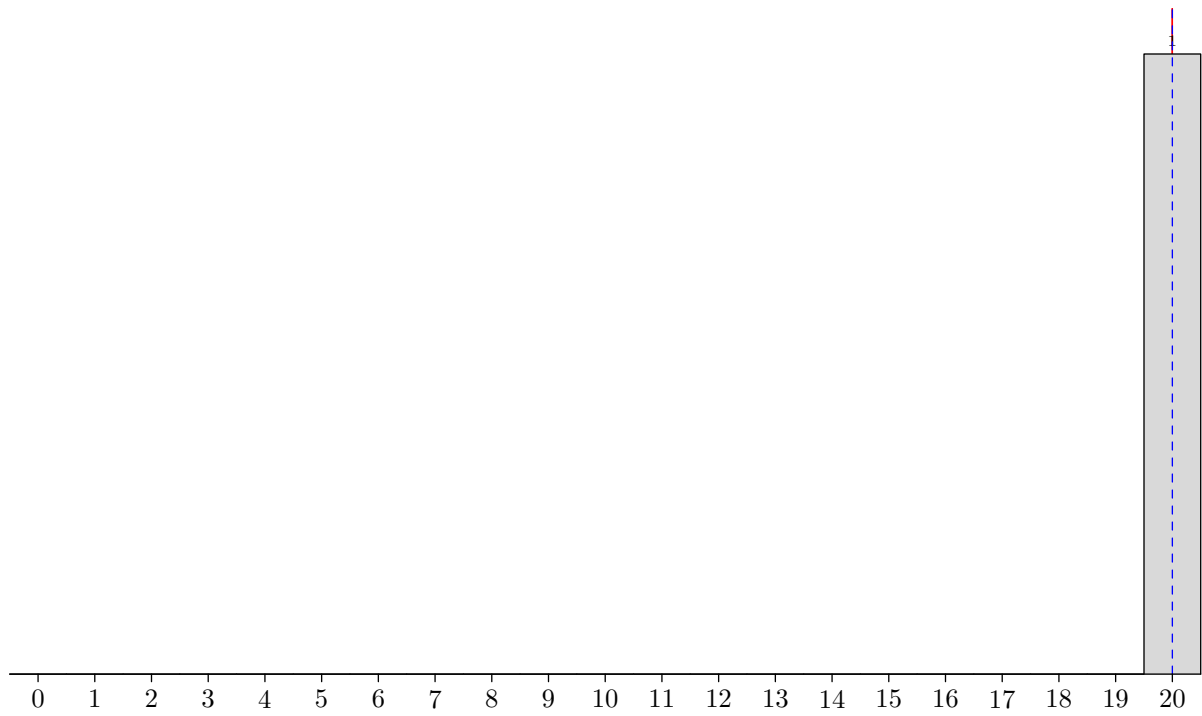
Italien



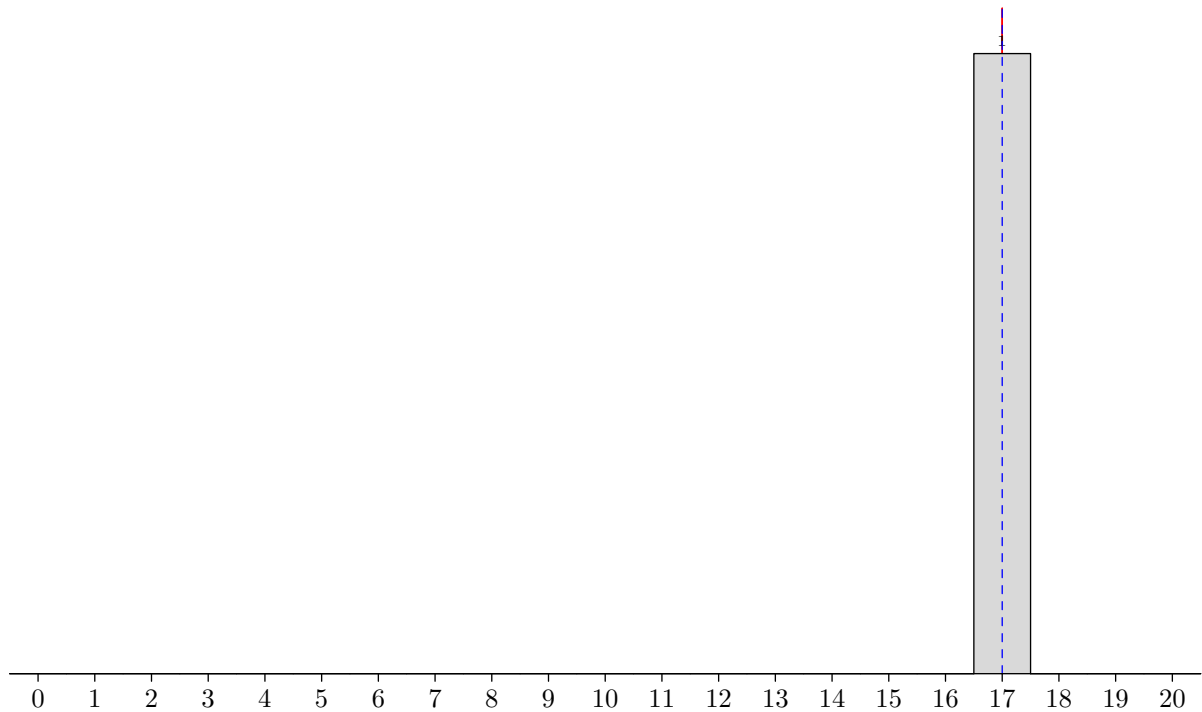
Japonais



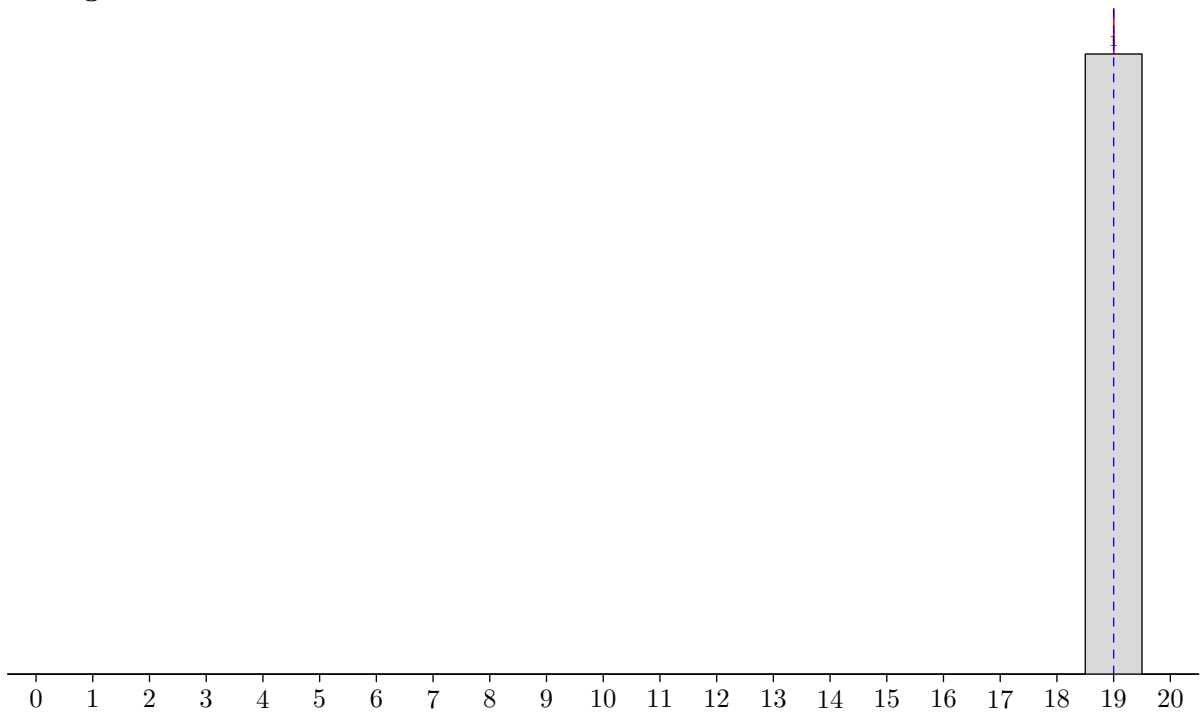
Néerlandais



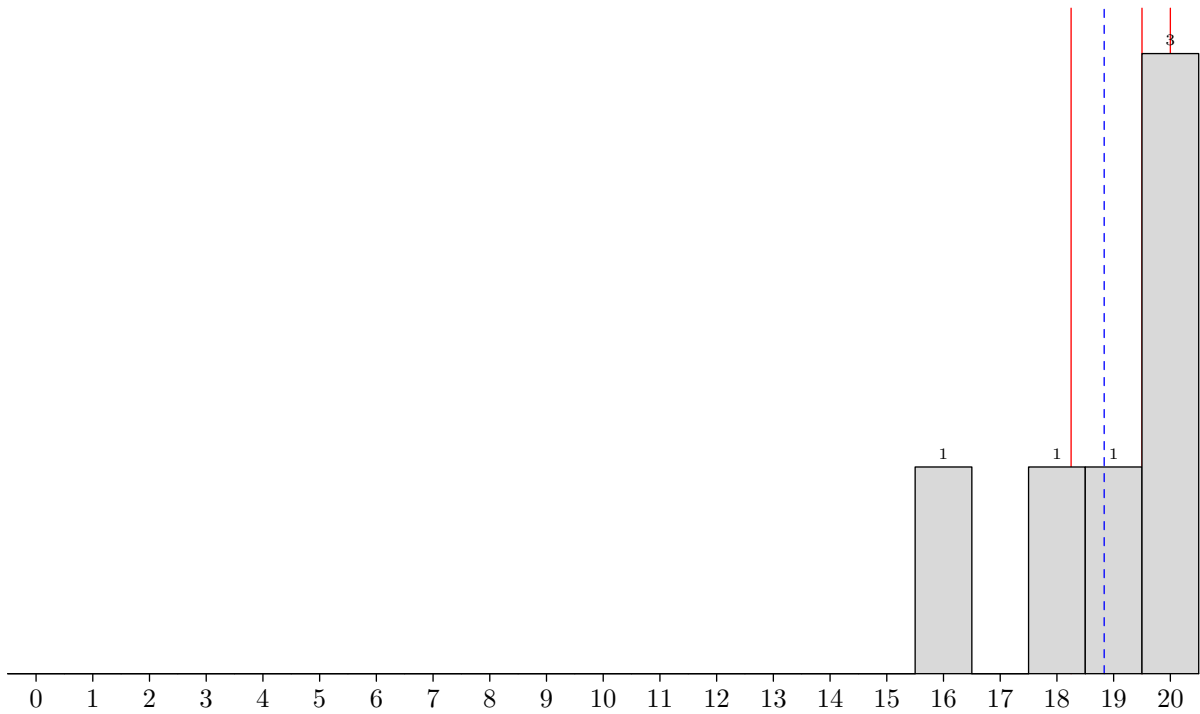
Polonais



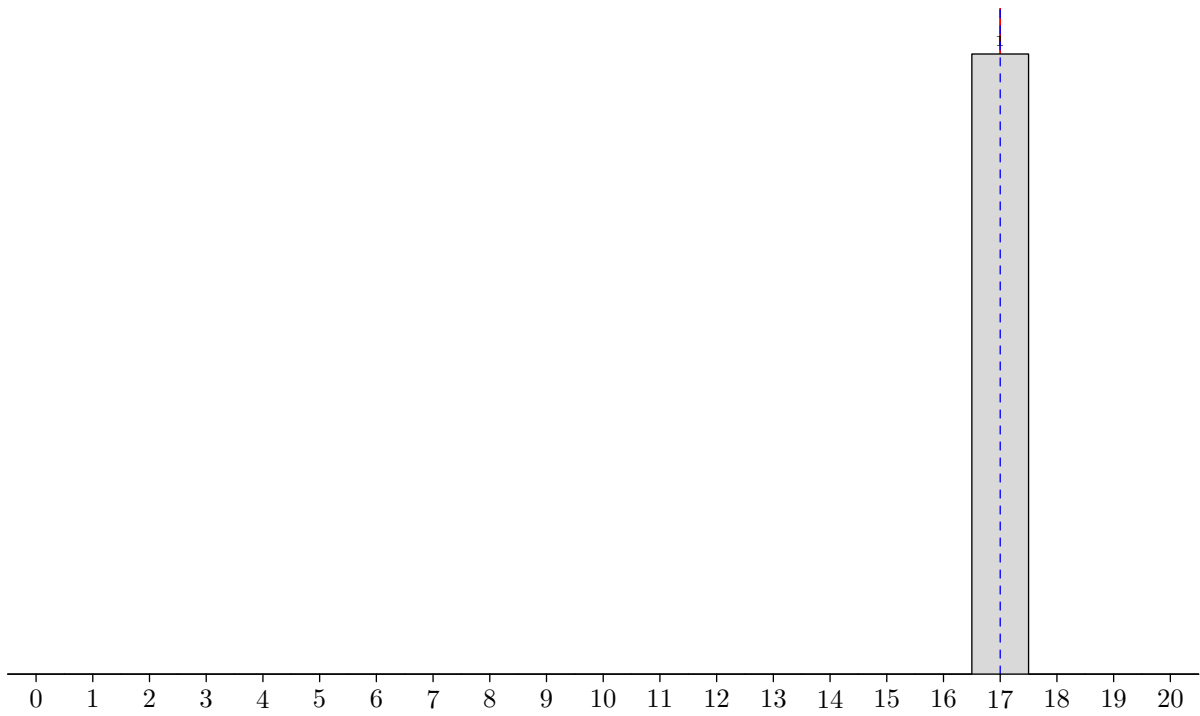
Portugais



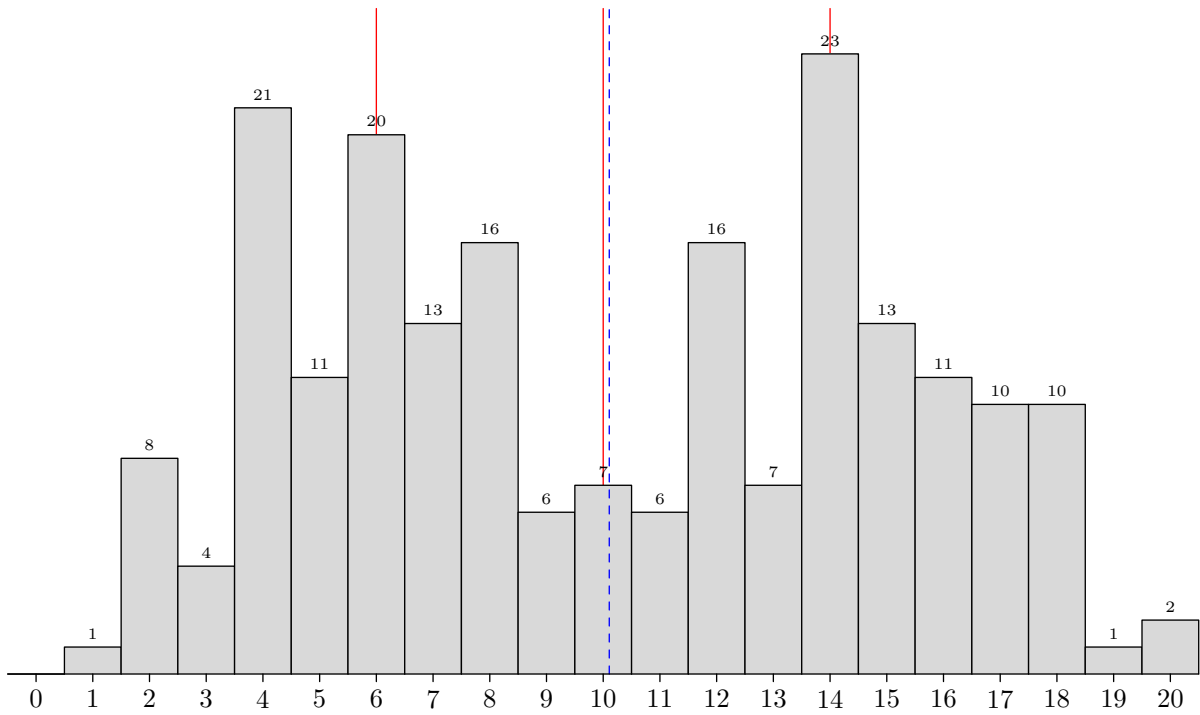
Russe



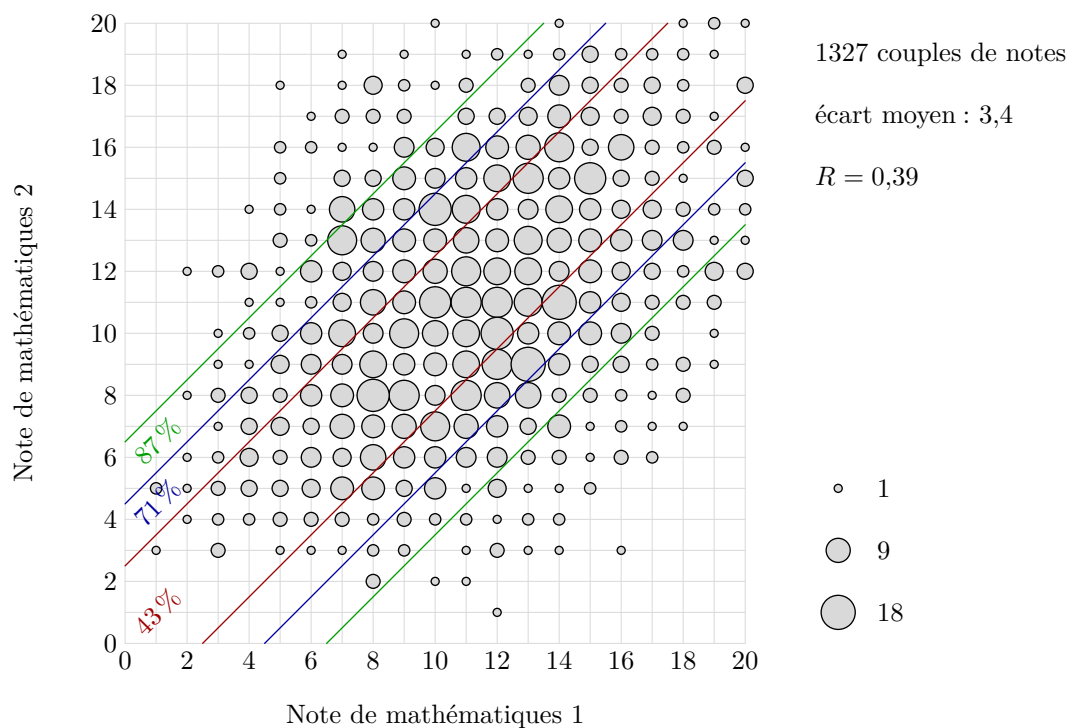
Suédois



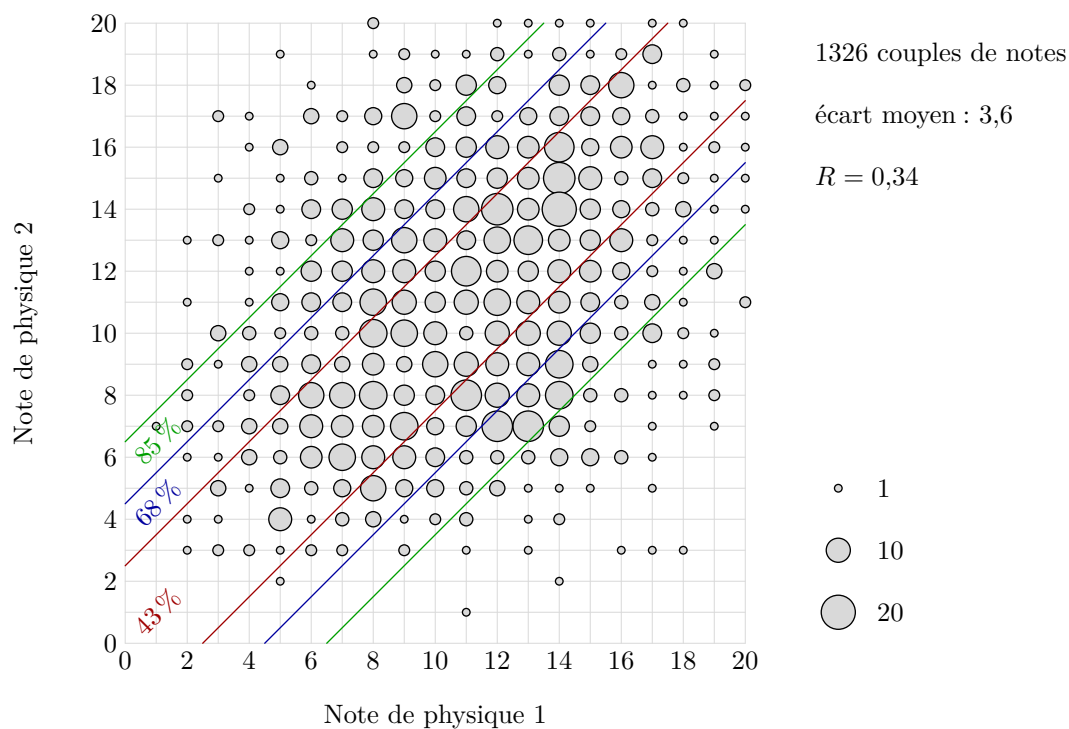
Sciences



Corrélation entre mathématiques 1 et mathématiques 2



Corrélation entre physique 1 et physique 2



Mathématiques

Présentation des épreuves

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

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

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

Analyse globale des résultats

Conscient des conditions très particulières qui ont rendu les deux années passées difficiles pour un grand nombre de candidats, le jury de l'épreuve de mathématiques 1 note cette année une légère baisse du niveau des candidats, en particulier en ce qui concerne la maîtrise de certaines situations classiques et de résultats fondamentaux.

Une part croissante de candidats semble de moins en moins préparée à l'épreuve de mathématiques 2. Les candidats ayant pu mener leurs simulations à terme deviennent rares et on constate une baisse significative d'autonomie concernant l'utilisation de Python et plus généralement de l'outil informatique. On observe également des difficultés concernant la gestion du temps avec des candidats qui sont parfois focalisés sur leur montre au point qu'ils n'arrivent plus à se concentrer et répondre aux questions posées.

Les prestations répondent néanmoins globalement aux attentes du jury même si celui-ci souhaiterait davantage de vivacité de la part des candidats, en particulier pour s'emparer plus efficacement des indications données par l'examineur. Le jury encourage donc les futurs candidats à être encore plus dynamiques et à l'écoute : trop de passivité, une attitude attentiste ou à l'inverse la non prise en compte des avertissements de l'examineur conduiront à une note faible, reflétant parfois peu le réel potentiel du candidat.

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Généralités

Les sujets proposés sont un support permettant au jury d'évaluer les compétences des candidats. La résolution complète de l'exercice n'est en aucun cas un objectif. Pour l'épreuve de mathématiques 2, certains candidats souhaitent parfois traiter les questions dans le désordre, en fonction de ce qu'ils ont pu aborder en préparation. C'est rarement pertinent pour l'évaluation et l'examineur peut tout à fait imposer aux candidats de suivre la trame prévue. Si un sujet contient des fonctions ou des exemples à tester en Python, les candidats doivent les saisir durant la préparation pour que le temps de l'exposé soit majoritairement consacré aux mathématiques.

Comme les années passées, le calcul reste un point faible chez de nombreux candidats par manque de rigueur et d'efficacité.

Les notions de première année sont globalement moins bien maîtrisées, alors qu'elles font pleinement partie du champ d'évaluation.

Le jury est sensible à la rigueur manifestée dans les raisonnements classiques (récurrences, absurde...). L'oral n'est pas l'écrit mais il importe toutefois que les candidats rédigent tout raisonnement un peu élaboré et que la présentation au tableau soit structurée et organisée.

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

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

Algèbre, algèbre linéaire

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

Analyse

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

L'analyse asymptotique est un point faible chez grand nombre de candidats : la recherche d'un équivalent ou d'une domination est souvent bloquante, peu savent invoquer et détailler le théorème des croissances

comparées. Ces difficultés s'accroissent par exemple lors de vérifications d'une hypothèse de domination pour une intégrale à paramètre. Lors de l'étude d'une intégrale, la continuité par morceaux de la fonction intégrée et l'identification de l'intervalle d'intégration avec ouverture ou fermeture des bornes est presque systématiquement omise. Peu de candidats connaissent la définition du rayon de convergence d'une série entière et un grand nombre pense qu'il y a convergence normale sur le disque ouvert de convergence.

Des erreurs persistent dans l'esprit de certains candidats : une suite réelle positive décroissante convergerait nécessairement vers 0, le théorème d'intégration terme à terme d'une série de fonctions sous hypothèse de convergence uniforme pourrait s'appliquer sur un intervalle quelconque, une série entière convergerait normalement sur tout son intervalle ouvert de convergence... Pour une fonction de la variable réelle définie par morceaux, l'étude de la continuité de la fonction se résume parfois à l'étude évidente de la continuité sur chaque morceau sans observer les limites à gauche et à droite aux bords. Enfin, beaucoup de candidats pensent que la suite $((u_n)^n)$ tend vers 0 dès lorsque $0 < (u_n) < 1$.

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

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

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

Probabilités

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

L'outil informatique

Les candidats doivent s'efforcer d'écrire des programmes où leurs notations sont aussi conformes que possible à celles du sujet. Éviter les questions informatiques n'est pas une stratégie viable : celles-ci visent

à établir des conjectures et sans celles-ci, un candidat se retrouve rapidement bloqué. Peu de candidats ont un code fonctionnel à l'issue de la préparation et c'est regrettable. Il s'agit souvent de points relativement simples à rectifier : une parenthèse manquante, une faute d'orthographe sur une fonction ou une méthode, une indentation fautive. Parfois, les candidats produisent un graphique mais ils ne parviennent pas à détecter la figure qui s'affiche en barre des tâches sous Pyzo. Cependant, l'interprétation graphique est en amélioration : les candidats osent formuler des conjectures raisonnables et cohérentes avec la suite du sujet. Dans l'ensemble, on constate une baisse d'autonomie en informatique avec des candidats qui semblent manquer de familiarité avec des attendus classiques comme produire un dessin, calculer une somme, un produit ou la liste des termes d'une suite.

Conclusion

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

Physique

Présentation des épreuves

Épreuve de physique 1

L'épreuve de physique 1 est un oral sans préparation de 30 minutes qui porte sur l'intégralité des programmes de sciences-physiques de PCSI et de PC. Le sujet se situe dans un cadre précis mais ne propose pas de démarche à conduire : celle-ci est essentiellement du ressort du candidat. Ce dernier cherchera à proposer et conduire une résolution dynamique et autonome, tout en restant prêt à interagir de manière constructive avec l'examinateur. La calculatrice est autorisée.

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

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

En cette année de pandémie, un protocole sanitaire strict s'est imposé : port du masque, désinfection des mains dès l'entrée en salle d'interrogation, désinfection des stylos et effaceur après chaque prestation, aération et nettoyage de la salle.

Le respect des horaires a été parfait.

Épreuve de physique 2

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

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

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

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

Un certain nombre d'exercices abordent plusieurs thèmes (optique et thermodynamique, électronique et physique des ondes, etc.) et utilisent plusieurs supports (vidéo et programme Python, analyse d'un

document et programme Python, etc.). Toutes les parties des programmes de première et de deuxième année peuvent être abordées.

Analyse globale des résultats

Épreuve de physique 1

Comme chaque année, et plus encore en ces temps troublés de pandémie, le jury tient à saluer le très grand mérite des candidats et de ceux qui les forment. Il reconnaît les immenses efforts de tous, tout au long de leur formation aussi riche qu'exigeante.

Le jury constate que le niveau global a sensiblement baissé, sans doute en raison du contexte sanitaire (confinements, enseignement en distanciel, oraux 2020 supprimés). Les écarts déjà observés dans le passé entre les prestations faibles et fortes se sont sensiblement creusés. Soulignons toutefois que la grande majorité des candidats adopte une attitude constructive et fait preuve de combativité, hélas pas toujours suivie d'effets, face aux sujets proposés.

Le format de l'épreuve est généralement bien compris : résoudre un problème, sans préparation ni démarche imposée, mais avec autonomie, rigueur et efficacité. Les qualités d'écoute et de réactivité ont été visiblement travaillées par bon nombre de candidats. Les candidats qui manquent d'autonomie et comptent sur l'examineur pour conduire leur interrogation ne peuvent s'attendre à de bons résultats. De même, noyer l'examineur sous des flots de paroles inutiles est à proscrire. L'efficacité est recherchée dans un oral de 30 minutes.

Le jury déplore un manque de maîtrise assez répandu des outils et du formalisme mathématiques courants (notamment dans le domaine de l'intégration). Il regrette également l'absence assez répandue de schémas soignés pourtant indispensables à la compréhension et à la résolution des exercices.

Beaucoup se lancent dans des calculs automatiques avant même d'analyser physiquement le problème étudié.

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

Épreuve de Physique 2

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Épreuve de Physique 1

Certains candidats refusent de s'engager dans une démarche autonome et attendent de l'examineur des relances et des confirmations continues. D'autres écrivent de manière confidentielle des équations qu'ils cachent de leur corps. Un tel oral nécessite comme pré-requis de se lancer avec honnêteté et écoute à la recherche de la solution. Être à l'écoute de l'examineur est également essentiel, ses interventions ne

sont jamais anodines et sont l'occasion d'interagir efficacement. Le moteur de cet oral doit toujours être le candidat. L'examinateur est parfois amené à régler un peu le régime de ce moteur.

Les schémas sont également indispensables dans la résolution d'un problème physique, à condition qu'ils soient de qualité : pas trop petits, ni trop grands, avec les informations utiles (base de vecteurs, orientation, perspective ou coupe, lettres ou numéros de l'énoncé...).

Certains candidats se lancent sans analyser réellement le cœur du problème. Inutile par exemple de chercher à établir une équation de propagation si l'énoncé mentionne l'ARQS. Un défaut de lecture du sujet est souvent relevé.

Il est bon également de valider la démarche proposée en commentant les applications numériques, les ordres de grandeurs ou les dimensions des grandeurs obtenues. Il ne faut pas attendre la sollicitation de l'examinateur après avoir obtenu un résultat, la critique doit être un réflexe salutaire et productif (surtout en cas d'erreur), pas une contrainte.

Le formalisme mathématique a été souvent maltraité. On ne peut écrire une intégrale sans y faire figurer un élément différentiel. Un vecteur ne peut en aucun cas se passer de sa flèche et les intégrales sur des contours ou des surfaces fermées de leur rond (\oint).

Épreuve de Physique 2

Il est très important de prendre conscience qu'un oral n'est pas un écrit debout. À ce titre on attend des candidats qu'ils présentent en premier lieu la situation physique étudiée, la démarche de résolution envisagée, pour qu'une discussion qualitative s'engage éventuellement avec l'examinateur.

Pendant l'oral, *il n'est pas possible de passer des questions sans y être invité par l'examinateur*. Encore une fois les compétences évaluées ne sont pas celles d'un écrit. Les problèmes proposés ont une structure qui se veut la plus proche possible d'un problème réel à analyser et le candidat doit montrer sa capacité à construire un raisonnement logique pour les résoudre.

La description soignée de la démarche, la justification rigoureuse des relations utilisées et l'analyse physique des résultats obtenus sont des critères d'appréciation essentiels pour le jury. De même, **l'honnêteté intellectuelle** est une qualité indissociable de tout esprit scientifique. Tout comportement qui montre que le candidat n'est pas dans cet état d'esprit est jugé très sévèrement par le jury.

Une excellente connaissance « opérationnelle » des notions vues en cours est nécessaire. Les candidats doivent avoir bien conscience qu'ils seront davantage évalués sur leur compréhension profonde du cours que sur leur capacité à ressortir automatiquement une démonstration apprise par cœur (équation de la chaleur, équation d'onde sur une corde, etc.).

Les applications numériques sont incontournables et il n'est pas possible d'ignorer ces étapes sans dénaturer complètement la démarche de résolution. Il n'est donc pas concevable de demander « s'il faut les effectuer », l'évitement ne fait pas partie de la démarche scientifique. Elles sont encore trop souvent erronées, tout comme les changements d'unité, même élémentaires. Il faut présenter un nombre de chiffres significatifs raisonnable, ainsi que l'unité appropriée.

Lorsque le sujet s'apparente à un exercice de type « résolution de problème », il ne s'agit pas d'un problème ouvert car des questions permettent d'accompagner le candidat dans sa démarche de modélisation. Ce format permet à l'examinateur d'apprécier l'aptitude du candidat à raisonner « en physicien », en fournissant des ordres de grandeur cohérents et en mobilisant ses connaissances dans différents domaines de la physique.

La connaissance de quelques ordres de grandeur est d'ailleurs indispensable à tout futur ingénieur. Il y a encore beaucoup de candidats qui ne connaissent pas l'ordre de grandeur de la masse volumique de l'eau, de celle de l'air, de la puissance d'un radiateur, d'une bouilloire ou d'un réfrigérateur, de la tension du secteur, de la distance Terre-Soleil, etc.

La vérification rapide de l'homogénéité d'un résultat, même si elle est indispensable, n'est pas la seule façon d'en vérifier la validité. Une analyse du comportement asymptotique et du sens de variation par rapport à un ou plusieurs paramètres permet souvent de se rendre compte d'une erreur.

Il n'y a quasiment plus de candidats qui tentent d'esquiver l'utilisation du programme Python associé au sujet. Le jury valorise toujours ceux qui consacrent une partie de leur temps de préparation à l'utilisation de ce programme pour avancer dans la résolution du problème posé.

Beaucoup de sujets utilisent une vidéo pour présenter la situation physique à étudier. Pour s'appropriier le problème, il est conseillé de consacrer un petit temps à l'analyse de la vidéo. Il est important de se faire une première image de la situation, d'identifier les grandeurs physiques pertinentes, de faire des schémas. Cette première approche conditionne souvent la qualité de la démarche qui suit.

Notons qu'il est important de *se munir d'une règle* pour exploiter pleinement certains supports. Un formulaire contenant les relations qui doivent être rappelées dans le cadre du programme, ainsi que quelques formules trigonométriques et ordres de grandeur, est mis à la disposition des candidats sur l'ordinateur. La calculatrice est autorisée, mais il est aussi tout à fait possible d'utiliser une console Python pour y effectuer les applications numériques.

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

Remarques générales communes aux deux épreuves

Thermodynamique

Le premier principe dit « industriel » est loin d'apparaître comme un outil naturel pour étudier un système ouvert. De même, lors de l'étude thermique d'un système fermé dont on peut considérer la température uniforme, nombre de candidats se précipitent sur l'équation de la diffusion thermique, les amenant alors vers de lourdes incohérences. Les conditions d'application de chaque relation doivent être rappelées, justifiées, voire discutées avec l'examinateur dans le cadre du modèle qui est élaboré.

Certains candidats pensent qu'une machine thermique parvient à refroidir un lieu grâce à un fluide qui est froid (ne l'appelle-t-on pas réfrigérant ?). L'idée d'utiliser des changements d'états (vaporisation ou condensation) leur est totalement étrangère.

L'écriture infinitésimale est parfois employée sans objet, juste parce qu'on ne saurait pas calculer une intégrale.

On entend parfois des expressions révélatrices : « la température se propage », « on va calculer des transferts de chaleur ». La définition de la résistance thermique n'est pas $1/\lambda \cdot e/S$.

Électronique

Si la majorité des candidats sait établir la fonction de transfert d'un filtre simple, assez peu savent en déduire la forme d'un signal de sortie du filtre connaissant l'expression du signal en entrée dès lors que celui-ci possède plus d'une composante fréquentielle.

Électromagnétisme

L'induction électromagnétique a souvent été problématique, car les circuits et contours sont rarement orientés. Les recherches des symétries et des invariances sont souvent superficielles, et leur lien avec les contours d'Ampère et surfaces de Gauss souvent ignorés. Le calcul du champ magnétique créé par un solénoïde infini est un « incontournable », pourtant de très nombreux candidats sont incapables d'en mener une étude correcte jusqu'au résultat.

Comme chaque année, l'induction est source de problèmes insurmontables. Il convient de s'interroger en premier lieu (après avoir orienté le circuit étudié bien sûr) sur la variation temporelle du flux magnétique (et pas de B seul). On effectue une analyse qualitative avec la loi de Lenz. On écrit la loi de Faraday où figure le champ magnétique total (inducteur et induit), puis les équations électrique et magnétique.

Le jury a constaté un mélange local/intégral des équations/théorèmes de Maxwell du type flux de $E = \rho/\epsilon_0$. Un recadrage à ce niveau serait utile.

Chercher à calculer le flux de B sur une surface fermée (dument identifiée par son o) est une perte de temps.

On entend souvent parler d'invariance sans que l'on sache de quoi.

Il est essentiel de fixer le point M en lequel on cherche des plans de symétrie des distributions, sinon, on tombe sur des résultats absurdes : prenons un cylindre d'axe de révolution $z'z$ chargé uniformément en volume ; on entend souvent que tout plan contenant $z'z$ est plan de symétrie de la distribution (ce qui est vrai), on en conclut que le vecteur \vec{E} est porté par \vec{u}_z (ce qui est faux).

Soulignons que l'analyse des symétries et invariance des distributions est un préalable à l'application des théorèmes de Gauss et d'Ampère.

Le jury a relevé des confusions entre direction de propagation et polarisation.

Mécanique du point et du solide

On ne peut débiter une étude mécanique sans préciser ni le système, ni le référentiel d'étude (et donc son caractère galiléen ou non). Il convient également de manifester rigueur et exhaustivité dans le dénombrement des actions qui interviennent. La notion de moment en un point est également problématique pour certains candidats, l'utilisation du produit vectoriel n'est pas maîtrisée, de même que la notion de bras de levier. Dans le cas où la force élémentaire n'est pas uniforme, il convient de savoir revenir à la définition intégrale.

Les exercices de mécanique posent des problèmes à bon nombre de candidats en raison d'un manque de rigueur (vecteur/scalaire, schémas, définitions du système et du référentiel, dérivées, intégrales, conditions aux limites, bases de projections, représentations 3D ou en coupe...) et de méthode. Il y a moyen d'améliorer le niveau des performances en s'exerçant sur des cas simples.

Le moment d'une force est parfois incompris.

Appeler PFD ou RFD le théorème de la résultante cinétique pour un solide (en rotation par exemple) donne lieu à des problèmes insolubles : on écrit ainsi « l'accélération du solide », « la force d'inertie en un point » sans se soucier le moins du monde du centre de masse.

Mécanique des fluides

La justification des dépendances et des directions du champ de vitesse en mécanique des fluides est encore moins évidente qu'en électromagnétisme. Les candidats n'ont en général pas les mêmes réflexes et peinent à parler d'invariance et de symétries.

La poussée d'Archimède est le plus souvent confondue avec le théorème d'Archimède. Son utilisation est parfois illégitime sans que les candidats n'en réalisent la raison.

La mise en place de bilan est souvent compliquée voire impossible : il faut revoir ce point en commençant par la définition du système ET du référentiel, ce dernier passant souvent à la trappe.

Mécanique quantique

Les problèmes proposés débutent très souvent par une discussion classique, une analyse en terme d'ordres de grandeur ou une simulation sur un logiciel. Pourtant, encore beaucoup de candidats tentent d'esquiver

ces aspects et se précipitent sur le « refuge » que constitue l'équation de Schrödinger fournie, en voulant alors transformer l'exercice en une résolution d'équation différentielle : les interprétations physiques sont pourtant absolument incontournables.

Ce domaine est souvent l'objet de calculs rituels sans vrai recul quand il est abordé. Un minimum d'analyse et de compréhension serait souhaitable.

Optique géométrique

Certains candidats ont encore du mal à faire la différence entre distance et distance algébrique, ce qui les mène ainsi à des résultats totalement aberrants. Il est indispensable de maîtriser le théorème de Thalès. Les notions d'objets (respectivement d'images) réels et virtuels ne sont pas toujours assimilées. La réflexion totale est souvent mal maîtrisée.

On ne place pas toujours l'écran dans le plan focal image d'une lentille convergente.

Optique ondulatoire

Il faut savoir exprimer une différence de marche, savoir localiser les figures d'interférence. L'expression de la différence de marche obtenue avec un interféromètre de Michelson en lame d'air est rarement démontrée. Le calcul du rayon des anneaux brillants (ou sombre) est souvent laborieux : de nombreux candidats ne réalisent pas que l'ordre d'interférence est maximal au centre de la figure d'interférence.

L'usage du théorème de Malus associé au retour inverse de la lumière dans le calcul des différences de marche a posé parfois problème.

Conclusion

Le jury souhaite que les futurs candidats aient bien conscience que les épreuves orales sont l'occasion de faire preuve de qualités attendues chez de futurs ingénieurs : rigueur scientifique, honnêteté intellectuelle, esprit critique, autonomie, communication, culture scientifique et technique.

En ces temps compliqués, les jurys tiennent à saluer plus que jamais l'immense mérite des candidats et de leurs formateurs.

Pour réussir leur oral, les candidats auront à cœur d'exposer de façon dynamique et autonome en restant à l'écoute des interventions de l'examineur. Ces dernières ont pour but d'avancer dans la résolution du problème et de cerner les capacités des candidats.

Il est essentiel de veiller au strict respect du formalisme mathématique sans lequel aucune démonstration n'est possible.

Chimie

Présentation de l'épreuve

L'épreuve orale consiste en une présentation en 30 minutes du traitement, préparé par le candidat pendant 30 minutes, d'un sujet comportant éventuellement deux parties distinctes. Les candidats ont à leur disposition des tables de données de RMN et IR et une classification périodique dont ils doivent, éventuellement et à leur initiative, extraire des informations utiles à la résolution de différentes questions. Certains sujets font par ailleurs appel au logiciel graphe-2D : dans ce cas, une aide à la prise en main est systématiquement proposée en début de préparation. D'autres nécessitent quelques lignes de programmation en langage Python.

L'intégralité des sujets est commune à tous les examinateurs.

La totalité des questions s'inscrit dans le programme des deux années des classes préparatoires PCSI et PC. Les sujets sont conçus d'une part pour vérifier le niveau de connaissances disciplinaires du candidat et d'autre part pour évaluer son degré de maîtrise des compétences de la démarche scientifique. Pour cela, des questions, en proportion variable, visent à évaluer spécifiquement les capacités du candidat à résoudre des tâches complexes, notamment au travers d'approches documentaires et de résolutions de problèmes.

Les grilles de compétences supports de l'évaluation par tous les interrogateurs à l'oral du concours font apparaître cinq entrées : réflexion et prise de recul, rigueur et aisance du raisonnement, maîtrise de l'outil mathématique et de l'outil informatique, autonomie et initiative, interaction et échanges avec l'examinateur. Les sujets conçus pour l'épreuve orale de chimie de la filière PC s'appuient sur les compétences de la démarche scientifique, énoncées autrement dans les programmes, mais qui convergent avec les intitulés précédents. Ils permettent aux candidats de montrer leur capacité d'appropriation et d'analyse du problème (reformulation d'une problématique, formulation d'hypothèses, analyse de données tabulées ou graphiques, comme un titrage), leur capacité à proposer un axe de résolution et une résolution (réaliser une mise en équation, puis un calcul, en cinétique, en thermodynamique), leur capacité à réfléchir et à porter un regard critique sur les résultats obtenus ou fournis (ordre de grandeur des valeurs calculées, exploitation des conditions opératoires d'une transformation, évaluation de la pertinence d'une analyse rétrosynthétique). L'autonomie, la prise d'initiative, la capacité d'interaction et d'échange, de communication orale dans un langage scientifique pertinent et adapté sont évaluées de manière transversale sur l'ensemble des questions du sujet.

Analyse globale des résultats

Les prestations sont assez hétérogènes, l'échelle de notes disponible est de ce fait complètement utilisée.

Dans une écrasante majorité des cas, les candidats sont volontaires et intéressés. Les échanges avec l'examinateur ou l'examinatrice ont pour but d'aider les candidats à avancer dans leurs raisonnements et éventuellement à corriger les erreurs commises. Les candidats doivent donc éviter d'être sur la défensive lors de cet échange, ce qui est malheureusement parfois constaté.

Certains candidats particulièrement stressés ont en permanence l'œil sur leur montre et veulent absolument aller le plus loin possible dans le sujet. Ce faisant, certaines réflexions et l'interaction avec le jury s'en trouvent négligées.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

L'autonomie dans les raisonnements est valorisée. Au contraire, certains candidats sont trop en attente d'une validation par le jury et n'osent pas poursuivre l'exploration des pistes de réflexion sans approbation préalable.

Il n'est pas nécessaire d'exposer ligne par ligne tous les calculs développés en préparation. Une présentation claire de la démarche, de quelques résultats intermédiaires et du résultat final peut suffire. Si une erreur est commise, le jury demande alors des détails afin d'amener le candidat à la corriger. Ainsi, plus de temps pourra être consacré à la discussion autour de questions non résolues ou d'interprétations plus fines.

Lorsqu'une question porte sur l'analyse de documents, il convient d'en interpréter le contenu en l'enrichissant de ses connaissances et réflexions personnelles, et surtout en évitant la paraphrase.

Enfin, le jury encourage les candidats à faire attention à la précision du vocabulaire employé (grandeur standard ou non standard, existence ou prédominance, substitution ou addition, etc.) afin d'éviter les contre-sens.

Réactivité et transformations en chimie organique

La chimie organique met particulièrement en évidence la disparité des acquis des candidats. D'excellents candidats ont une maîtrise parfaite du cours et sont capables de l'adapter facilement à des situations nouvelles et originales par analogie. D'autres candidats ne maîtrisent pas les concepts de base et sont rapidement bloqués par des situations pourtant classiques : la stabilisation des carbocations n'est pas limitée à leur classe par exemple.

Les mécanismes sont dans l'ensemble bien traités mais le jury regrette l'absence de commentaires pour chaque étape (réaction acide-base, addition nucléophile...). Les questions portant sur les orbitales moléculaires sont bien traitées. L'application de la chimie organique aux polymères reste délicate. Le monomère est souvent confondu avec l'unité de répétition.

De nombreux sujets proposent des documents avec des schémas de synthèses ou des protocoles expérimentaux à commenter : on peut regretter que les réponses fournies se limitent souvent à de la paraphrase. L'analyse doit être plus approfondie, mettre en lumière les stratégies, les diverses sélectivités pour les synthèses et le rôle de chaque étape pour les protocoles expérimentaux (différencier extraction et lavage par exemple). Les rétrosynthèses restent problématiques pour les candidats qui ont des difficultés à mobiliser rapidement leurs connaissances pour casser ou créer des liaisons, activer ou protéger des fonctions.

Thermodynamique des transformations physico-chimiques

Si la valeur de la variance est en général bien déterminée, son utilisation n'est pas toujours bien effectuée. Trop de candidats n'arrivent pas à trancher entre rupture et déplacement d'équilibre. De même il y a trop de confusion entre zones d'existence et domaines de prédominance des constituants.

L'optimisation des procédés industriels n'est pas toujours suffisamment décrite ou justifiée. La confusion est fréquente entre la constante d'équilibre et le quotient réactionnel, la justification du rôle des paramètres physiques température et pression pose alors problème aux candidats.

Cinétique chimique et électrochimique

Les techniques calculatoires relatives aux questions de cinétique macroscopique sont maîtrisées par la grande majorité des candidats mais une lecture plus attentive de l'énoncé éviterait certaines erreurs et

permettrait de proposer ou de justifier des approximations adéquates : oubli des coefficients stœchiométriques dans la définition de la vitesse de réaction, situation de dégénérescence de l'ordre par rapport à un ou plusieurs réactifs ou réactifs introduits en proportions stœchiométriques, concentration d'un catalyseur pouvant être considérée comme constante. La notion de temps de demi-réaction est maîtrisée. La loi d'Arrhenius est généralement suée, et bien utilisée par les candidats pour déterminer l'énergie d'activation d'une réaction.

Certains candidats confondent le modèle microscopique proposé et les résultats expérimentaux obtenus, le discours devient alors confus quand il s'agit de faire le lien entre les deux. L'étude de mécanismes réactionnels conduit à des erreurs du fait de l'oubli des réactions retour dans l'expression de la vitesse. L'AEQS est généralement bien justifiée mais les calculs peuvent conduire à de longs développements sans toujours aboutir. Les candidats ne pensent pas à considérer des cas limites (temps court ou équilibre) pour simplifier les équations différentielles établies. Les profils énergétiques ne sont pas toujours bien tracés (confusion entre intermédiaire réactionnel et état de transition) et la notion de coordonnée réactionnelle est très floue pour certains candidats.

Pour certains sujets, des scripts Python sont fournis pour aider à effectuer des régressions linéaires : ceux-ci ne sont que très peu utilisés par les candidats, ces derniers préférant souvent utiliser leur calculatrice.

Courbes courant-potentiel

Une fois la liste des espèces effectivement présentes établie, le tracé des courbes courant-potentiel ne pose en général pas de problème. Leur utilisation est en revanche plus difficile pour un certain nombre de candidats : les notions de potentiel mixte, de tension à vide et de tension de seuil sont mal maîtrisées, la nécessité d'avoir des intensités anodique et cathodique égales en valeur absolue n'est pas toujours respectée. Les courbes courant-potentiel ne sont souvent pas mises à profit pour rendre compte de transformations spontanées ou forcées, lentes ou rapides, les candidats se limitant à l'utilisation des valeurs des potentiels standard.

Solutions aqueuses

En acido-basicité, la définition de la constante d'acidité associée à un couple est assez mal maîtrisée. D'autre part, le jury a été surpris d'entendre à plusieurs reprises que la première acidité forte d'un diacide était négligée, au titre du fait que ce dernier était déjà dissocié dans l'eau solvant.

L'utilisation de diagrammes potentiel-pH pose de nombreux problèmes aux candidats : difficultés dans le calcul des nombres d'oxydation, dans la prévision du caractère quantitatif de la transformation étudiée ou encore dans l'identification des espèces chimiques présentes dans l'état d'équilibre du système. De nombreux candidats cherchent à extraire (avec un bonheur inégal) les potentiels standard associés aux couples des espèces rédox en présence, pour pouvoir raisonner sur une échelle de potentiel standard, pourtant moins riche en information (notamment lorsque lors du protocole étudié des étapes d'acidification ou de basification du milieu sont effectuées...).

De même, de trop nombreux candidats peinent sur l'utilisation des courbes courant-potentiel et confondent, en particulier, les fonctionnements en pile et électrolyseur d'une cellule électrochimique et, de façon corrélée, les notions de potentiel mixte et de tension à vide.

Cristallographie

La détermination de la population d'une maille est généralement correctement maîtrisée, de même que les calculs de masse volumique ou de compacité. Les confrontations avec l'ordre de grandeur attendu ou d'éventuelles propriétés de base qui en résultent sont en revanche souvent malmenées.

Utilisation de l'informatique

Les sujets proposés sont tous contextualisés. À ce titre, l'outil informatique peut être mobilisé lorsqu'il contribue à illustrer un phénomène (vidéo, photo) ou qu'il aide à répondre à une problématique.

D'un point de vue technique, les scripts python fournis peuvent servir, selon le cas, à résoudre une équation complexe, à intégrer une équation différentielle ou à traiter des données expérimentales (tracé d'un nuage de points, réalisation d'une régression linéaire, calcul d'une aire). Les scripts fournis ne nécessitent que des interventions mineures de la part des candidats. Ces modifications sont systématiquement opérées après une étude théorique. Ils permettent d'éviter des calculs difficiles ou trop longs pour la durée d'une épreuve orale. Voici deux exemples d'utilisation de Python :

- en cinétique, après avoir déterminé une loi de vitesse, les valeurs numériques obtenues sont saisies dans un script afin d'opérer une intégration numérique de l'équation différentielle, et ainsi proposer un dimensionnement du système, évaluer une durée ou choisir un mélange initial de réactifs ;
- en thermodynamique, l'expression complexe d'un quotient de réaction est saisie par le candidat dans le script afin de déterminer la composition du système à l'équilibre chimique ou visualiser l'effet d'une modification d'un paramètre expérimental sur la composition du système.

En matière d'environnement, les scripts peuvent être ouverts avec Pyzo ou Spyder.

Conclusion

Le jury peut se réjouir qu'un nombre important de candidats se présentent au concours avec un degré de préparation très sérieux et il apprécie d'évaluer un nombre non négligeable de prestations de grande qualité.

Le jury attend des candidats dynamisme, précision, analyse critique des résultats fournis et établis, mobilisation pertinente des connaissances, des méthodes, des raisonnements et des savoir-faire acquis pendant les deux années de préparation pour résoudre les problèmes posés. La dimension d'échange avec l'examineur pendant l'oral est cependant importante et les candidats sont aussi évalués sur leur capacité à écouter, interagir, et exploiter les éléments d'information complémentaires fournis par l'examineur pour poursuivre le plus possible en autonomie sa résolution.

Travaux pratiques de chimie

Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

Analyse globale des résultats

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

Les gestes manipulateurs ainsi que l'exploitation des manipulations classiques sont bien maîtrisés. Le jury note cependant la difficulté de certains candidats à se confronter à une situation plus complexe.

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Lors de la présentation de l'épreuve, des recommandations sont faites aux candidats notamment celle de lire rapidement l'intégralité du sujet. Comprendre les enjeux et l'objectif final du sujet proposé, repérer les parties indépendantes, prendre en considération les temps d'attente inhérents à une manipulation, prendre connaissance des données utiles à la réalisation du sujet, sont autant d'aides à l'organisation du travail au cours de l'épreuve. Malheureusement, de nombreux candidats font le choix d'une lecture approfondie du sujet alors qu'une manipulation dont le protocole est fourni et mettant en jeu un long temps d'attente pourrait être mise en place très rapidement. Ils s'en trouvent pénalisés à la fin de l'épreuve. Par ailleurs, le jury a souvent constaté que les candidats traitent presque systématiquement les sujets proposés dans

l'ordre des parties proposées et n'aborderont la partie II que lorsque la partie I est terminée. Alors que quand l'ordre des parties ne peut être modifié, cela est clairement indiqué dans le sujet. Si tel n'est pas le cas, il est recommandé d'anticiper la planification des différentes manipulations dans un ordre pertinent. Quand une manipulation proposée en fin de sujet nécessite un temps d'attente relativement important, une mise en garde des candidats est faite en début de sujet ; il est regrettable que peu de candidats en tiennent compte.

Les appels sont des échanges entre le candidat et l'examineur. Le dialogue établi permet, en particulier, de lever des situations de blocage. Trop de candidats tardent à appeler l'examineur s'ils éprouvent des difficultés pour répondre aux attendus de l'appel. Il faut garder à l'esprit que le temps consacré à l'appel est du temps pris sur la réalisation des expérimentations et l'analyse des résultats expérimentaux.

Il est rappelé ici que les candidats ont la possibilité de ne pas répondre au contenu d'un appel portant sur l'élaboration d'un protocole et de demander le protocole à l'examineur. Ce choix est très rarement fait par les candidats. Il permet pourtant d'optimiser la gestion de la durée de l'épreuve.

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

Dans l'ensemble, l'outil numérique est sous exploité surtout en ce qui concerne la modélisation de courbes de titrage.

Comme les années précédentes, le jury a constaté des difficultés récurrentes des candidats à traiter des sujets ou des parties de sujets portant sur l'analyse quantitative en solution aqueuse. La mise en œuvre de la manipulation ne pose pas de problème mais l'élaboration du protocole et l'exploitation des résultats expérimentaux de nombreux titrages s'avèrent difficiles voire insurmontables quand il s'agit de mélanges. Par exemple, la mise au point du protocole de titrage de l'acide oxalique par le permanganate de potassium suivi par colorimétrie et sa mise en œuvre peuvent occuper certains candidats durant la moitié de la durée de l'épreuve. C'est regrettable car de très nombreux sujets font appel pour partie à la chimie des solutions.

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

Les appels

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

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

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

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

La préparation des appels

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

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

Une approche qualitative des titrages peut faire appel à des manipulations en tubes à essai. Le jury constate que cette démarche dérouté les candidats dès que l'initiative leur est laissée. Cela peut pourtant s'avérer fort utile pour la compréhension et la réalisation d'un suivi colorimétrique de titrage par exemple.

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

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

La mise en œuvre des protocoles

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

Le jury a constaté un plus grand soin apporté à la réalisation des pesées. Cependant, l'utilisation de la balance de précision est perfectible, peu de candidats pensent à clore les battants de la balance lors de la réalisation de leur pesée. La pesée directe d'un solide dans une fiole jaugée est déconseillée. Il est conseillé de dissoudre au préalable le solide dans un bécher plutôt que directement dans la fiole jaugée. De façon générale, le transvasement de la coupelle (ou du sabot de pesée) est rarement quantitatif, très peu de candidats pensent à la rincer ou à la repeser afin de déterminer la quantité de matière effectivement mise en jeu. Les écarts entre la masse pesée et celle effectivement engagée peuvent s'avérer très importants surtout lorsqu'il s'agit par exemple de peser du beurre ! De même, les candidats rincent rarement le bécher ayant servi à la dissolution d'un solide.

Le jury attend des candidats une utilisation raisonnée de la verrerie. Prélever le solvant à la pipette jaugée témoigne d'une mauvaise maîtrise du protocole mis en œuvre.

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

Le maniement des pipettes jaugées ainsi que des propipettes est perfectible. Remplir une burette ou une fiole jaugée avec une pipette jaugée est peu pertinent. Il est à noter qu'une burette peut aussi servir à préparer des solutions avec précision. Peu de candidats envisagent son utilisation pour la réalisation de solutions nécessaires au tracé d'une courbe d'étalonnage.

Le remplissage des burettes n'est pas maîtrisé. Il est rappelé qu'un bon usage de la burette est conditionné par l'absence de bulles d'air.

En ce qui concerne les titrages, un affinage au voisinage de l'équivalence est attendu pour les suivis potentiométriques. Le jury conseille aux candidats de tracer la courbe en même temps que la réalisation du titrage. Un titrage rapide et un titrage lent ou deux titrages concordants sont bienvenus pour les suivis colorimétriques.

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

En chimie organique, le jury rappelle que les montages de verrerie doivent être sécurisés : support élévateur positionné de façon à pouvoir retirer la source de chauffage rapidement, fixation ferme avec une pince deux doigts du ballon, fixation des fioles à vide pour une filtration sur Buchner. Certains candidats confondent réfrigérant droit avec réfrigérant à boules ou colonne de Vigreux. Le montage d'hydrodistillation n'est pas toujours maîtrisé.

Les durées de reflux sont à comptabiliser à partir du début de la condensation des vapeurs et non à partir du début du chauffage. Si un contrôle de la température du milieu réactionnel doit être fait, le thermomètre doit plonger dans la solution. Le type de barreau magnétique doit être adapté à la verrerie utilisée. Une filtration par gravité est usuelle après un séchage de la phase organique. Une tare du ballon utilisé pour l'évaporateur rotatif est conseillée afin de faciliter la détermination d'un rendement. L'évaporateur rotatif est manipulé par le technicien mais c'est au candidat d'indiquer la nature du solvant à éliminer. Lors de la filtration sur Buchner, le filtre est trop rarement humidifié avec le solvant. L'aspiration est rarement coupée lors du lavage du solide. Le transfert du solide est rarement quantitatif.

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

La cuve de CCM est rarement saturée en éluant à l'avance et reste souvent ouverte.

De nombreux candidats éprouvent des difficultés à faire une mesure correcte d'un indice de réfraction.

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

L'exploitation des résultats expérimentaux

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

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

La valeur d'une température de fusion doit être confrontée à la valeur tabulée et commentée en conséquence.

Les plaques CCM doivent être révélées et analysées.

Les spectres IR et RMN doivent être clairement exploités. Un signal en IR est repéré par son nombre d'onde et un signal en RMN par le déplacement chimique. Les valeurs correspondantes doivent être indiquées lors de l'attribution.

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

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

Le rapport écrit

Le jury rappelle que ni le contenu des appels, ni les protocoles, ni les montages de verrerie mis en œuvre n'ont à y être reportés.

Le rapport écrit est sensé rendre compte des observations faites lors des expériences et fournir une exploitation et une analyse des résultats expérimentaux obtenus. Pour ce faire, la démarche utilisée pour atteindre la valeur cible doit être explicitée de façon concise et précise.

La valeur cible d'un titrage n'est pas un volume équivalent mais une quantité de matière. Cet objectif ne peut être atteint qu'après l'écriture de la réaction support du titrage. Cette étape présente de grandes difficultés en oxydoréduction et est difficilement surmontable pour certains candidats sans aide dans le cas de titrages de mélanges.

Quand la valeur cible est obtenue, elle est rarement assortie d'une incertitude-type même si certains progrès ont été constatés. Elle n'est quasiment jamais confrontée à la valeur de référence attendue ou tabulée.

Très peu de candidats font part de leurs observations expérimentales (changement de couleur, apparition ou disparition d'une phase, échauffement ou refroidissement du milieu par exemple) ou portent un regard critique sur les manipulations ou les résultats obtenus.

Conclusion

Le jury souhaite que le présent rapport aide au mieux les futurs candidats au concours Centrale-Supélec. La lecture du rapport de l'année précédente est aussi un apport utile.

Ces rapports identifient quelques erreurs et absences de maîtrise de capacités techniques et compétences expérimentales observées chez les candidats mais le jury n'en oublie pas moins les qualités et la maîtrise des gestes dont beaucoup font preuve.

Travaux pratiques de physique

Présentation de l'épreuve

L'épreuve, d'une durée de 3 heures, consiste à réaliser plusieurs expériences, à analyser et à interpréter les résultats en vue de répondre à une problématique concrète. Il s'agit d'étudier un phénomène particulier (électricité, électronique, optique) à l'aide des notions figurant au programme des deux années de préparation. D'une manière générale, les candidats sont évalués à partir des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

L'épreuve nécessite généralement l'élaboration et la mise en œuvre d'un ou plusieurs protocoles expérimentaux, une interprétation et une présentation des résultats, accompagnées éventuellement de quelques justifications théoriques. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou à proposer par les candidats. Parallèlement aux échanges avec l'examineur, les candidats rédigent un compte rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses aux questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé aux candidats d'analyser et de valider les résultats, d'effectuer une synthèse montrant que la démarche et la finalité de l'étude sont comprises ou encore de répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

Cette épreuve ne nécessite pas de mesures de sécurité particulière. Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle) lorsqu'il n'est pas fourni par le concours. Les copies, brouillons et papiers spéciaux sont fournis par le concours. Les appareils connectés (et en particulier les téléphones portables) et les clés USB sont interdits. Aucune montre n'est autorisée, le concours met un réveil à disposition des candidats.

Durant l'épreuve, les étudiants disposent de la notice des appareils et des modes d'emploi succincts des différents logiciels mis à leur disposition. Dans certains cas, l'examineur ou un technicien peut également expliquer le fonctionnement de certains dispositifs.

Le jury souhaite que les commentaires et conseils figurant ci-après aident au mieux les futurs candidats au concours Centrale-Supélec.

Analyse globale des résultats

Si globalement, les candidats semblent toujours bien préparés à l'épreuve de travaux pratiques de physique, le jury a pu noter cette année, un peu plus de difficulté et de lenteurs dans la réalisation des protocoles expérimentaux. Le jury a conscience que la préparation a certainement dû être plus difficile en raison du contexte sanitaire. Certains candidats sont cependant de brillants expérimentateurs et font des analyses très fines. D'autres, au contraire, ont plus de difficultés dans les manipulations et manquent de dextérité. Par ailleurs, on peut regretter qu'un certain nombre d'entre eux se focalisent sur la réalisation des gestes expérimentaux sans réellement chercher à comprendre les phénomènes ni à exploiter les résultats en vue de répondre à la problématique proposée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attitude

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

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. Les candidats sont responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Certains candidats ont une attitude trop attentiste qui nuit à leur efficacité. Une utilisation raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examineur en cas de difficultés améliorerait les prestations. Certains candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examineur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les annexes et les tableaux de données. Identifier les différentes manipulations à réaliser et les éventuels temps morts permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité.

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

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

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

Interaction avec l'examineur

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

Aspects pratiques

L'oscilloscope numérique est souvent employé comme instrument à tout mesurer (à la place du voltmètre par exemple). Nombre de candidats en attendent des fonctions évoluées (calcul de valeur crête, de valeur moyenne...) mais manquent d'esprit critique quant aux résultats obtenus (par exemple dans le cas d'échelles horizontales ou verticales inadaptées). Beaucoup de candidats attendent que l'appareil fournisse

une mesure directe des déphasages et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque cette fonction n'est pas disponible.

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

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

On note toujours certaines erreurs récurrentes :

- erreurs de masse (non-raccordement ou raccordement en deux endroits différents, entrée non connectée à la masse alors qu'on demande d'appliquer un potentiel de 0 volt) ;
- non-vérification du fonctionnement linéaire d'un montage (choix de signaux d'amplitude inadaptée) ;
- confusion entre fréquence et pulsation ;
- confusion entre tension crête et tension crête-à-crête. L'étude de la fonction de transfert d'une boîte noire avec deux bornes marquées entrée et deux bornes marquées sortie pose souvent des problèmes de branchement. En cas de doute, le candidat ne doit pas hésiter à demander confirmation à l'examineur.

Peu de candidats mentionnent les erreurs liées au principe physique utilisé par l'instrument, de la précision de mesure de l'appareil, des erreurs systématiques et subjectives, de la notion de résolution... Beaucoup ne savent pas donner la précision de lecture d'un appareil : par exemple, une tension lue sur un voltmètre analogique ou un angle lu sur un goniomètre ont une précision donnée par les graduations. Lorsqu'un calcul d'incertitude est demandé, on voit un peu de tout (somme des incertitudes relatives, racine carrée de la somme des carrés des incertitudes relatives...) parfois accompagné d'un coefficient, indépendamment du nombre de variables ; certains ne semblent pas surpris d'obtenir une incertitude très inférieure à celle des composants ou de l'appareil de mesure.

Concernant le matériel utilisé en optique, les candidats l'utilisent globalement en connaissance de cause et font des réglages et mesures avec soin, ce qui est très appréciable. Certains ne savent pas distinguer une lentille divergente d'une lentille convergente ou utilisent des termes approximatifs, confondant les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). Mais globalement le niveau en optique est satisfaisant. En interférométrie, il manque souvent la compréhension physique des phénomènes observés, en particulier la relation entre l'observation (niveau lumineux) et la différence de marche, ainsi que la différence entre forme des franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Sur le goniomètre, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles incidents et réfractés ou diffractés par un réseau.

Concernant les résultats expérimentaux, leur incohérence ne semble pas perturber certains candidats. D'autres au contraire n'hésitent pas à déformer les phénomènes observés pour les faire coïncider avec des interprétations erronées.

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

Certains n'utilisent pas le papier millimétré ou l'ordinateur à leur disposition et dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte rendu.

Dans l'ensemble, la plupart des candidats maîtrisent correctement le tracé expérimental de diagrammes de Bode ainsi que l'analyse de ces diagrammes mais trop de candidats annoncent comme asymptote à -20 decibel/décade une droite de pente différente, qu'ils ont tracée en se contentant de coller au mieux aux points de mesure. Quelques candidats peu familiers avec le papier semi-logarithmique portent en abscisse le logarithme de la fréquence au lieu de la fréquence. Certains ont des difficultés à exploiter le relevé expérimental (identifier un gain statique ou une fréquence de coupure à partir des tracés de la réponse fréquentielles)

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

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

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

Compétence « communiquer »

À l'oral

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

À l'écrit

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

Enfin, 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 tableaux de mesures sont appréciés, mais trop rares. En fait, un trop grand nombre se satisfait d'une seule mesure. L'épreuve est certes en temps limité, mais répéter une mesure est utile pour comprendre quels effets peuvent intervenir dans l'évaluation de l'incertitude associée la mesure.

Conclusion

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

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

Sciences (Arts et Métiers)

Présentation de l'épreuve

Objectifs de l'épreuve

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

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

Les pré-requis strictement nécessaires à l'épreuve sont liés aux enseignements de sciences industrielles du premier semestre de première année, ainsi que de physique des deux années, quelles que soient l'option et la filière.

Organisation de l'épreuve

Phase de préparation (30 min)

Les candidats sont dans une salle de préparation séparée de la salle d'examen, le jury n'intervient pas durant cette préparation.

Les candidats disposent d'un système ou d'un sous-système réel, d'un document explicatif, associant schémas, graphes... présentant ses composants et permettant d'en comprendre le contexte d'utilisation, les constituants, le fonctionnement, ainsi que, si besoin, des outils nécessaires au démontage.

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

Structure du sujet

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

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

Phase d'interrogation (25 min)

Lors de l'interrogation, dans un premier temps, les candidats doivent être capables d'identifier le besoin et les principales exigences liés au système. Ils doivent aussi préciser les frontières de l'étude, le contexte d'utilisation du système ainsi que les flux mis en jeu (matière, énergie et information). Cette analyse leur permet de justifier les fonctions assurées par le système étudié.

Les candidats doivent également être capable de décrire les différents phénomènes physiques mis en jeu et de donner des éléments de modélisation de ces phénomènes dans le but d'étudier les performances du système. Les candidats doivent être moteurs et c'est à eux de choisir le ou les phénomènes à modéliser.

Dans un second temps, ils doivent fournir les réponses aux questions liées au système étudié, dans l'ordre qu'ils souhaitent.

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

Évaluation

Au cours de l'interrogation orale, les candidats sont évalués sur les points suivants :

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

Analyse globale des résultats

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

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

- des candidats mal préparés à mener de façon autonome et efficace un exposé synthétique sur un système réel, en exploitant les informations et illustrations de documents ;
- une lecture insuffisante du sujet ; les valeurs données, les informations « constructeur », les schémas ne sont pas complètement exploités et analysés, les candidats n'ont donc pas en main toutes les informations utiles ;
- des difficultés à décrire l'architecture du système étudié, ainsi qu'un vocabulaire technique pauvre ou mal adapté ;
- des candidats déstabilisés par un problème où tout n'est pas décrit ou paramétré ;
- des candidats qui ont du mal à poser un problème de façon simple et rigoureuse, ainsi qu'à réaliser des schémas clairs, lisibles et rigoureux au tableau ;

- des difficultés pour effectuer le passage du réel au modèle et du modèle au réel, ainsi qu'à définir un modèle réaliste et adapté au problème (avec hypothèses et justifications) ;
- des difficultés dans l'expression d'un bilan des puissances mises en jeu (mécanique, électrique, hydraulique...) ou d'un bilan mécanique des forces.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Présentation globale du système

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

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

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

L'expression littérale des puissances est souvent difficile ou erronée.

Une méconnaissance des ordres de grandeur est également constatée.

Analyse du système et de son fonctionnement

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

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

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

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

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

Analyse physique

Les candidats doivent mobiliser des connaissances et savoir-faire acquis en CPGE, se rapportant au système étudié. Un certain nombre de candidats ne savent pas quoi faire lorsqu'on leur demande d'exposer un phénomène physique en lien avec le système étudié. C'est pourtant la partie du sujet qui se prépare le

plus facilement en amont et ce indépendamment des questions en lien avec le fonctionnement global du système.

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

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

Le principe de Coulomb est parfois difficilement relié au cas réel proposé. Certains candidats adoptent un vocabulaire confus pour décrire l'adhérence ou le frottement et parlent de « déplacement ».

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

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

Méthode

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

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

Des candidats ont des difficultés à poser correctement un problème, à effectuer une modélisation et à préciser un paramétrage (repère, points, angles...). Les hypothèses conduisant au modèle sont rarement formulées et justifiées. De même, les limites du modèle proposé sont rarement évoquées.

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

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

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

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

Conseils du jury aux futurs candidats

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

Un réel manque de bon sens, d'observation et de curiosité surprend parfois le jury.

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

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

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

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

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

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

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

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

Mais il est souhaitable que les candidats effectuent une lecture complète et attentive du sujet et de ses illustrations, qu'ils exploitent les informations données dans le document (courbes, croquis...) ainsi que sur le système réel. Les candidats ne doivent pas hésiter à manipuler le système pendant la préparation, mais également pendant l'exposé, de façon à montrer des pièces, une cinématique... et appuyer leur propos.

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

Conclusion

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

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

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'examinateur (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'examinateur

Cette phase permet à l'examinateur 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'examinateur 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 PC

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	6
Physique 1	7
Physique 2	12
Anglais	13

Résultats par épreuve

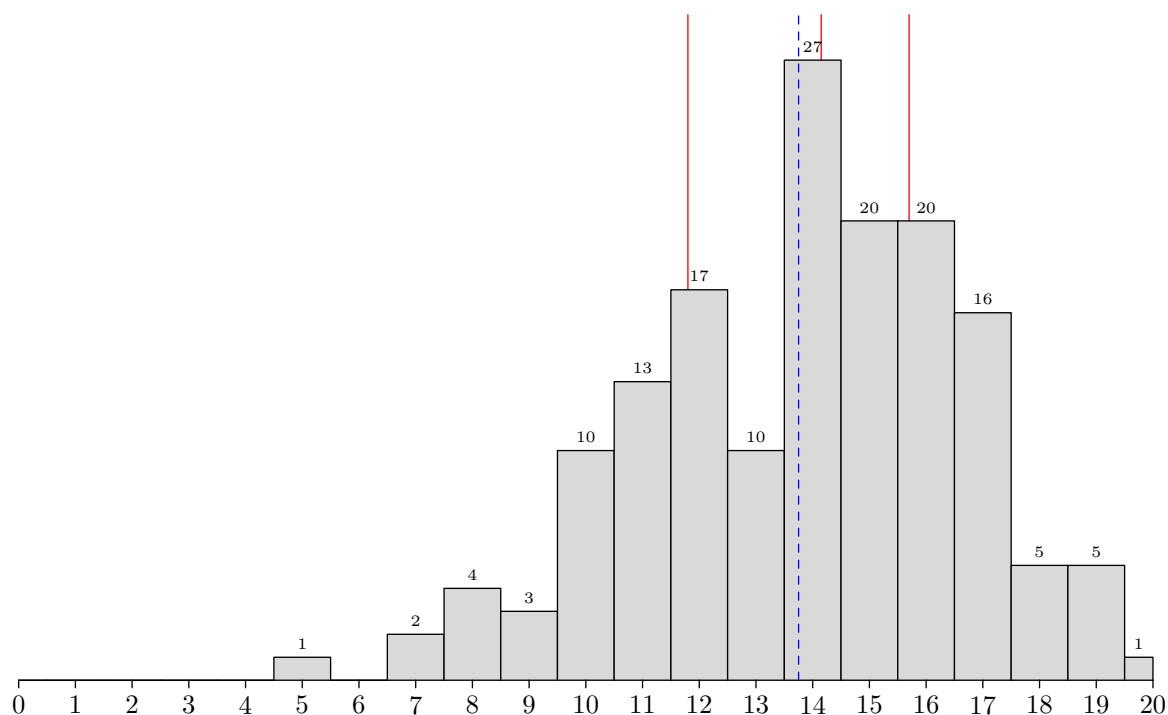
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

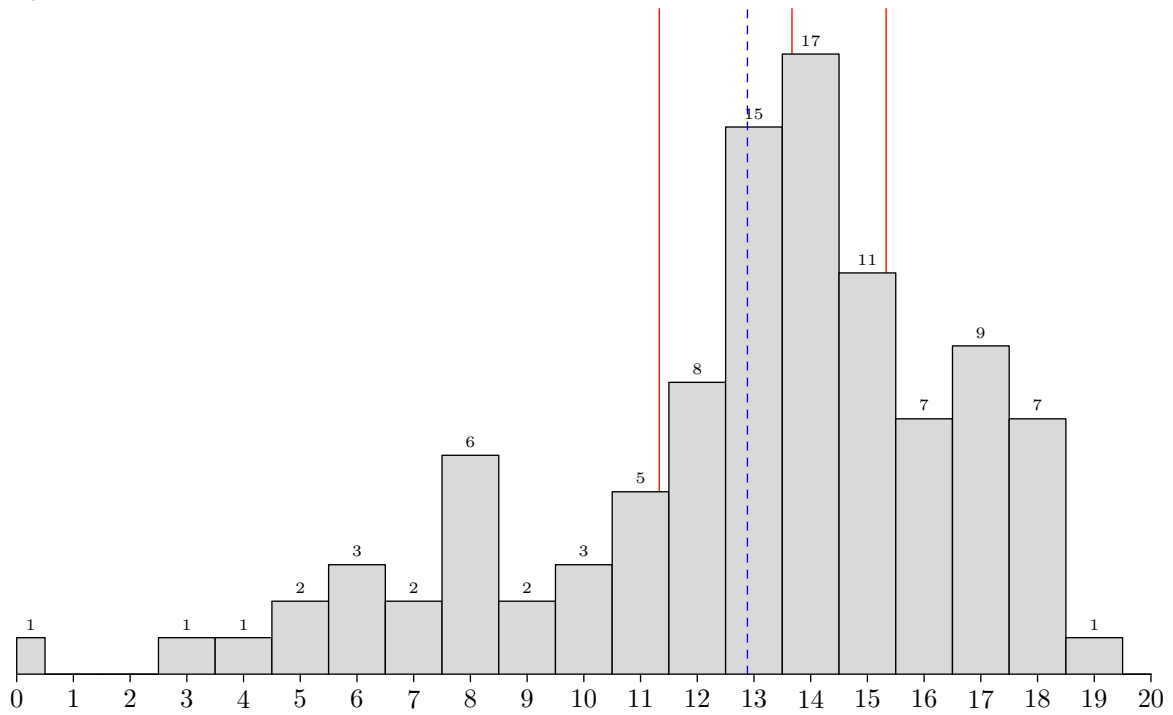
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	155	0,6%	154	13,75	2,84	11,80	14,15	15,70	3,90
Sport	155	34,8%	101	12,88	3,73	11,33	13,67	15,33	4,00
Mathématiques	155	35,5%	100	11,98	3,49	9,00	12,00	15,00	6,00
Physique 1	155	35,5%	100	12,07	3,43	9,75	12,50	14,00	4,25
Physique 2	155	35,5%	100	11,90	3,29	9,00	12,00	14,00	5,00
Anglais	155	35,5%	100	11,80	3,46	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.

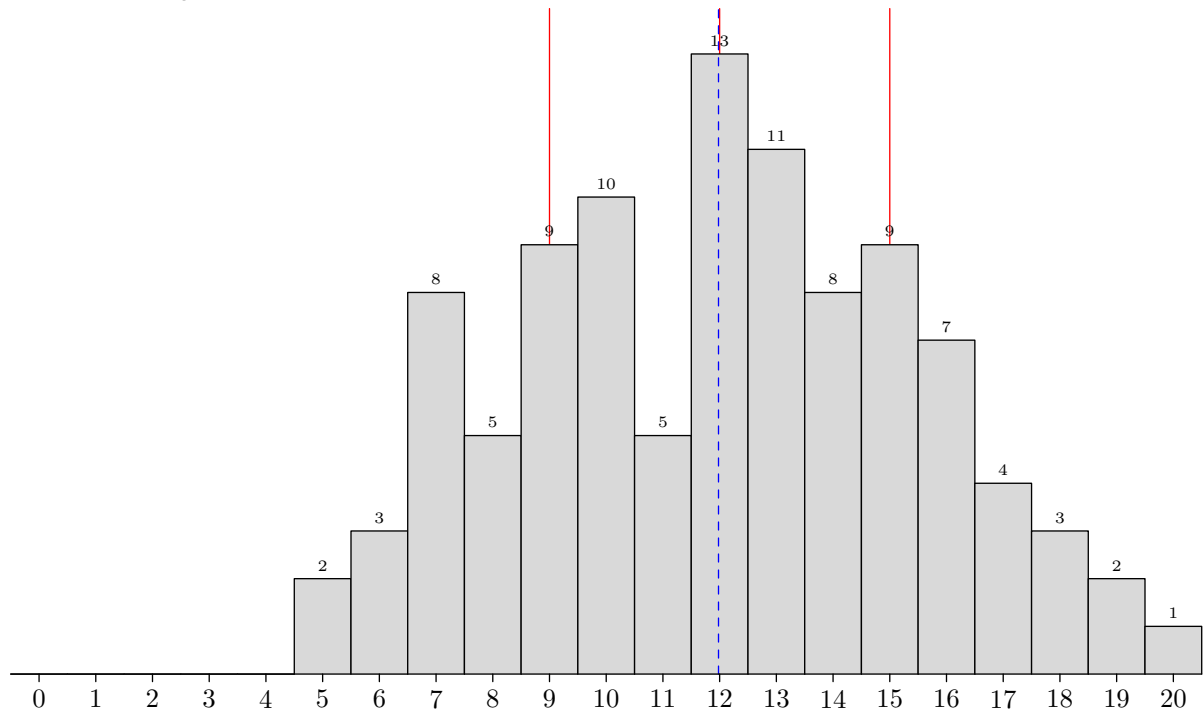
TIPE



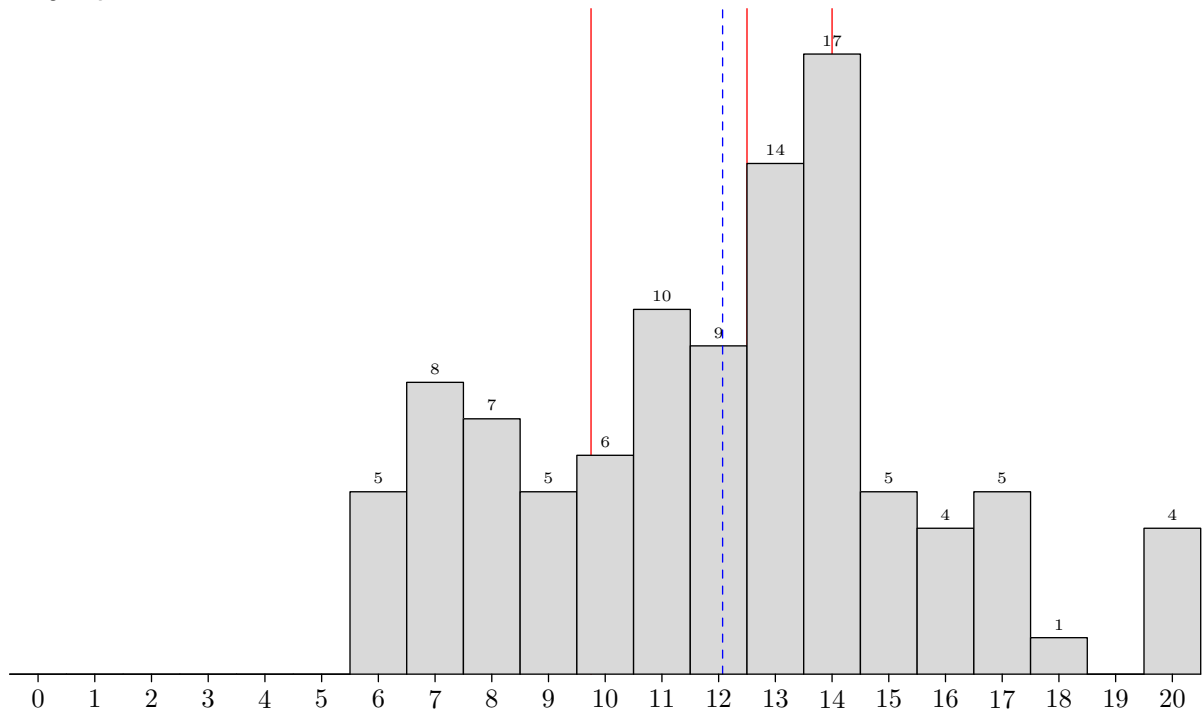
Sport



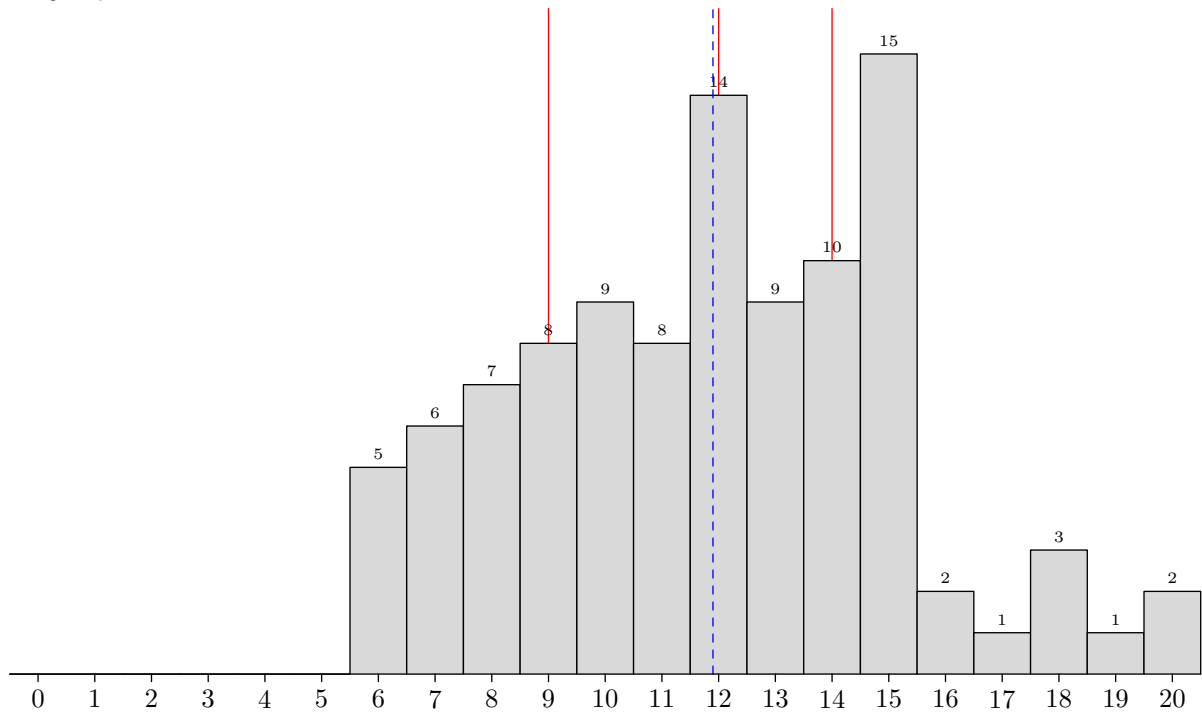
Mathématiques



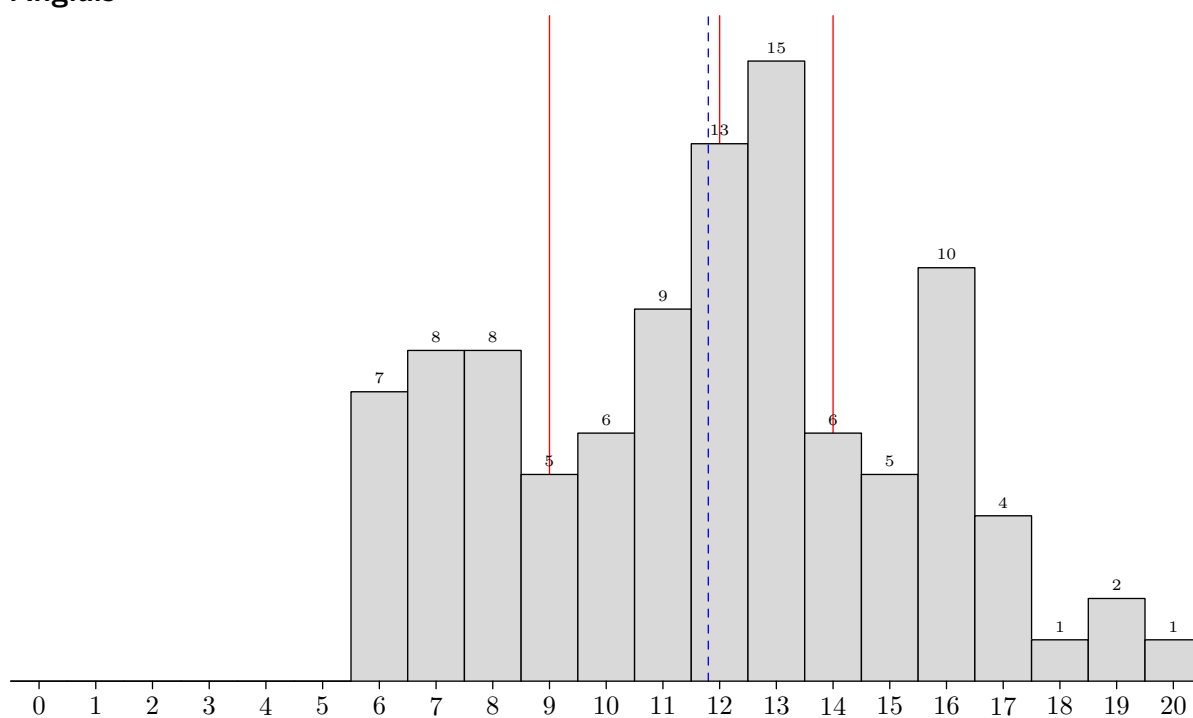
Physique 1



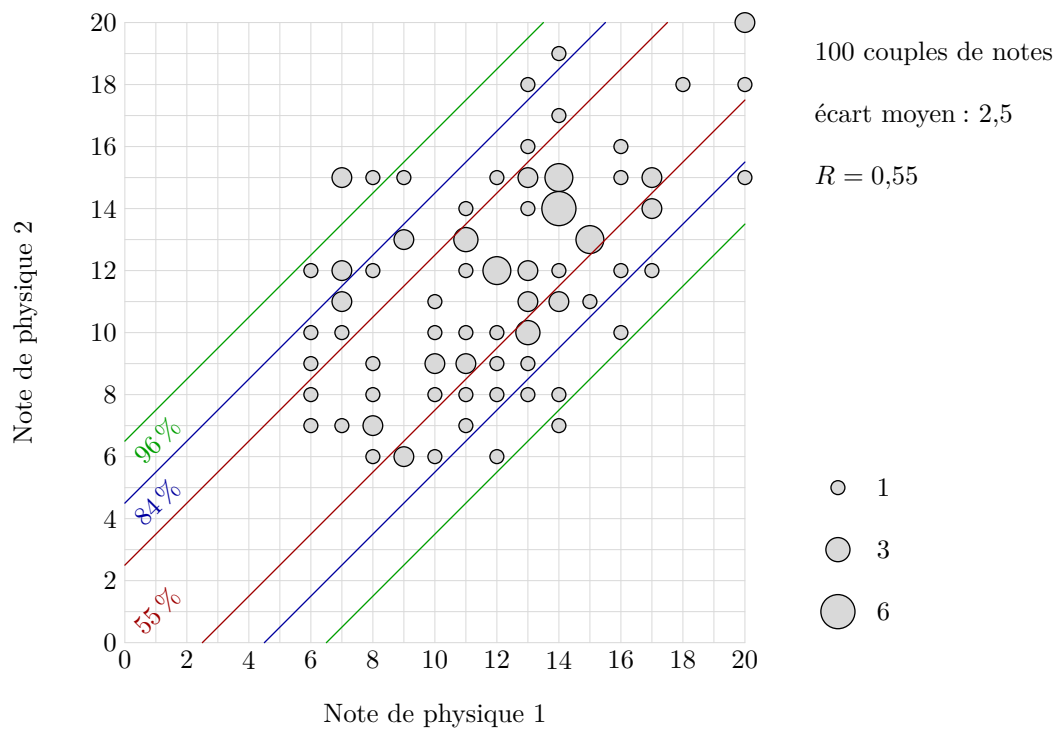
Physique 2



Anglais



Corrélation entre physique 1 et physique 2



Mathématiques

Présentation de l'épreuve

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

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

Analyse globale des résultats

Cette année, le niveau moyen des candidats est satisfaisant, mais le jury relève des lacunes inquiétantes sur le calcul basique et les bases de l'algèbre linéaire : les simplifications algébriques sont souvent laborieuses et des notions comme les projecteurs ou les symétries sont inconnues. Le dernier point peut-être s'expliquer par le confinement de l'année dernière.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

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

Physique 1

Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

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

Analyse globale des résultats

La répartition des notes attribuées est présentée dans la section « [Résultats par épreuve](#) » (page [Navale-2](#)). Le jury fut impressionné par la remarquable qualité de certaines prestations. Se perpétue ainsi une tradition du concours de l'École navale, de travail soutenu pendant les années de préparation, d'apprentissage réfléchi de la Physique, de motivation des candidats et de formation de haut niveau délivrée par les professeurs de CPGE.

L'examineur eut le plaisir d'entendre des exposés bien menés, où le candidat ne perdait pas de temps à écrire ce qu'il énonçait à l'oral ou en explications redondantes où le tableau, reprenant les étapes essentielles des calculs, était bien tenu, rempli en colonnes et n'était pas masqué par la position du candidat.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Lors de l'épreuve

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

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

La calculatrice

Les calculs d'ordre de grandeur sont la règle, donc sans calculatrice. Dans quelques rares cas, quand une application numérique à deux chiffres significatifs est requise, le candidat pose l'opération au tableau (multiplication, division).

Les questions systématiques

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

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

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

Remarques générales

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

Savoir résoudre une *équation différentielle* linéaire à coefficients constants du premier ou du deuxième ordre, avec second membre, et connaître quels termes représentent mathématiquement les régimes transitoire ou permanent, est indispensable. Il est conseillé de savoir normaliser une équation différentielle, par exemple sous les formes (qui ne sont pas uniques) :

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

de connaître les significations de τ , ω_0 et ξ (ou du facteur de qualité $Q = 1/2\xi$), de savoir tracer sans calcul l'allure de la sortie en fonction de ξ .

Il convient de savoir reconnaître l'équation d'un oscillateur et de ne pas le confondre avec un système divergent, dont un signe est différent.

L'utilisation des *opérateurs* doit être aisée en cartésiennes, comme le développement de $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}})\vec{v}$ ou de $\overrightarrow{\Delta E}$, par exemple pour un champ en $\sin(\pi \frac{z}{a}) \cos(\omega t - kx)\vec{u}_y$. En coordonnées cylindriques ou sphériques, tenter de calculer $\overrightarrow{\text{rot}} \vec{E}$, via $\overrightarrow{\nabla} \wedge \vec{E}$ ne mène pas au bon résultat.

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

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

Un schéma, clair, en couleur, n'est pas optionnel !

Mécanique des fluides

Les bons candidats valident systématiquement à l'oral les hypothèses de validité du *théorème de Bernoulli* et dessinent un *schéma clair* où figure la ligne de courant étudiée, par exemple pour établir la vitesse d'éjection d'un récipient.

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

Électromagnétisme

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

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

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

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

ainsi que la loi de Faraday

$$\oint_e \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \iint_{s/c} \vec{B} \cdot d\vec{S}.$$

Cette dernière équation sert à calculer le *champ électrique créé par un champ magnétique variable dans le temps*. Certains candidats semblent découvrir ce phénomène le jour de l'oral, alors que d'autres l'expliquent et le modélisent efficacement et très rapidement. Dans le cas d'un champ électrique créé par un champ magnétique, lui-même créé par un courant d'intensité variable, les symétries du courant se retrouvent in fine dans celles du champ électrique.

Diffusion thermique

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

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

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

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

Optique physique

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

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

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

Mécanique

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

En coordonnées cylindriques, les candidats doivent être capables d'orienter les angles de façon autonome et de tracer les vecteurs de base.

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

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

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

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

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

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

Physique des ondes

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

La notation $\exp(i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}))$ doit être maîtrisée, la signification des vecteurs \vec{k} et \vec{r} connue. De plus, $\frac{\partial}{\partial t}$ et grad ne deviennent en notation $j\omega$ et $-j\vec{k}$, que si l'onde étudiée est plane progressive et harmonique ; ce passage aux complexes est par exemple faux dans le cas d'une onde stationnaire ou qui n'est pas plane.

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

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

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

La notion d'*impédance acoustique* simplifie grandement les calculs, à condition d'utiliser le bon signe entre le champ des vitesses et le champ de surpression de l'onde réfléchie, et que les conditions d'application soient vérifiées.

Électricité

L'écart entre les bons candidats et les autres est ici phénoménal. Ceux-là savent mettre en équation un circuit électrique, étudier une résonance, utiliser un diagramme de Bode, établir la sortie dans le cas d'une entrée comportant plusieurs fréquences.

À partir de la session 2022, un plus grand nombre d'exercices d'électricité sera proposé aux candidats.

Physique 2

Présentation de l'épreuve

L'épreuve de physique 2 de la filière PC dure 30 minutes, sans préparation.

L'exercice est en général plus ouvert que celui de physique 1. Le jury propose au candidat une résolution de problème permettant d'évaluer la qualité de la démarche scientifique suivie. Concrètement, l'énoncé peut consister en une brève description d'une situation physique, ou bien encore d'une expérience, suivie le plus souvent d'une ou deux questions.

Le candidat doit, en s'appuyant sur les notions du programme de physique de PCSI et de PC, proposer une modélisation simple, dont il justifie la pertinence, afin de répondre à la question posée. Le candidat discute les limites du modèle et les approximations effectuées. Il doit également être capable de mener un calcul d'ordre de grandeur en proposant des valeurs crédibles des différents paramètres mis en jeu, et doit commenter les valeurs obtenues.

Les compétences évaluées sont : s'approprier, analyser, être autonome, réaliser, valider, communiquer. C'est dans l'interaction avec le candidat, tout au long de l'épreuve, que le jury évalue le degré de maîtrise de ces compétences.

Analyse globale des résultats

Le jury est satisfait du niveau médian des candidats. La majorité des candidats a su appréhender avec perspicacité le problème proposé et mener une discussion de qualité. Le jury apprécie toujours les candidats dynamiques, ouverts au dialogue, capables de prendre des initiatives et de discuter précisément la pertinence des résultats obtenus.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Certaines erreurs ont été fréquemment constatées. Sans être exhaustif, voici quelques points livrés à l'attention des futurs candidats :

- moment cinétique et moment d'une force sont souvent confondus ;
- les formules des forces d'inertie sont parfois très approximatives ;
- les lois de Coulomb relatives aux frottements solides sont parfois ignorées ;
- le calcul des forces de pression, qu'elles soient surfaciques ou volumiques, apparaît extrêmement délicat à mener ;
- les bilans (de quantité de mouvement notamment) se sont avérés compliqués à réaliser ;
- le tracé des rayons lumineux au travers une lentille est mal maîtrisé ; la notion de conjugaison par une lentille est mal comprise ;
- les équations de diffusion ont été parfois difficiles à établir et à résoudre ; le lien entre distance caractéristique et temps caractéristique de diffusion est peu connu ;
- la dualité onde-corpuscule et les relations de De Broglie sont le plus souvent ignorées.

Anglais

Présentation de l'épreuve

L'ensemble de l'épreuve se déroule en anglais. Les candidats disposent de quarante minutes de préparation pour l'étude des deux supports proposés : 20 minutes maximum pour l'écoute de l'enregistrement d'une durée de trois minutes environ dont ils devront effectuer le résumé, 20 minutes pour préparer le compte-rendu et le commentaire de l'article de presse.

Lors de la passation de l'épreuve, les candidats commencent par le compte-rendu de l'enregistrement, ils passent ensuite à l'étude de l'article de presse : résumé et commentaire qui donne lieu à un échange avec l'examinateur. Il est ensuite demandé aux candidatx de lire à haute voix un court passage de l'article sélectionné par l'examinateur et de le traduire.

Analyse globale des résultats

Les remarques concernant les épreuves d'admission en anglais sont les mêmes que les années précédentes. Les candidats ont pour la plupart pris connaissance des rapports de jury.

Des progrès ont été effectués depuis quelques années dans la compréhension orale et dans l'expression. Nombreux sont les candidats qui font preuve d'aisance et de fluidité lors de leur prestation orale.

Le niveau de certains d'entre eux témoigne d'un entraînement régulier qui ne peut se limiter aux interrogations orales en classe préparatoire. Rares sont les notes très faibles.

Les candidats ayant concouru en 2021 ont vécu leurs deux années de préparation aux concours marquées par des périodes d'enseignement à distance. Cette situation n'a pas eu d'impact sur le niveau des candidats semblables à celui des dernières années

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Compréhension de l'enregistrement

La restitution du document sonore doit être le compte-rendu aussi précis, détaillé et exhaustif que possible du contenu de l'enregistrement. Il n'est pas attendu de commentaire de celui-ci.

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

Une liste décousue de détails s'avère fastidieuse, chronophage et ne témoigne pas de la compréhension de l'enregistrement.

Article de presse

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

Le *commentaire* doit permettre aux candidats de partir de la problématique du texte pour ensuite s'en détacher, prendre une distance critique et élargir leur réflexion. Ils mettent en avant leurs capacités de

synthèse, d'argumentation et de réflexion personnelle, leur connaissance de l'actualité et leur culture des pays anglophones.

De rares candidats ne commentent pas spontanément l'article et attendent que l'examineur les interroge, se contentant alors de réponses trop brèves.

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

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

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

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

Maitrise de la langue

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

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

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

Conseils de préparation

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

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

Les journaux cités sont accessibles en ligne.

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

Conseils pratiques

Les candidats doivent penser à se munir d'une montre pour gérer leur temps de préparation. Comme pour tous les examens et concours, les montres connectées sont strictement interdites.

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

Il est utile de prévoir des bouchons d'oreilles, la préparation de l'épreuve s'effectuant dans la même salle que l'interrogation du candidat précédent.

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

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

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