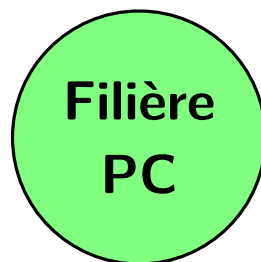


# CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

**Rapport du jury**



**2019**

# Table des matières

Table des matières	i
Avant-propos	iii
Chiffres généraux	iv
<b>Épreuves d'admissibilité</b>	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	12
Mathématiques 1	17
Mathématiques 2	22
Physique 1	26
Physique 2	30
Chimie	34
Informatique	39
Allemand	43
Anglais	46
Arabe	51
Chinois	55
Espagnol	57
Italien	59
Portugais	61
Russe	63
<b>Épreuves d'admission</b>	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	21
Physique	24
Chimie	30
Travaux pratiques de chimie	33

Travaux pratiques de physique	37
Sciences	42
Allemand	47
Anglais	49
Arabe	52
Chinois	55
Espagnol	57
Italien	59
Portugais	61
Russe	62
<b>Épreuves d'admission à l'École navale</b>	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	6
Physique 1	7
Physique 2	12
Anglais	13

## Avant-propos

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

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

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

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

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

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

**Norbert Perrot**  
*Président du jury*

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

## Chiffres généraux

### Concours ouverts à tous

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
Centrale Casablanca	412	1160	76	—	—
Centrale Lille	2694	1194	717	605	2320,60
Centrale Lyon	2782	1275	641	534	2520,80
Centrale Marseille	2845	1074	1078	887	2137,00
Centrale Nantes	2790	1281	522	496	2331,10
CentraleSupélec	2552	1275	664	367	2727,40
IOGS	1702	1185	555	536	2046,80
UTT	603	1003	186	146	1738,70
Arts et Métiers	1734	1290	188	—	—
ENSEA		750	1241	812	1337,90
ESTP	1172	720	876	642	908,80

### Concours cycle international

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
Centrale Lille	34	1000	17	8	2033,80
Centrale Lyon				6	2050,10
Centrale Marseille				10	1944,30
Centrale Nantes				7	2036,90
CentraleSupélec				5	2240,50
IOGS				15	1546,00

### Concours réservés aux étrangers scolarisés en France

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
CentraleSupélec	103	1090	36	20	2369,20
IOGS	54	1120	14	—	—

Concours Centrale-Supélec 2019

Épreuves d'admissibilité

Filière PC

# Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	12
Mathématiques 1	17
Mathématiques 2	22
Physique 1	26
Physique 2	30
Chimie	34
Informatique	39
Allemand	43
Anglais	46
Arabe	51
Chinois	55
Espagnol	57
Italien	59
Portugais	61
Russe	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 :

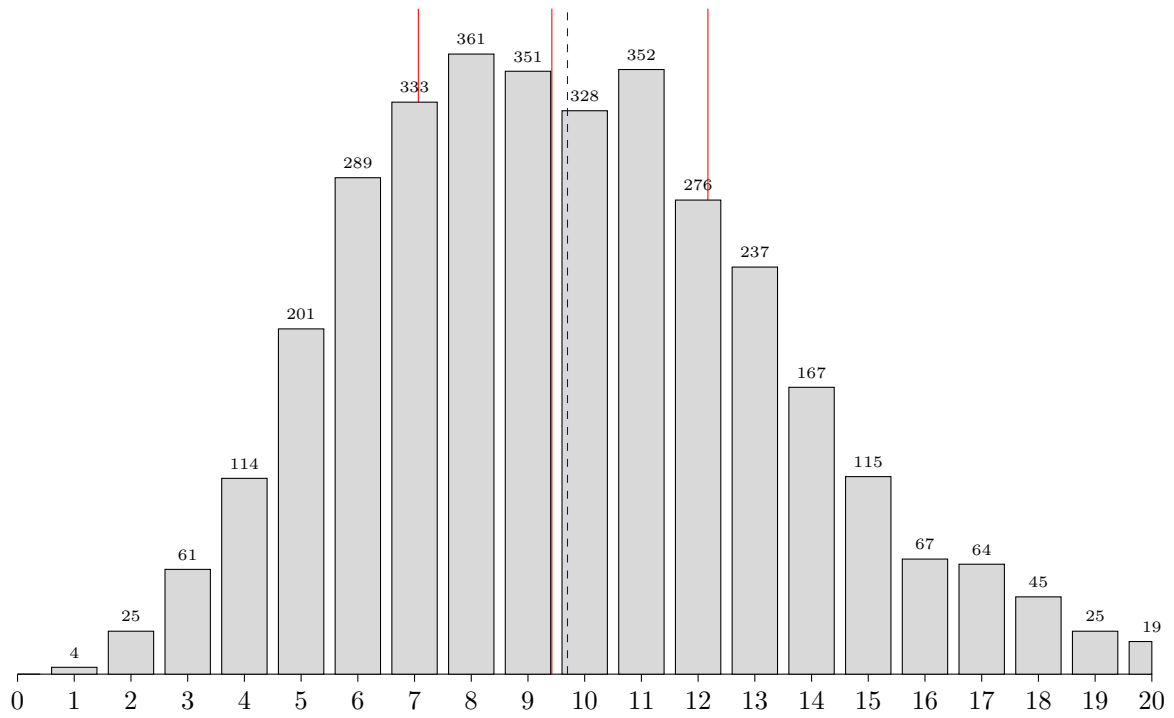
<b>M</b>	moyenne
<b>ET</b>	écart-type
<b>Q1</b>	premier quartile
<b>Q2</b>	médiane
<b>Q3</b>	troisième quartile
<b>EI</b>	écart interquartile

Épreuve	Inscrits	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
Chimie	3670	6,4%	3434	9,70	3,59	7,1	9,4	12,2	5,1
Informatique	3670	7,0%	3412	10,59	3,61	8,1	10,4	13,0	4,9
Mathématiques 1	3670	5,4%	3473	9,49	3,57	6,7	8,8	11,7	5,0
Mathématiques 2	3670	7,0%	3414	9,28	3,56	6,7	8,7	11,5	4,8
Physique 1	3670	6,2%	3443	9,18	3,58	6,5	8,9	11,3	4,8
Physique 2	3670	6,8%	3422	9,69	3,59	7,1	9,3	12,0	4,9
Rédaction	3670	6,0%	3448	10,35	3,59	7,8	10,2	12,6	4,8
Langue	3667	6,9%	3414	10,56	3,64	8,1	10,0	13,0	4,9
Allemand	137	1,5%	135	11,88	3,49	9,2	11,9	14,0	4,8
Anglais	3405	7,0%	3167	10,39	3,58	8,1	10,0	12,4	4,4
Arabe	45	20,0%	36	13,93	3,79	10,8	14,6	16,8	5,9
Chinois	12	8,3%	11	17,00	2,36	15,8	17,9	18,4	2,7
Espagnol	51	5,9%	48	12,31	4,07	10,4	12,0	15,1	4,7
Italien	14	0,0%	14	13,59	1,88	12,0	13,6	14,6	2,7
Portugais	1	0,0%	1	15,10	—	—	—	—	—
Russe	2	0,0%	2	17,30	1,60	—	—	—	—

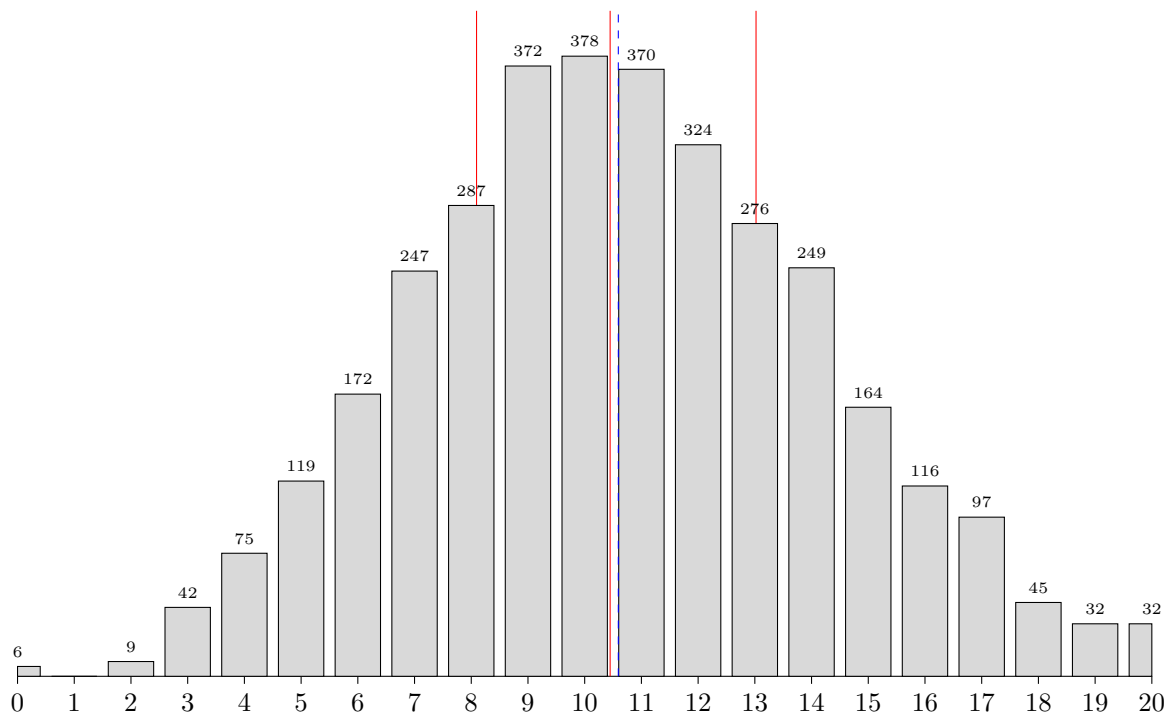
Les histogrammes suivants donnent la répartition des notes des candidats présents. Chaque barre verticale (sauf la première et la dernière), regroupe les copies ayant obtenu des notes dans un intervalle d'un point. Ainsi la barre centrée sur 10 regroupe les notes  $\geq 9,5$  et  $< 10,5$ . Les traits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



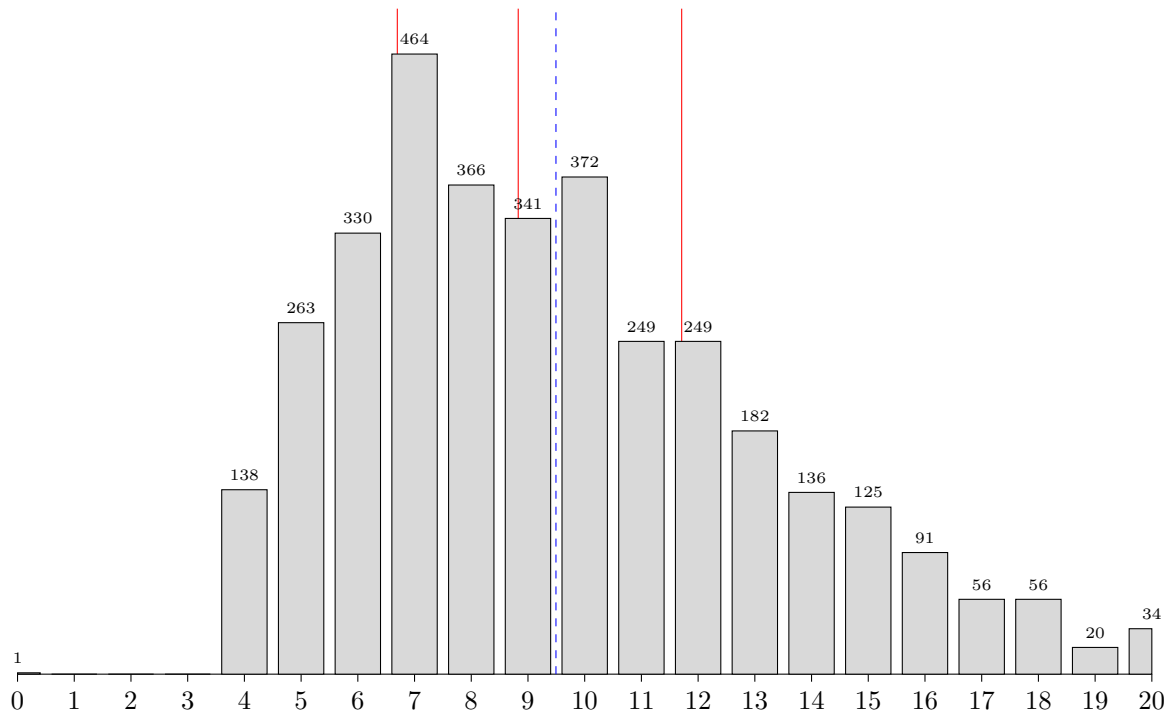
**Chimie**



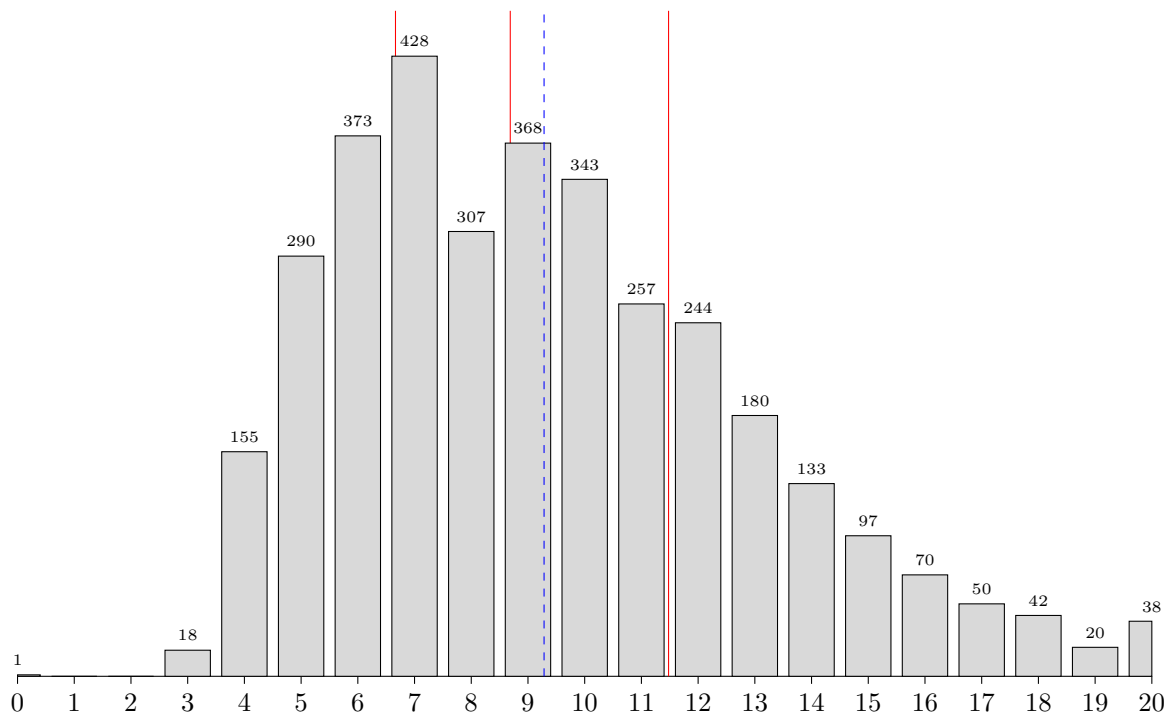
**Informatique**



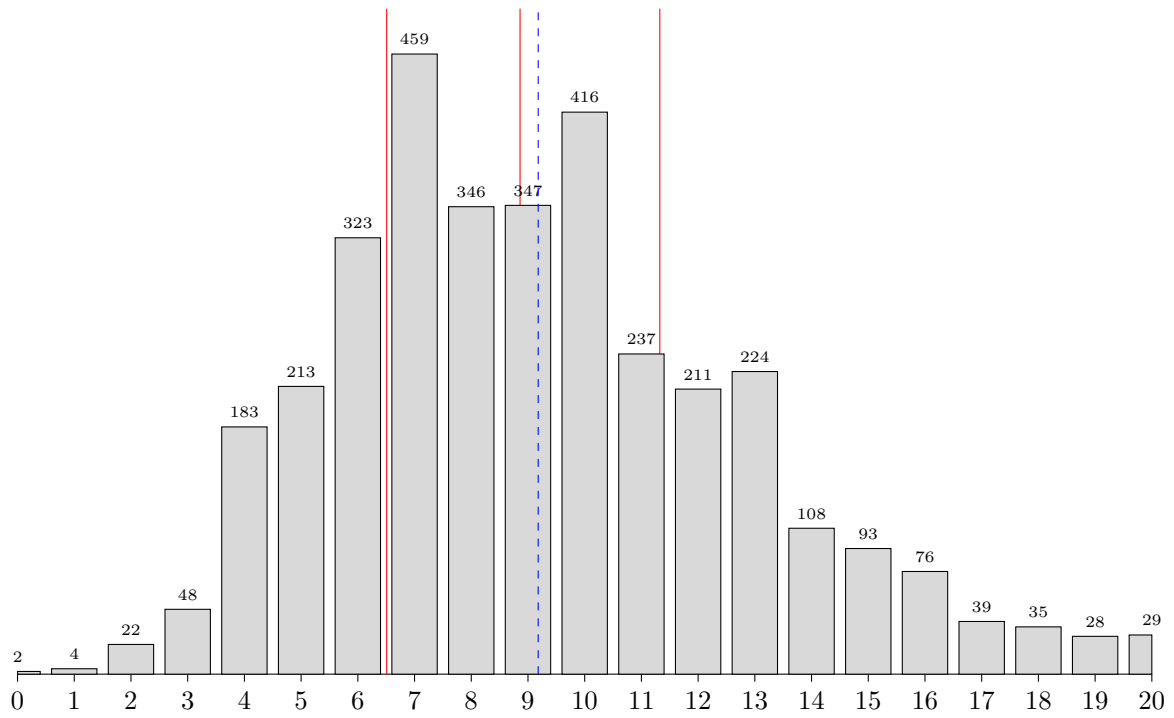
### Mathématiques 1



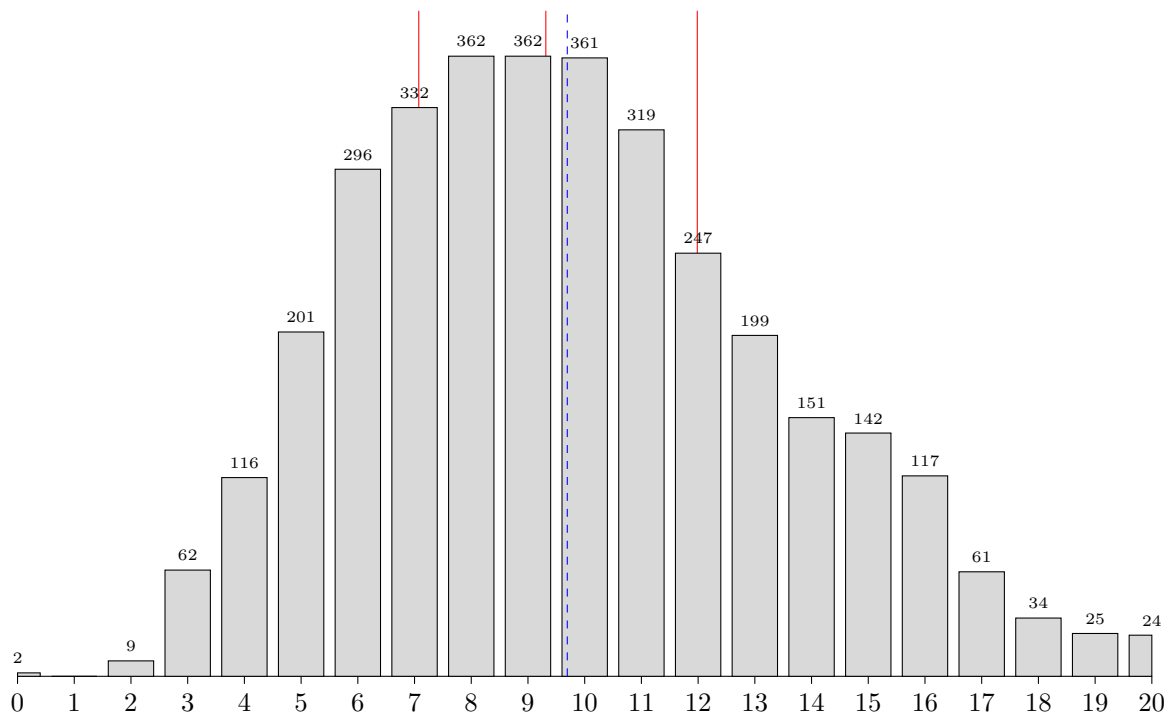
### Mathématiques 2



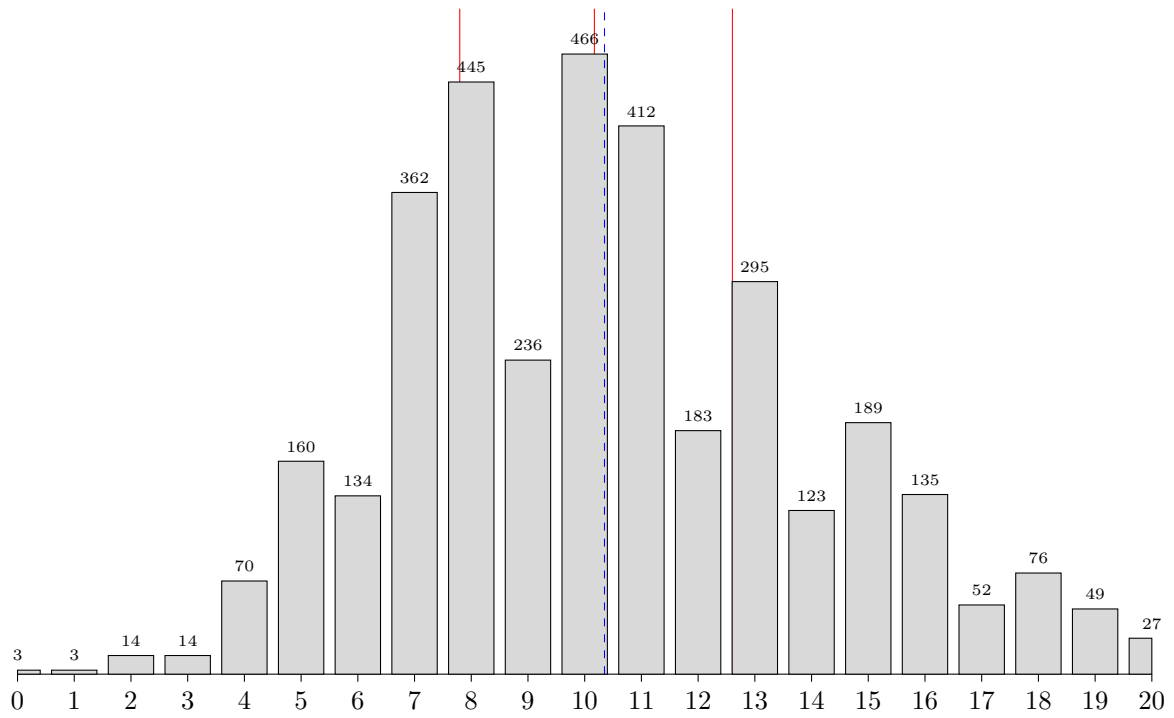
### Physique 1



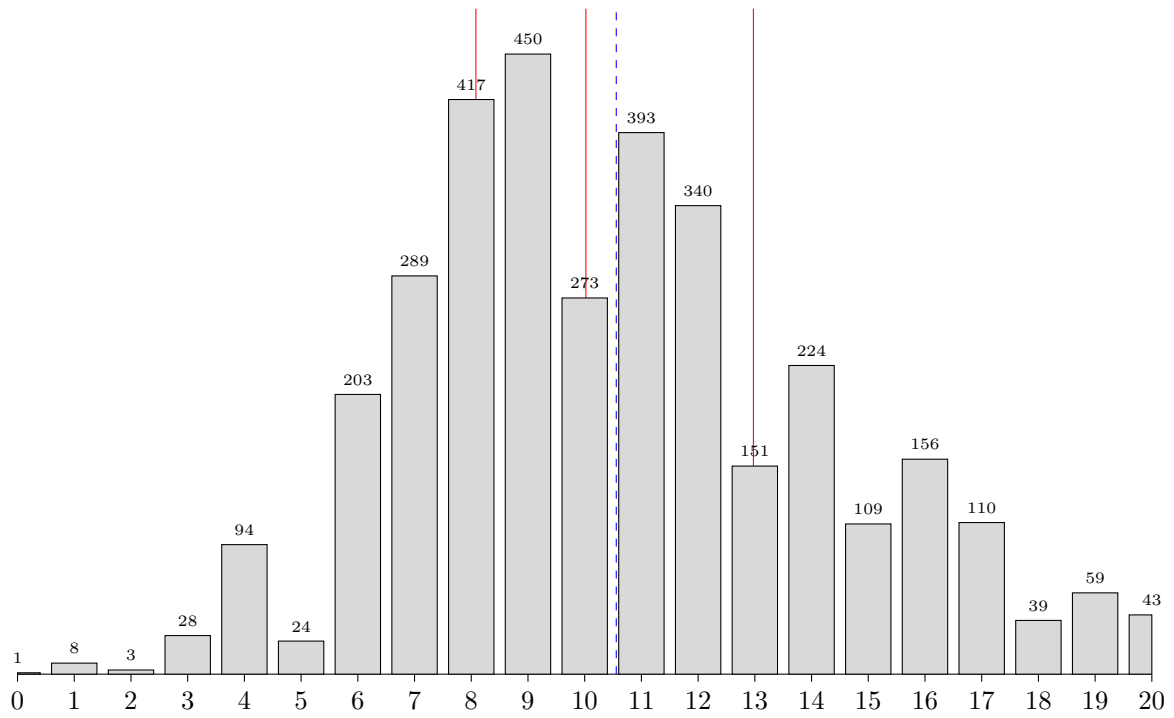
### Physique 2



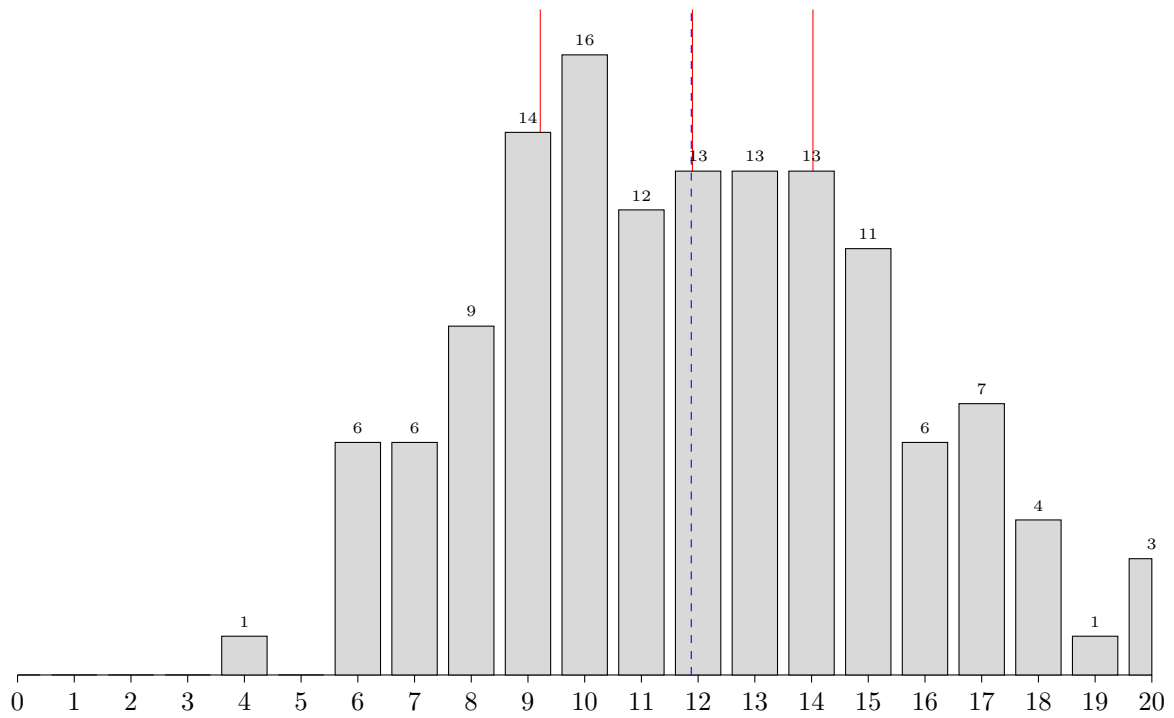
## Rédaction



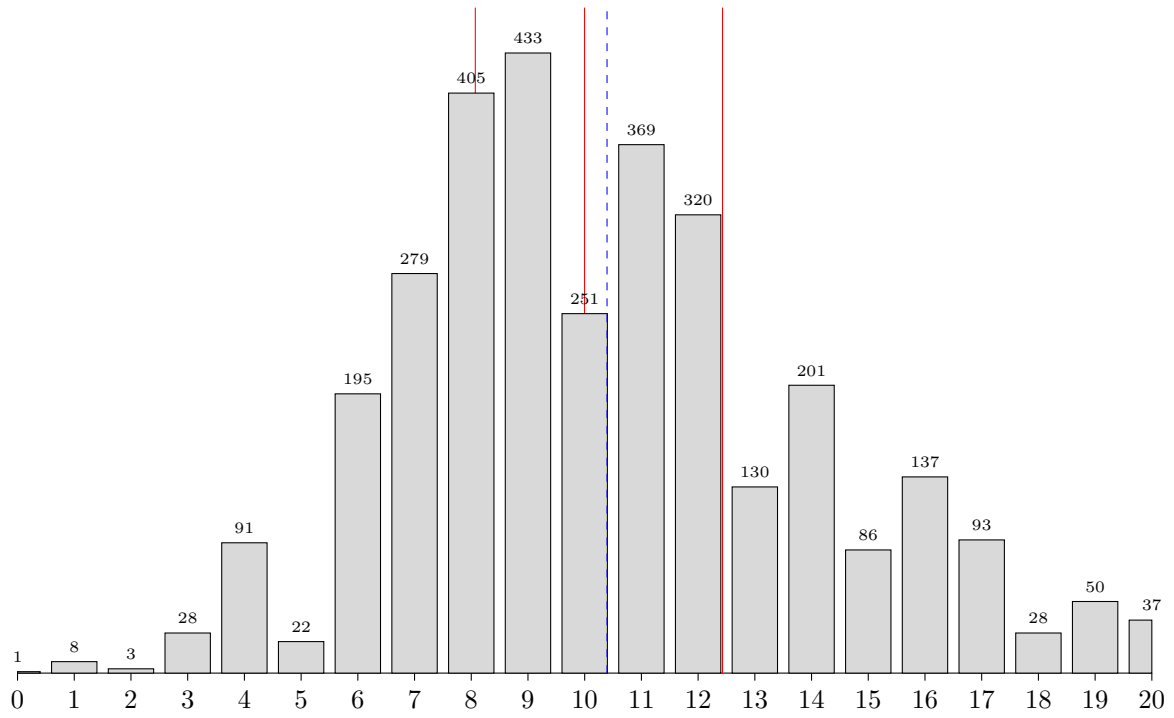
**Langue**



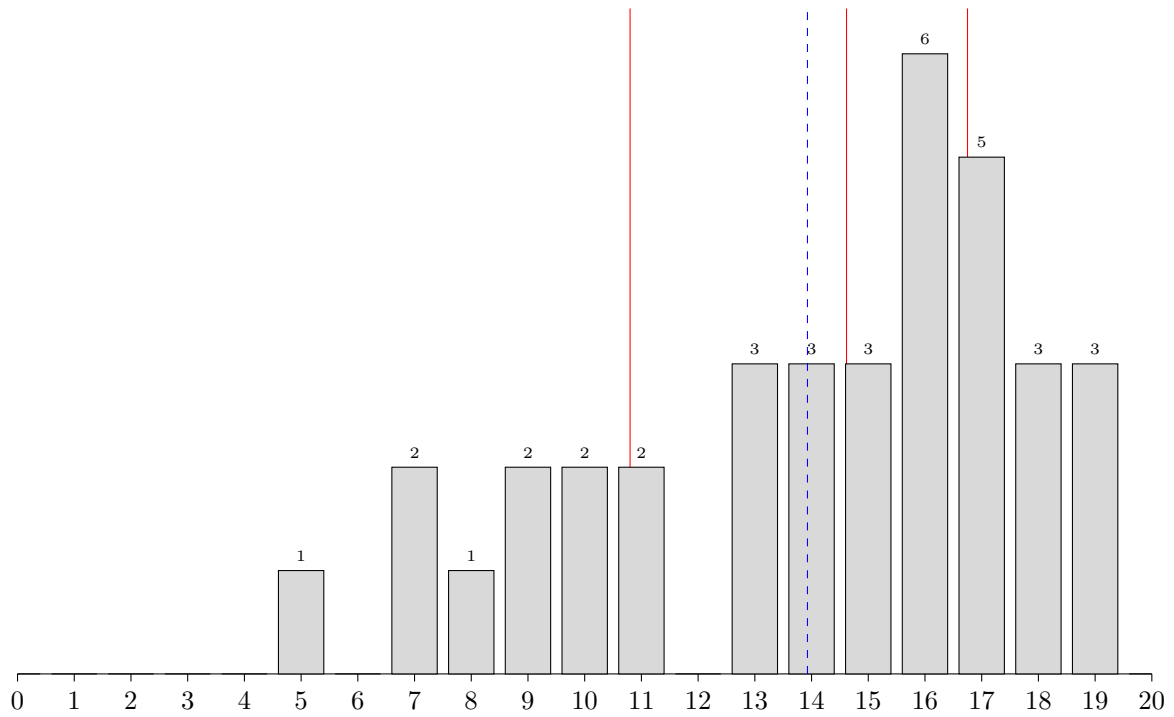
**Allemand**



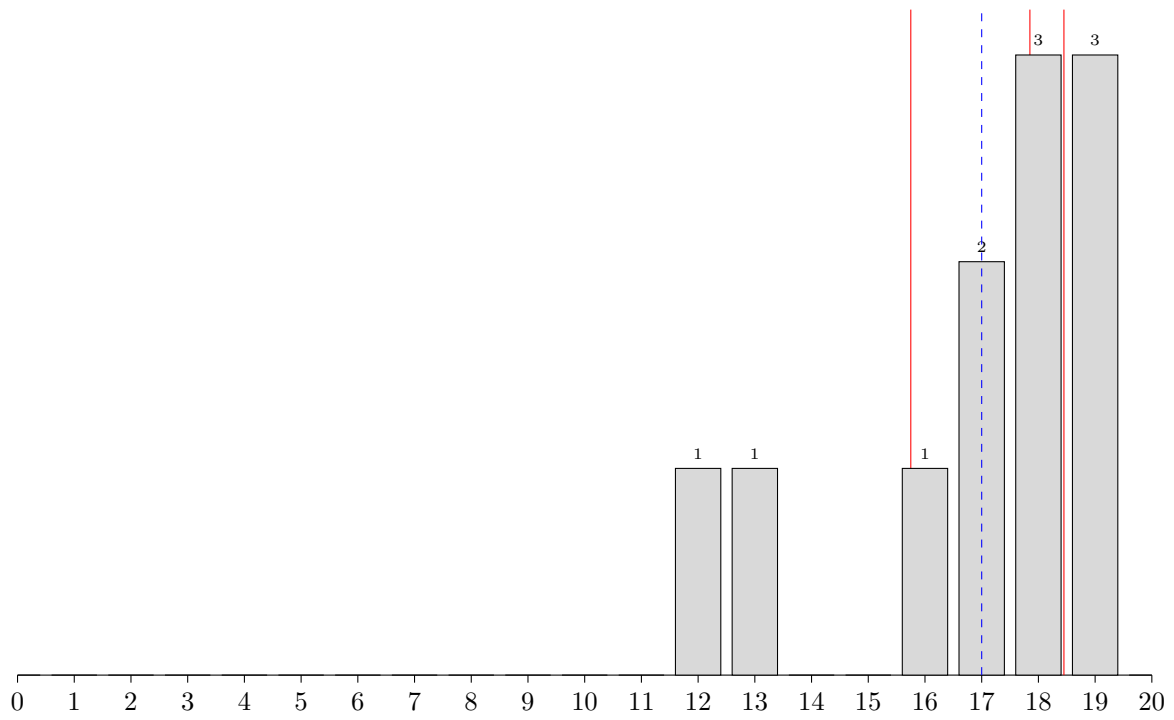
Anglais



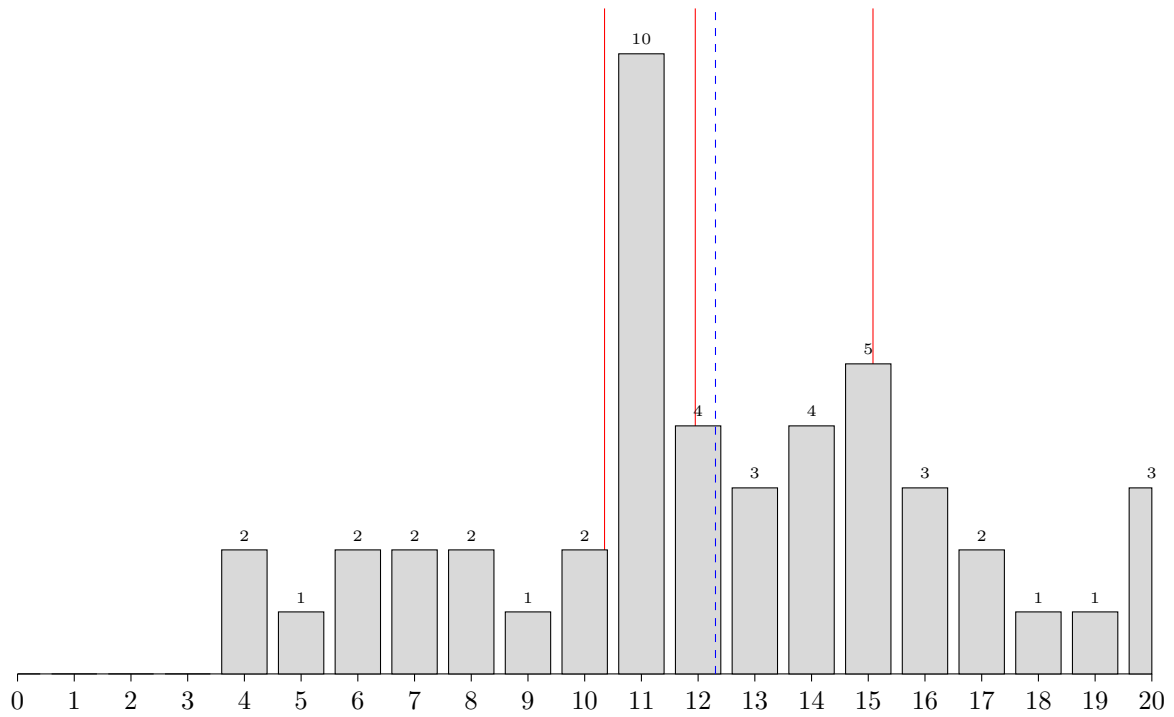
Arabe



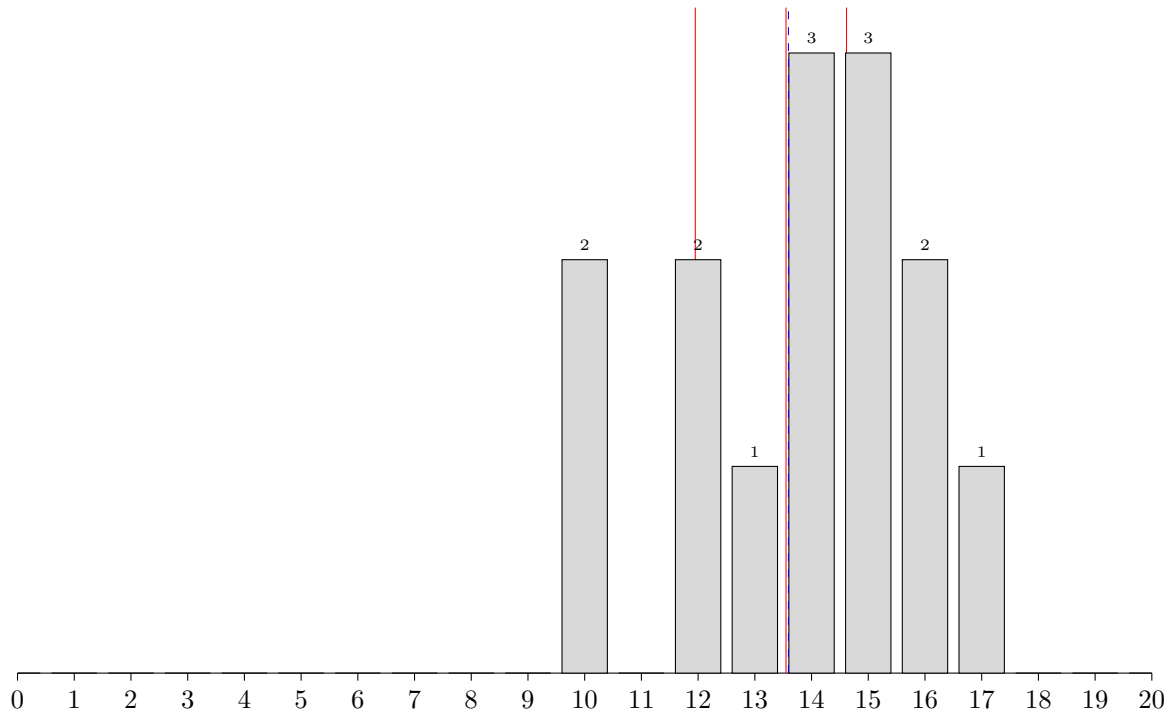
Chinois



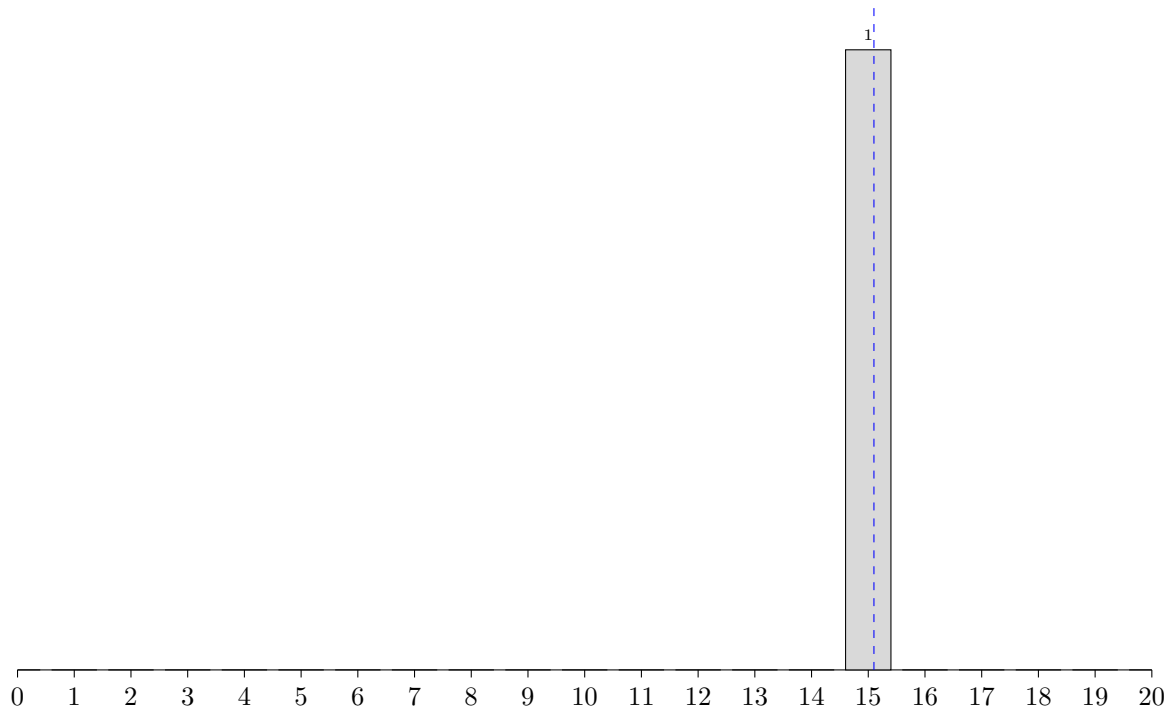
Espagnol



Italien

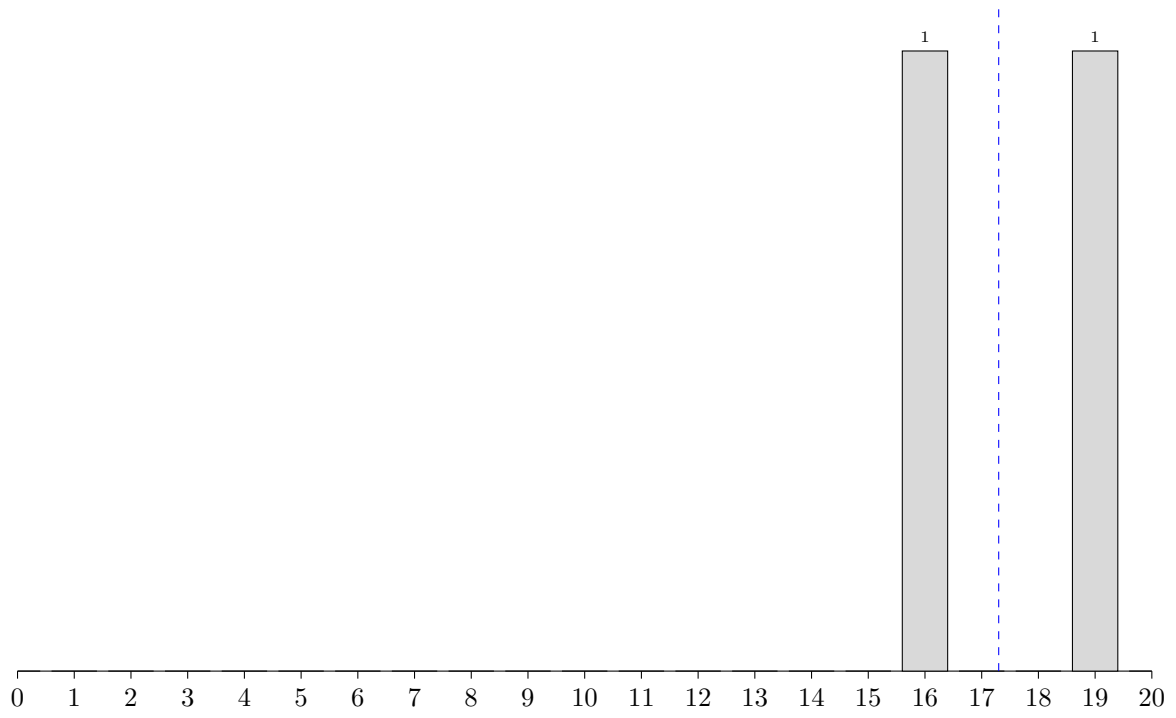


Portugais





Russe



# Rédaction

## Présentation du sujet

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

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

## Analyse globale des résultats

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

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Résumé

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Dissertation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Conclusion

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

# Mathématiques 1

## Présentation du sujet

Le sujet traite de la réduction de sous-algèbres de  $\mathcal{L}(E)$ , où  $E$  est un  $\mathbb{R}$ - ou  $\mathbb{C}$ -espace vectoriel de dimension finie, c'est-à-dire de la co-diagonalisation ou la co-trigonalisation des éléments d'une sous-algèbre de  $\mathcal{L}(E)$  (ou de  $M_n(\mathbb{K})$ , en adoptant un point de vue matriciel).

La notion de sous-algèbre est définie en introduction du sujet et la partie I propose de s'approprier cette notion, au travers d'exemples choisis, en dimension 2 et en dimension  $n$  : matrices symétriques, antisymétriques, triangulaires supérieures en section I-A, algèbre des endomorphismes laissant un sous-espace stable en section I-B et algèbres  $\Gamma(\mathbb{R})$ ,  $\Gamma(\mathbb{C})$  en section I-C. La partie II est consacrée à la sous-algèbre de  $M_n(\mathbb{R})$  constituée des matrices circulantes, dont on démontre la co-diagonalisabilité dans  $M_n(\mathbb{C})$  (alors que cette algèbre elle-même ne constitue pas une  $\mathbb{C}$ -algèbre).

La partie III propose de calculer la dimension maximale d'une sous-algèbre stricte de  $M_n(\mathbb{R})$ , en recourant au produit scalaire canonique de  $M_n(\mathbb{R})$  et à la notion d'algèbre transposée, avec un retour sur les résultats de la section I-B, à la toute dernière question de cette partie.

Enfin, les parties IV et V proposent de démontrer la co-trigonalisation des éléments d'une sous-algèbre de  $\mathcal{L}(E)$  constituée d'éléments nilpotents. En partie IV, on démontre ce résultat par récurrence forte sur la dimension de  $E$  et en s'appuyant sur un théorème de Burnside qu'on démontre, finalement, en partie V.

## Analyse globale des résultats

Sur les 3473 copies corrigées, la moyenne constatée, en pourcentage du barème, est de 24,4 %, pour un écart-type de 14,7 %. Le sujet peut donc être considéré comme long, mais il a 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, bien plus que sur le volume traité. La meilleure copie a obtenu un total de 82 % des points du barème total.

Les parties I à III ont été abordées par la quasi-totalité des candidats (plus de 95 % d'entre eux), tandis que les parties IV (environ 60 %) et V (environ 25 %) l'ont moins été, principalement en raison de leur plus grande difficulté relative. Les parties I à III représentent environ 72 % des points du barème.

Comme mentionné plus haut, le soin mis à traiter les questions d'appropriation des termes du sujet a été un facteur important de sélection. Prenons pour exemple la section I-A, dont l'objectif est de s'approprier la notion de sous-algèbre de  $M_n(\mathbb{K})$ , section traitée par la quasi-totalité des candidats (plus de 99,8 %). Près de 83 % d'entre eux ont obtenu moins de la moitié des points attribués, traduisant une certaine négligence à établir l'ensemble des propriétés d'une sous-algèbre et une mauvaise compréhension de la notion de contre-exemple (cf. plus loin). À l'opposé, seulement 1,7 % des candidats ont répondu parfaitement à l'ensemble des questions de cette section du sujet. On note les mêmes contrastes à la question **Q9**, quant à la notion de sous-algèbre diagonalisable de  $M_n(\mathbb{C})$ .

Le sujet comporte certains passages « classiques ». Par exemple, celui sur les matrices circulantes, en sections II-B, II-C et II-D, montre une distribution des résultats moins contrastée parmi les copies. Il en est de même pour la section III-A, relative au produit scalaire canonique sur  $M_n(\mathbb{R})$ . Certains candidats, ayant traité ces points pendant l'année, ont sans doute pu trouver davantage de repères.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

– *Toute réponse doit être justifiée*

Une réponse en une ligne donnant directement le résultat (attendu ou non), sans un minimum de contextualisation, est toujours mal perçue, souvent sanctionnée. Dans ce même ordre d'idée, il est fortement recommandé d'être attentif à la rédaction des premières questions de l'épreuve. Par exemple, en question **Q1**, il n'a malheureusement pas été rare de lire «  $T_n(\mathbb{K})$  est clairement une sous-algèbre de  $M_n(\mathbb{K})$  » ou « par un raisonnement similaire,  $T_n^+(\mathbb{K})$  est une sous-algèbre de  $M_n(\mathbb{K})$  ». Les notions de sous-algèbre de  $M_n(\mathbb{K})$  et de matrice triangulaire supérieure stricte venant d'être (re)définies dans le sujet, il était de bon ton d'en vérifier point par point les propriétés.

– *Les variables utilisées par les candidats doivent être déclarées*

Il n'a pas été rare de voir apparaître des  $A, B, x, y, \alpha, \beta$  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. C'est parfois très malvenu, puisque le sujet s'autorise quelques aller-retours entre  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$  qui peuvent créer de fortes confusions.

– *Le jury recommande aux candidats une posture d'humilité*

Notamment de bannir de leur rédaction des mots comme « clairement », « trivialement », « évidemment » et la fameuse « récurrence triviale ». 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. Écrire, par exemple, à la question **Q1**, que «  $T_n^+(\mathbb{K})$  est *trivialement* un espace vectoriel » montre surtout que le candidat a décidé de prendre de haut un point constitutif de la notion de sous-algèbre, qu'on demande de s'appropriier dans ce qui est la toute première question du sujet. L'impression laissée, d'emblée, n'est pas bonne.

– *En guise de contre-exemples*

Les candidats préfèrent laisser des réponses impliquant des paramètres qui, s'ils sont bien choisis, ne constituent plus un contre-exemple à l'affirmation étudiée. Cette remarque concerne les questions **Q2**, **Q3**, **Q8**, entre autres. Par exemple, à la question demandant si  $S_2(\mathbb{K})$  est une sous-algèbre de  $M_2(\mathbb{K})$ , la majorité des candidats introduisent deux matrices  $\begin{pmatrix} a & b \\ b & c \end{pmatrix}$  et  $\begin{pmatrix} a' & b' \\ b' & c' \end{pmatrix}$ , effectuent le produit matriciel et en déduisent : « puisque  $ab' + bc' \neq ba' + cb'$ , alors le produit n'est pas une matrice symétrique », ce qui est faux, si on particularise les coefficients de ces deux matrices. De la même manière, à la question **Q8**, on lit très souvent que le polynôme  $(X - a)^2 + b^2$  n'est pas scindé sur  $\mathbb{R}$ , sans avoir choisi  $b \neq 0$  au préalable. Or, le polynôme  $(X - a)^2$  est bien scindé sur  $\mathbb{R}$ . Les exemples de ce type sont très nombreux dans les copies.

– *Des formulations à éviter*

Des formulations telles que « on est en dimension finie » ou « on travaille en dimension finie » (par exemple en question **Q24**) sont mathématiquement imprécises et malvenues, notamment à l'écrit. Dans ce cas précis, il est bien plus pertinent de préciser quel espace est de dimension finie. Dans la question **Q24**, par exemple, il s'agit d'invoquer la dimension finie de l'espace  $M_n(\mathbb{R})$  pour affirmer que  $\mathcal{A}$  et  $\mathcal{A}^\perp$  sont supplémentaires dans  $M_n(\mathbb{R})$ .



– *Inclusion / appartenance*

On a beaucoup lu le symbole d'inclusion à la place du symbole d'appartenance (et vice versa).

– *De nombreuses erreurs sur les quantificateurs*

Les confusions sur l'ordre des quantificateurs ( $\forall, \exists$ ) dans une proposition mathématique, ont malheureusement été très répandues. Citons par exemple, à la question **Q3**, ces nombreux candidats qui ont souhaité démontrer que pour tous  $A, B \in S_n(\mathbb{K})$ , on a  $AB \notin S_n(\mathbb{K})$ , alors qu'il suffit de montrer qu'il existe  $A, B \in S_n(\mathbb{K})$  tels que  $AB \notin S_n(\mathbb{K})$ . On retrouve des problèmes tout à fait similaires aux questions **Q2**, **Q8**, **Q9** et **Q21**.

Le jury rappelle également que les *fautes de français*, même si elles ne sont pas explicitement comptabilisées dans le barème, nuisent à la copie et laissent au lecteur une impression négative qui peut se répercuter, consciemment ou non, sur la note finale. Malheureusement, cette épreuve a été loin de faire exception dans ce domaine.

## I Exemples de sous-algèbres

**Q1.** Une sous-algèbre d'une algèbre  $\mathcal{A}$  est avant tout un sous-espace vectoriel de  $\mathcal{A}$ . De très nombreux candidats l'oublient et se contentent de démontrer (avec plus ou moins de réussite) la stabilité par produit, ce qui constitue une mauvaise appropriation des termes du sujet. Ici, il s'agit de faire ce double travail (structure de sous-espace vectoriel et stabilité par produit) pour  $T_n(\mathbb{K})$  et  $T_n^+(\mathbb{K})$ . Remarque analogue pour les questions **Q4**, **Q7**, **Q15** et **Q27**.

**Q2.** Voir les remarques générales, la mise en évidence d'un contre-exemple précis, reste le meilleur moyen de conclure, pour  $S_2(\mathbb{K})$  comme pour  $A_2(\mathbb{K})$ . Par ailleurs, on a souvent lu des propositions de matrices antisymétriques avec des coefficients diagonaux non nuls.

**Q3.** De nombreux candidats proposent, pour seule réponse, un contre-exemple en taille 3 pour chacun des deux ensembles. Cela ne peut constituer une réponse suffisante. On peut, par exemple, proposer des matrices définies par blocs réutilisant les contre-exemples proposés à la question précédente.

**Q4.** Même remarque qu'en question **Q1**. Par ailleurs, beaucoup écrivent  $(\lambda u + v)(F) = \lambda u(F) + v(F)$ , alors qu'on a, à priori, la seule inclusion  $(\lambda u + v)(F) \subset \lambda u(F) + v(F)$ .

**Q5.** Nous avons trouvé très peu de réponses complètement satisfaisantes. De nombreuses fois, les candidats font référence à « la » base de  $E$  adaptée à  $F$  (et, parfois, à  $F$  et « son » supplémentaire). On rappelle aux candidats qu'en général, il n'y a pas unicité d'une base de  $E$  adaptée à un sous-espace vectoriel  $F$  (et qu'il existe une multiplicité de supplémentaires à un sous-espace vectoriel donné (hors  $E$  et l'espace nul)).

**Q6.** Le jury s'attendait à un bien meilleur taux de réussite sur une question d'un niveau tout à fait raisonnable (maximisation d'un trinôme du second degré sur un intervalle borné). On a noté de nombreuses erreurs sur les sens de variation, sur le calcul de la valeur du trinôme en  $(n - 1)$ , etc.

**Q7.** Même remarque qu'en question **Q1**.

**Q8.** Voir remarques générales et question **Q2** : il est beaucoup plus simple de proposer un contre-exemple précis comme la matrice  $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$  plutôt qu'un raisonnement général portant sur des paramètres  $a, b \in \mathbb{R}$  (à moins qu'on pense à éliminer le cas  $b = 0$  ce qui a été rarement fait).

**Q9.** On constate ici les premiers écarts de compréhension, parmi les candidats, de la notion de sous-algèbre diagonalisable. Il s'agit ici de trouver une base *commune* de diagonalisation des matrices de l'algèbre  $\Gamma(\mathbb{C})$  et pas seulement de montrer que toute matrice de  $\Gamma(\mathbb{C})$  est diagonalisable. On a également trop souvent

lu que la somme de deux matrices diagonalisables est diagonalisable (ce qui est, sans autre argument, faux).

## II Une sous-algèbre commutative de $\mathcal{M}_n(\mathbb{R})$

**Q10.** Un certain nombre de candidats ont confondu la matrice  $J$  et la notation  $J(a_0, \dots, a_{n-1})$ , se condamnant pour les trois questions à suivre.

**Q13.** Beaucoup de candidats sont partis de l'idée que  $\dim \mathcal{A} = n$  (parfois vaguement justifiée par l'évocation, insuffisante, de « degrés de liberté »), se contentant d'établir le caractère libre, ou générateur, de la famille  $(I_n, J, \dots, J^{n-1})$  pour conclure. Or, ce résultat de dimension n'a, jusqu'à ce moment du sujet, jamais été établi.

**Q15.** Même remarque qu'en question **Q1**, outre le fait que dans l'expression « sous-algèbre commutative », de nombreux candidats ne voient que l'adjectif « commutative », ce qui ne compose qu'une partie de la question.

**Q16.** On note une maîtrise très imparfaite du développement par rapport à une ligne ou une colonne, notamment pour ce qui est des facteurs  $(-1)^{i+j}$  qui doivent apparaître. Par ailleurs, le jury rappelle que la définition du polynôme caractéristique d'une matrice carrée  $A$ , telle que stipulée dans le programme, est  $\det(XI_n - A)$  (et non  $\det(A - XI_n)$ ). Toutefois, aucune pénalité n'a été appliquée en cas d'usage de la seconde forme.

**Q17 à Q19.** Pour ceux (relativement nombreux) qui ont trouvé, par un raisonnement suffisamment étayé, le bon polynôme caractéristique  $(X^n - 1)$  en question **Q16**, on note une bonne maîtrise des racines  $n$ -ièmes de l'unité, allant, moins rarement qu'attendu, jusqu'à la détermination correcte des espaces propres de la matrice  $J$  en question **Q19**.

**Q18.** Peu de candidats ont pensé à mettre le cas  $n = 2$  à part, pour lequel la matrice  $J$  est bien diagonalisable. Beaucoup ont répondu, à contrario, que le polynôme  $X^n - 1$  n'est pas scindé sur  $\mathbb{R}$ , ce qui n'est vrai que pour  $n \geq 3$  (donc faux en toute généralité).

**Q20.** Très peu de candidats ont vu la subtilité de cette question (non stabilité par multiplication par un scalaire complexe non réel). À contrario, on a malheureusement beaucoup lu que toute sous-algèbre de  $M_n(\mathbb{R})$  est systématiquement une sous-algèbre de  $M_n(\mathbb{C})$ , « par inclusion ».

**Q21 et Q22.** Ces questions, lorsqu'elles ont été traitées, l'ont souvent été de manière satisfaisante.

## III Sous-algèbres strictes de $\mathcal{M}_n(\mathbb{R})$ de dimension maximale

**Q23.** Cette question (presque de cours) a été abordée par presque tous les candidats, avec un succès variable. Notons que la plupart connaissent bien les propriétés caractéristiques d'un produit scalaire. Parmi les erreurs relevées, on déplore toutefois la croyance selon laquelle  $\operatorname{tr}(A^\top A) = \operatorname{tr}(A^2)$ , puis que  $\operatorname{tr}(A^2) \geq 0$ , positivité sans doute acquise en raison de la présence d'un carré. Également parmi les erreurs rencontrées, on a souvent lu l'écriture, fautive en général,  $\operatorname{tr}(A^\top A) = \sum_{i=1}^n a_{i,i}^2$ , au lieu de la somme double attendue  $\operatorname{tr}(A^\top A) = \sum_{1 \leq i, j \leq n} a_{i,j}^2$ .

**Q25.** Beaucoup pensent que si une matrice  $M$  n'appartient pas à  $\mathcal{A}$ , alors elle appartient à son supplémentaire orthogonal  $\mathcal{A}^\perp$ , ce qui est grossièrement faux.

**Q27.** Même remarque qu'en **Q1**. On a également noté de nombreuses confusions entre la dimension de l'algèbre  $\mathcal{A}$  et la taille des matrices qu'elle contient.

**Q29.** Question difficile, pour laquelle on a eu très peu de propositions pleinement satisfaisantes. Le jury a valorisé les bonnes idées et les pistes intéressantes.

#### IV Réduction d'une algèbre nilpotente de $\mathcal{M}_n(\mathbb{C})$

**Q30.** Beaucoup de raisonnements alambiqués, là où il aurait suffi de remarquer que toute matrice de taille 1 est triangulaire, diagonale, etc.

**Q31.** De nombreuses copies invoquent une *réciproque* du théorème de Burnside, là où il fallait parler de *contraposée*.

**Q32 à Q35.** Peu de propositions, la plupart intéressantes sans être complètement satisfaisantes.

#### V Le théorème de Burnside

**Q36 à Q40.** Questions pour la plupart difficiles (voire très difficiles) et très peu traitées. La question **Q36** l'a été un peu plus que les autres, notamment par des copies plutôt faibles, les candidats pensant se trouver face à une question simple de début de partie (ce qui n'est pas le cas). Dans ces questions, le jury a veillé à valoriser les bonnes idées.

### Conclusion

À l'écrit, il est absolument primordial de veiller à avoir bien répondu à toutes les parties d'une question et à avoir bien cité toutes les hypothèses des théorèmes utilisés. 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 ; il faut donc que tout soit dit sur la copie. Par exemple, on pourra regretter cet oubli fréquent d'établir la structure de sous-espace vectoriel afin de conclure à la structure de sous-algèbre. C'est ainsi que beaucoup risquent de se retrouver déçus de leur note, ayant eu l'impression de traiter de nombreuses questions du sujet, alors que la plupart des réponses sont incomplètes.

Nous tenons également à rappeler la plus-value importante qu'apportent une rédaction soignée et une copie bien présentée. Et ce, à double titre :

- sur le fond, un certain manque de soin ou une rédaction précipitée fait manquer des points importants de la question ou certaines subtilités, c'est ainsi que beaucoup ont négligé certains aspects de la notion de sous-algèbre, de vérifier la validité des contre-exemples proposés, ou ont confondu diagonalisation et co-diagonalisation ;
- sur la forme, l'impression laissée au correcteur par une copie négligée est forcément négative. Pour éviter tout désagrément, nous recommandons aux candidats de soigner leur écriture ; de limiter les ratures, d'éviter de multiplier les inserts plus ou moins lisibles et d'écrire dans un français correct.

Même si le jury n'a retenu aucun item de barème portant explicitement sur ces derniers points de forme, l'impression globale s'en ressent et ce facteur finit par avoir une influence, consciente ou non, sur la note attribuée.

Enfin, il n'était pas nécessaire de se précipiter et de traiter un nombre impressionnant de questions pour obtenir un très bon total : il suffisait de procéder avec soin, dans un esprit scientifique empreint de rigueur et de précision. Les bonnes et très bonnes copies sont, presque sans exception, de cette espèce.

# Mathématiques 2

## Présentation du sujet

Le sujet de cette année propose de démontrer des résultats classiques sur les valeurs de la fonction  $\zeta$  aux entiers pairs et ses liens avec le développement en série entière de la fonction tangente. La question **Q30** donne un résultat complet sur les  $\zeta(2n)$  — les  $\zeta(2n + 1)$  étant encore aujourd’hui le sujet de nombreuses conjectures. Enfin, une relation avec un problème de dénombrement (suites alternantes d’entiers distincts) donne l’occasion de calculer des probabilités. De nombreuses parties importantes du programme d’analyse sont ainsi abordées : intégrales dépendant d’un paramètre, formule de Taylor, séries entières, équations différentielles, intégration par parties, variables aléatoires discrètes.

Outre les connaissances testées, certaines questions demandent un minimum d’imagination tandis que d’autres exigent soin et persévérance dans les calculs.

## Analyse globale des résultats

Si on ne discerne pas de lacune particulière dans la formation des candidats, il reste que certains points apparaissent mal maîtrisés dès lors qu’il faut s’écarter des applications les plus communes. Beaucoup d’erreurs semblent simplement provenir d’un défaut de pratique de certains aspects : erreurs dans la manipulation des indices ou des variables, bornes des domaines de définition ou de validité des formules, calculs algébriques sur les fonctions trigonométriques. Cela sera détaillé au niveau de chaque question dans ce qui suit.

C’est surtout dans ce qu’on appelle « la forme » que des progrès importants restent à faire. Trop de candidats répondent aux questions par une série d’égalités sans autre commentaire qu’une phrase de conclusion. Il est au contraire essentiel de justifier chaque étape d’une démonstration par un bref appel aux résultats du cours ou du problème. Dans ce dernier cas, on doit impérativement donner le numéro de la question invoquée, même si elle est très proche. Cela va bien au-delà d’une simple question de présentation et même au-delà de la seule mention des idées classiques utilisées. Ainsi qu’on peut le voir pour certaines questions du problème de cette année (cf. partie III) la verbalisation d’idées simples mais pas forcément banales est une compétence essentielle.

Sur la présentation strictement matérielle on ne peut que réitérer le conseil d’utiliser une présentation claire avec des encadrés intelligemment choisis, sans parler de l’utilisation d’une encre assez foncée.

Les remarques qui précèdent et celles qui vont suivre ont pour but d’aider les candidats moyens à améliorer substantiellement leur prestation.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### I Introduction d’une fonction auxiliaire

#### I.A – Dérivées successives

**Q1.** Les candidats gagneraient à simplifier progressivement leurs calculs. La suite du sujet permettait d’orienter la simplification vers une suppression des  $\cos x$ .

**Q2.** Confusion fréquente entre  $P(\sin x)$  et  $P \times \sin x$ . On remarque une maladresse à passer de polynômes en  $\sin x$  à des polynômes en  $X$ .

**Q3.** Très peu de justifications que les coefficients sont positifs ou nuls, ce qui demandait un calcul explicite des coefficients.

**Q5.** Il n'est pas vrai que toute assertion dépendant d'un entier se démontre par récurrence ! Il est important de parler ici de formule de Leibniz, sans quoi il n'est pas clair du tout pour le lecteur de deviner la méthode employée.

#### I.B – Développement en série entière

**Q6.** Beaucoup d'erreurs dans la formule de Taylor avec reste intégral. Certains utilisent la positivité de  $f^{(n)}$  invoquant le fait que  $P_n$  est à coefficients strictement positifs, même s'ils ont négligé ce point auparavant.

**Q7.** Ici il convient de considérer  $\sum_n \frac{\alpha_n}{n!} x^n$  simplement comme une série et il est crucial qu'elle soit à termes positifs, sans quoi le fait que les sommes partielles sont bornées est a priori sans conséquence. On pourrait bien sûr arguer que cela implique que  $(\frac{\alpha_n}{n!} x^n)_n$  est toujours bornée pour  $x \in [0, \pi/2[$  et en déduire que la série entière converge sur ce même intervalle ouvert... mais on n'a pas vu cet argument.

**Q8.** Les formules de dérivation terme à terme et du produit de Cauchy sont rarement justifiées.

**Q9.** Ne pas oublier de considérer les conditions initiales. Notons que le théorème de Cauchy linéaire (le seul au programme) ne s'applique pas ici ( $y' = F(y)$  avec  $F$  non linéaire).

**Q10.** Le fait que  $f$  n'a pas de limite finie en  $\pi/2$  ne prouve rien a priori sur la convergence de la série. La bonne approche consistait à raisonner par l'absurde.

#### I.C – Partie paire et partie impaire du développement en série entière

**Q11.** Une question généralement bien traitée. Des confusions toutefois chez certains candidats qui y voient une question sur les séries entières ou ignorent le sens de fonctions « paires » et « impaires ».

**Q12.** Idéalement, il faudrait justifier pourquoi la partie paire/impaire d'une fonction développable en série entière est donnée par la somme des termes pairs/impairs de son développement. On pouvait d'ailleurs calculer  $f(x) \pm f(-x)$  et simplifier pour obtenir les formules attendues.

**Q13.** Le taux d'échec à cette question a été une grande surprise pour les correcteurs. Les candidats font preuve d'une grande maladresse pour interpréter la formule qu'ils viennent de démontrer et oublient qu'on ne leur demande qu'une valeur en 0. De nombreuses confusions d'indice, le même entier étant appelé indifféremment  $n$  ou  $2n + 1$  dans la même égalité.

**Q15.** Ici il est important d'expliquer ce que l'on fait, calculer ne suffit pas. Un raisonnement expéditif « par analogie avec **Q5** » n'était certes pas suffisant, mais il était bienvenu d'alléger les calculs en expliquant la similarité avec ceux de **Q5**.

## II Équivalent de $\alpha_{2n+1}$

#### II.A – La fonction zêta

**Q16.** Le théorème de continuité des séries de fonctions est bien connu des candidats. Attention à la convergence uniforme, seulement sur tout segment ici, ce qui n'implique pas la convergence uniforme sur  $]1, +\infty[$  mais suffit pour la continuité. Un nombre appréciable de candidats rappellent le caractère local de la continuité.

**Q17.** Bien traitée, parfois accompagnée de dessins très bienvenus. Quelques erreurs récurrentes : inégalités dans le mauvais sens, primitives incorrectes, oubli de passer à la limite.

**Q18.** La majorité des copies ont tenté d'extraire  $C(s)$  par inversion du produit de Cauchy ; la séparation en pair/impair ne pose pas de problème de fond ici (série à termes positifs), mais cette étape mérite tout

de même une justification. Erreur fréquente :  $\zeta$  n'est pas une somme de série entière, en tout cas pas sous la forme donnée.

#### II.B – Une formule pour la fonction cosinus

**Q19.** Le cas des intégrales de Wallis semble inspirer les candidats, qui posent généralement les bonnes intégrations par parties. La seconde nécessite un soin particulier sur les signes et les facteurs  $x$  et  $1/n$ . Il était possible d'éviter de traiter séparément le cas  $x \neq 0$ , en intégrant  $x^2 I_{n-2}$  par exemple, ou en justifiant la continuité en  $x = 0$  ; la plupart des copies n'ont pas vu cet écueil.

**Q20.** Le « télescopage » aurait mérité une rédaction plus soignée, la formule étant fournie de toute façon. Erreur fréquente dans le calcul de  $I_0(x) : \sin(\pi x)/\pi$  au lieu de  $\sin(\pi x)/2x$  (confusion entre la variable d'intégration  $t$  et le paramètre  $x$ ).

**Q21.** Question d'un abord difficile, contournée par la plupart des candidats.

#### II.C – Un autre développement de tangente

**Q22.** Question où on reprend avec succès la méthode de **Q17**.

**Q23.** Question difficile car légèrement différente des questions classiques sur les séries. La positivité des termes pouvait simplifier les considérations mais cela a été peu vu.

**Q24.** Erreur très fréquente : interversion somme-limite non justifiée.

**Q25.** Pas de difficulté notable mais un manque de soin dans la rédaction (quantificateurs, simplifications hâtives, signes, emploi des questions précédentes), alors que la formule est donnée.

**Q26.** Très peu abordée.

**Q27.** Question facile mais parfois bâclée.

**Q28.** La plupart des copies qui abordent cette question se limitent à déduire le second point du premier.

**Q29.** La formule étant donnée, il est dommage que les candidats ne justifient que très peu (voire pas) l'emploi des questions précédentes, en particulier quand il s'agit de passer de  $x$  à  $2x$  dans les formules.

#### II.D – Un équivalent de $\alpha_{2n+1}$

**Q30.** Un beau résultat hélas peu abordé.

**Q31.** Presque aucun candidat n'essaye de simplifier l'équivalent de Stirling appliqué à  $(2n + 1)!$ .

### III Permutations alternantes

#### III.A – Dénombrement des permutations alternantes

**Q32.** Beaucoup ne trouvent que 4 permutations alternantes montantes pour  $n = 4$ .

**Q33.** La solution générale consistant à remplacer  $a_i$  par  $n - a_i + 1$  n'a été aperçue que dans les toutes meilleures copies. Beaucoup de candidats pensent plutôt à inverser l'ordre des  $a_i$ , certains réalisant alors que cela ne fonctionne que pour  $n$  pair. Pour  $n$  impair, le processus qui consiste à envoyer une permutation alternante  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$  sur celle des deux permutations  $(a_n, a_1, \dots, a_{n-1})$  ou  $(a_2, \dots, a_n, a_1)$  qui est aussi alternante est effectivement une involution qui échange les descendantes et les montantes mais aucun candidat ne le justifie.

**Q34.** Il s'agissait de réindexer dans l'ordre strictement croissant de valeurs ; souvent les copies se contentent d'étiqueter arbitrairement les éléments.

**Q35.** Rarement abordée mais quelques bons arguments. Les candidats ont des difficultés pour décrire des opérations finalement peu classiques, la justification du facteur 2 étant particulièrement malaisée.

**Q36.** La récurrence (forte !) était simple à rédiger, raison de plus pour ne pas l'expédier d'un « par une récurrence immédiate ». Importance ici de bien citer les questions invoquées.

### III.B - Permutations aléatoires

Questions peu abordées.

## Conclusion

Outre les recommandations déjà données en introduction, on ne peut que conseiller de lire chaque partie du sujet avant d'essayer de résoudre les questions. La vue d'ensemble ainsi obtenue est souvent une bonne source d'inspiration.

Les résultats de cette année montrent une dispersion marquée avec un quart supérieur assez étalé culminant en quelques très bonnes copies.

En conclusion, sur un énoncé qui testait des aspects variés du programme de PC, on ne relève pas de lacune particulièrement récurrente. C'est plutôt le niveau de familiarité, ou simplement de pratique, des théorèmes et des méthodes qui semble faire la différence entre les candidats.

# Physique 1

## Présentation du sujet

Cette épreuve a pour but d'étudier un dispositif qui réalise un condensat de Bose-Einstein, à l'aide des lois de la physique classique, (mécanique du point, thermodynamique, magnétostatique, optique, électromagnétisme) et de quelques notions de mécanique quantique vues en première année, qu'un étudiant sortant de classes préparatoires doit maîtriser. Le problème est structuré autour de quatre parties de longueurs inégales.

La première partie, très courte, permet de mettre en place le problème de manière simple en introduisant le critère de condensation et en justifiant son aspect quantique.

La deuxième partie décrit le gaz à la sortie du four et dans la mélasse optique transverse.

La troisième partie, la plus longue, traite du système ralentisseur, on y étudie le piège magnéto-optique. Le champ magnétique qu'il faut créer pour maximiser la force de ralentissement exercée par le laser sur les atomes issus du four, grâce notamment à l'effet Zeeman, y est étudié de façon détaillée.

La quatrième et dernière partie traite de la fin du chemin pour arriver à la condensation. Le sujet se conclut de belle manière grâce à la démonstration expérimentale de la condensation de Bose-Einstein ; cette démonstration est basée sur « l'inversion de l'ellipticité ».

## Analyse globale des résultats

Le sujet est de longueur raisonnable et relativement progressif : quelques candidats ont abordé la plupart des questions.

Dans la continuité des années précédentes, le jury a été particulièrement attentif à la validité scientifique des justifications données, et à la qualité de la rédaction. Ainsi les candidats armés d'une bonne connaissance du cours et des acquis de travaux pratiques, d'un bon sens physique, d'une bonne capacité d'analyse et d'une bonne maîtrise des méthodes habituelles (effectuer un bilan d'énergie, mettre en place de façon rigoureuse un principe fondamental de la dynamique, étudier les symétries et les invariances des causes afin d'en déduire des propriétés sur leurs effets, exploiter l'analyse dimensionnelle...), ont pu valoriser leurs qualités, sous réserve d'une rédaction suffisante.

De nombreuses compétences sont sollicitées dans ce sujet. La première est l'appropriation de ce sujet de physique fondamentale, à priori complexe, grâce à une lecture attentive de l'énoncé. En effet, en plus d'une description du dispositif permettant d'obtenir un condensat de Bose-Einstein, un graphique est fourni en début d'épreuve, qui peut servir de fil conducteur tout au long de l'épreuve, certains candidats ont su l'exploiter. Ce graphique permet ainsi de valider les résultats numériques hors normes qui arrivaient au fur et à mesure de la progression et du rapprochement du condensat de Bose-Einstein.

La présentation des copies est globalement satisfaisante, même si un petit nombre de copies s'est vu sanctionné en raison d'une présentation inacceptable, des fautes d'orthographe en excès, une écriture indéchiffrable, des résultats non mis en évidence.

## Résolutions de problèmes

Dans ce problème, cinq questions sont identifiées comme des questions ouvertes ou résolutions de problèmes, nécessitant plus de temps de réflexion et d'autonomie, parce que moins guidées. Seule l'une d'entre elles a été très souvent abordée. Le jury rappelle aux candidats que les réponses à ces questions nécessitent



un effort de rédaction et que les schémas explicatifs sont toujours très appréciés, car ils permettent bien souvent d'appuyer une rédaction claire et concise.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Applications numériques

Un certain nombre d'applications numériques sont demandées (10 % du barème), la plupart demandent des résultats en ordre de grandeur, le jury rappelle alors aux candidats que le résultat attendu est une puissance de dix, accompagnée de son unité. Dans ce cas, un résultat donné avec un chiffre significatif est toléré, mais au-delà d'un chiffre significatif, le candidat n'a pas répondu correctement à la question, et se voit sanctionné. En ce qui concerne les autres applications numériques, le nombre de chiffres significatifs doit être adapté à celui des données de l'énoncé, encore une fois une lecture attentive de celui-ci est indispensable.

### I Le critère de condensation

**Q1.** Les candidats savent faire une analyse dimensionnelle.

**Q2.** L'analyse de la dimension de la longueur d'onde thermique ne suffit pas, il faut relier son expression à celle de la longueur d'onde de de Broglie.

**Q3.** Il faut comprendre que  $\left(\frac{1}{n^*}\right)^{1/3}$  représente la distance interatomique pour pouvoir conclure sur le recouvrement des fonctions d'onde.

**Q4.** Le résultat de l'application numérique devait être fourni avec deux chiffres significatifs.

### II Du four à la mélasse transverse

**Q5.** La réponse attendue était  $10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  car on demandait un ordre de grandeur. Cependant  $2 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  était également accepté.

**Q6.** Comme pour la plupart des applications numériques, le jury s'attend à lire un commentaire sur le résultat obtenu. Ici, un lien avec le graphique donné en début d'énoncé était bienvenu.

**Q7.** L'équation vérifiée par  $v_z$  étant obtenue par application d'un principe fondamental de la dynamique, il est indispensable d'expliciter le système et le considérer ponctuel, de définir le référentiel et le considérer galiléen et d'effectuer un bilan des forces.

**Q9.** Quelques candidats utilisent la loi de Fick, alors que de toute évidence, il ne s'agit pas d'un problème de diffusion et que nul coefficient de diffusion n'est présent dans l'énoncé.

### III Le ralentisseur et le piège magnéto-optique

**Q10.** Les connaissances des candidats sur le laser sont bonnes en général, nombreux sont ceux qui pensent à calculer la longueur de Rayleigh du laser, puis à comparer sa valeur à celle du dispositif.

**Q12.** Le facteur de qualité s'obtient par identification de l'équation différentielle avec l'équation différentielle écrite sous forme canonique, le jury attend une rédaction claire et explicite du raisonnement.

**Q13.** La charge  $q_e$  de l'électron étant négative, l'expression de l'amplitude  $X(\omega)$  des oscillations doit donc faire apparaître  $-q_e$ ,  $|q_e|$  ou  $e$ .

**Q14.** L'application numérique directe donne un résultat nul à la calculatrice, il faut penser à effectuer un développement limité de l'expression avant de faire l'application numérique.

**Q16.** Cette question, dans laquelle un bilan de puissance est effectué, nécessite de la rigueur. Ce type de bilan est fait à plusieurs reprises en première et deuxième année de classes préparatoires scientifiques.

**Q17.** Le tracé doit être fait pour  $\delta$  variant des valeurs négatives aux valeurs positives, en effet  $\delta$  n'a aucune raison d'être strictement positif. Cette question, très abordable, a pourtant été très mal traitée par les candidats. Nombreux sont ceux qui trouvent une vitesse en sortie du ralentisseur supérieure à la vitesse d'entrée, parfois même supérieure à la vitesse de la lumière et qui ne réagissent pas !

**Q21.** Une question de cinématique pure, qui a souvent été bien traitée par les candidats.

**Q23.** Première résolution de problème du sujet, cette question a souvent été abordée, avec succès. Un schéma pour définir les sens des courants dans la bobine et le solénoïde était indispensable. Le jury rappelle aux candidats que l'étape finale d'une résolution de problème est une validation, qui peut se transformer éventuellement en analyse critique du résultat.

**Q26.** Le paramètre  $V$  peut être positif ou négatif, les courbes attendues doivent donc être représentées dans les deux domaines. La force étudiée ayant pour but de freiner les atomes, on s'attend à ce qu'elle soit négative lorsque  $V$  est positif et positive lorsque  $V$  est négative.

**Q27 :** Cette question permet de valoriser l'aptitude au calcul des candidats, puisqu'un développement limité était suggéré par l'énoncé.

**Q28.** Cette question est une question ouverte, qui devait être traitée à l'aide de considérations de symétries et de schémas, mais elle a été peu et mal abordée. Certains candidats ont essayé d'utiliser l'expression hors programme du champ magnétique créé par une spire sur son axe, ou la loi de Biot et Savart, hors programme aussi. Ces tentatives se sont avérées aussi maladroites qu'infructueuses.

#### **IV Le refroidissement évaporatif et la condensation de Bose-Einstein**

**Q31.** De nombreux candidats, ayant perdu le fil du sujet dans les questions précédentes, se sont rattrapés sur cette question de cours. Le jury a récompensé un traitement parfait de cette situation : analyse des symétries de la distribution de courant, schéma et orientation du contour d'Ampère, application du théorème d'Ampère.

**Q32.** Question qui utilise le résultat de la question précédente, mais nécessite un changement de repère. Les schémas des deux bases de projection, la cartésienne et la polaire sont indispensables.

**Q35 et Q36.** Le cours est bien connu.

**Q38 et Q39.** Le bilan d'énergie a généralement été bien effectué, c'est le passage aux variations infinitésimales qui a posé problème.

**Q41 à Q44.** Ces questions ont été peu traitées. On peut le regretter car la résolution de problème de **Q44** est abordable même si l'on n'a pas répondu à l'intégralité des questions précédentes, il faut cependant avoir bien lu l'énoncé et compris ce qu'est un condensat de Bose Einstein.

**Q45.** Le principe d'incertitude est généralement bien exprimé, mais les termes qui y figurent doivent être qualifiés d'« indétermination » et pas d'« incertitudes ».

### **Conclusion**

Ce sujet, abordable pour qui connaît bien son cours des deux années de classe préparatoires, s'appuyant sur des questions classiques, des questions de calcul et des questions peu guidées a permis de très bien classer les candidats.

Les conseils donnés dans les rapports des années précédentes sont bien sûr encore valables. Nous insisterons sur certains points.

- Tout d’abord, quitte à se répéter dans ce rapport, il est essentiel de commencer par une lecture attentive de l’énoncé. Puis de le suivre dans ses hypothèses, ses notations, et comprendre pourquoi telle question est posée à tel moment du développement. Ainsi, il faut identifier clairement les résultats disponibles et les hypothèses effectuées à chaque question, ce qui permet de comprendre ce qui est attendu.
- Le barème valorise systématiquement le soin accordé au nombre de chiffres significatifs des résultats obtenus par lecture graphique, dans un tableau de données, ou encore à l’issue d’un calcul. La perte de temps et de points est colossale pour les candidats qui n’ont toujours pas compris ce principe. On rappelle tout particulièrement que lorsqu’un ordre de grandeur est demandé, le résultat doit faire apparaître une puissance de 10 accompagnée de son unité.
- Le jury valorise les commentaires pertinents faits spontanément à l’issue d’une application numérique, même s’ils ne sont pas explicitement demandés. Les commentaires comme : « c’est grand » ou « c’est très petit », sont à proscrire, il faut leur préférer des comparaisons avec des valeurs données dans l’énoncé, ou connues par le candidat. Dans tous les cas, il faut citer les valeurs des deux grandeurs homogènes que l’on compare.
- Les résolutions de problème doivent être abordées avec plus de méthode. Une simple application de la méthode « scientifique » permet 1– de récupérer des points *facilement* car les barèmes sont larges sur ce type de questions et évalués par compétences et 2– surtout d’aider à formaliser le problème et *donc* à trouver la bonne réponse !

Le jury a été enthousiasmé à la lecture de quelques copies exceptionnelles qui sont l’œuvre de candidats très bien préparés, connaissant très bien leur cours et maîtrisant l’analyse dimensionnelle, sachant raisonner en physiciens, capables d’une véritable analyse scientifique, livrant des commentaires d’une pertinence remarquable en prenant du recul, s’exprimant avec concision, clarté et efficacité. Il est donc d’autant plus désolé de compter autant de copies ne présentant quasiment aucune de ces qualités, pas même la plus fondamentale pour aborder une épreuve de concours : la maîtrise du cours.

Nous espérons que ces quelques conseils seront profitables aux futurs candidats.

## Physique 2

### Présentation du sujet

« Films de savon, mousses et sons » : ainsi s'intitule le sujet, contextualisant parfaitement les différentes études auxquelles il conduit. L'introduction prend soin d'expliquer l'intérêt de se pencher sur ces problématiques, citant aussi bien l'utilité dans le domaine biologique que dans le domaine industriel, avec les lessives et le pétrole par exemple. Les applications sont également nombreuses dans le domaine culinaire comme dans celui de l'isolation. Il s'agit également d'un sujet qui inspire bon nombre de TIPE : les candidats auront certainement apprécié de travailler sur ce genre de problématique !

Ce sujet permet d'exploiter un grand nombre des savoirs et savoir-faire acquis au cours des années de classes préparatoires. Il fait en effet appel tour à tour aux connaissances en physique ondulatoire dans le domaine acoustique, puis en optique grâce au phénomène d'interférences, avant d'aborder la mécanique des fluides et enfin l'électrostatique.

### Analyse globale des résultats

Globalement, les candidats ont du mal à faire bon usage des informations fournies dans l'introduction, alors que le lecteur attentif avait moyen d'utiliser ces informations pour corroborer certains résultats obtenus en cours de résolution.

De même, si le sujet fait tout à la fois appel à des calculs classiques établis en cours et à des notions abordées au travers de la partie expérimentale de l'enseignement, en particulier concernant la notion de tension superficielle et d'interférences, nous constatons que la restitution des connaissances acquises sous cette dernière forme sont plus difficilement mobilisables par les candidats.

Afin que chaque candidat puisse avancer au mieux dans le sujet, des résultats intermédiaires sont fournis. Quelle déception alors pour le correcteur de mesurer ce qu'il en est fait ! Combien de résultats apparaissant justes à partir de points de départ faux ! Combien de résultats faux sans s'interroger sur la différence trouvée par rapport à l'expression proposée ! Cette attitude, malheureusement rencontrée chaque année, ne se corrige pas, bien au contraire... Les candidats qui aboutissent « par magie » à la bonne réponse ne devraient pas s'étonner de la faiblesse de leur note.

Le sujet donne un nombre de chiffres significatifs en cohérence avec l'exactitude requise. Le jury n'a pas validé les résultats sans aucune mesure avec les précisions des données. Beaucoup de candidats ont ainsi perdu des points ; ils devraient s'interroger sur le sens du mot « significatif » !

Si bien des copies sont d'une présentation irréprochable, d'autres s'apparentent davantage à des brouillons. Certaines semblent même volontairement illisibles dans l'espoir que le correcteur choisisse lui-même la bonne solution ! Nous nous permettons de souligner que cette attitude n'est pas appropriée pour réussir un concours... ces candidats, fort heureusement non majoritaires, s'auto-sanctionnent.

En conséquence de ces différents constats, nous pouvons dire que l'épreuve a bien été classante et a favorisé les étudiants rigoureux et réguliers, qui ont su tirer le meilleur parti de tous les enseignements dispensés, qu'ils soient théoriques ou expérimentaux, de première ou de deuxième année, leur permettant alors d'obtenir de très bonnes notes.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

En préambule, et parce que cela a choqué bien des correcteurs, nous aimerions que chaque candidat se pose la question suivante : quels effets se produisent chez lui lorsqu'il découvre subitement qu'autrui lui ment ? Qu'il se dise bien que les mêmes effets se manifestent lorsqu'un correcteur découvre qu'un candidat masque la vérité. Nous en reparlerons au fil des questions.

### I Acoustique des mousses

Alors que pour l'immense majorité des candidats, la première question n'est qu'une formalité, la question **Q2** pose davantage de problèmes alors qu'il suffisait d'utiliser le caractère isentropique de l'évolution de l'air, explicitement assimilé à un gaz parfait, via la loi de Laplace différenciée. Les candidats qui ont appliqué le logarithme népérien à la loi de Laplace avant de la différencier aboutissent à une démonstration plus rapide et claire.

Les questions **Q3** et **Q4** ont été clairement révélatrices de l'attention portée par le candidat à la précision de ses résultats, qui se doit d'être en rapport avec la précision des données. Or, pour ces deux questions, la précision des données n'est pas la même : celle des résultats ne doit pas l'être non plus ! Que de points perdus à cette occasion ! Notons également que tout résultat doit s'accompagner de son unité, sinon il ne peut donner lieu à une quelconque rétribution de points !

Si aucune démonstration n'est demandée à la question **Q5**, nous avons pu relever au fil des copies un nombre important d'erreurs simplement dues à une mauvaise mémorisation. Dans ce contexte, le jury a apprécié la démarche du candidat qui, soucieux de ne pas se tromper, prenait le temps de retrouver avec exactitude l'expression de l'impédance acoustique. Il était alors important d'être vigilant sur les signes, afin d'aboutir à des résultats opposés pour les coefficients de réflexion en surpression et en vitesse à la question **Q6**, en partant évidemment de l'absence de surpression à l'extrémité du tuyau. Il est difficilement compréhensible que de nombreuses copies s'égarèrent en déphasages farfelus et autres « continuité de vitesse ».

Bien que les calculs des questions **Q7** et **Q8** aient été majoritairement faux, nous avons toutefois tenu compte de la cohérence des raisonnements. En revanche, il nous est apparu inacceptable d'affirmer avoir au même endroit un nœud de vitesse et de surpression. Certains correcteurs ont eu la surprise de découvrir qu'une onde réfléchie devenait une onde « répressive ».

Si les réponses aux questions **Q9** à **Q11** ont été majoritairement justes, elles ont parfois davantage été le fruit de « recettes » que de raisonnements bien établis. Notons que lorsqu'un graphe est proposé, il nous semble important d'y associer des axes.

**Q12** et **Q13**. Alors que l'estimation de  $c_m$  est souvent juste, l'approximation des milieux continus fait fréquemment référence à des réponses fausses — mentionnant une comparaison à  $L$  et non à la longueur d'onde — quand elle n'est pas éludée. Très rares sont les candidats ayant établi un rapport entre cette vitesse particulièrement faible et l'introduction du sujet. Des confusions ont été constatées entre milieu homogène et milieu continu.

**Q14** à **Q18**. Dans cette sous-partie, la masse volumique et la compressibilité isentropique de la mousse sont plus souvent devinées qu'établies. Les candidats se montrant rigoureux s'en trouvent naturellement récompensés, parvenant alors sans faille à retrouver la vitesse de propagation du son dans la mousse.

### II Formation et drainage d'un film de savon plan

**Q19** et **Q20**. Un argument énergétique ou surfacique était attendu : une lecture attentive de l'énoncé y conduisait naturellement. Il fallait ensuite être vigilant sur le fait qu'une bulle de savon dans l'air présente deux interfaces, mais aucun calcul n'était attendu.

**Q21 à Q24.** Ces questions, sans difficulté particulière, ont souvent trouvé de bonnes réponses. Certains candidats ont su profiter de la question **Q21** pour établir rapidement l'expression demandée à la **Q22**, alors que d'autres y ont passé beaucoup de temps.

**Q25 à Q27.** Ici encore, une bonne lecture de l'énoncé permettait rapidement de comprendre que la grandeur introduite était adimensionnée. Certains candidats ont effectué des analogies et des interprétations intéressantes. Notons là encore l'importance de fournir une application numérique en accord avec la question. Ici, il s'agissait de donner un ordre de grandeur : l'inflation de chiffres significatifs était dès lors pénalisante !

**Q28 à Q31.** Alors que ces questions sont annoncées comme des questions ouvertes, le sujet prend soin de bien baliser le terrain, afin d'accompagner au mieux le candidat. Cependant, bon nombre d'entre eux s'est trouvé dérouter et c'est certainement l'une des parties les moins bien maîtrisées. Insistons sur l'importance de bien aborder ces questions : faire un schéma afin de mieux appréhender la situation nous semble indispensable, représenter les rayons qui interfèrent est évidemment essentiel et aurait évité à certains de partir sur des notions de réfraction, en oubliant que le sujet précise bien que l'incidence est normale. Il nous semble que les documents fournis devaient permettre de mettre sur la voie des teintes de Newton. Enfin, comme en début d'énoncé, nous avons eu à cœur de valoriser les candidats cohérents dans leurs explications, ne confondant pas diffraction, interférences avec des analogies étranges, réfraction, etc.

**Q32 à Q35.** Il est étonnant que l'argument d'incompressibilité ait été souvent oublié. Si la modélisation par un écoulement entre deux murs rigides et fixes peut surprendre, le calcul de cet écoulement de Poiseuille très classique pose de réelles difficultés, par exemple en termes de conditions aux limites. Quant au calcul du débit volumique, il a souvent été révélateur de l'état d'esprit du candidat. Trop nombreux ont été ceux qui, partis d'une expression de la vitesse fautive, ou de bornes d'intégration inappropriées, sont tombés sur un résultat miraculeusement juste parce que donné ! Quelle déception pour le correcteur de percevoir ce manque de loyauté.

**Q36 à Q42.** Cette partie, qui débute par un bilan de matière, a bien souvent révélé un manque de rigueur : les candidats, rompus à cette démarche de bilan, parviennent régulièrement au bon résultat, mais au terme d'un raisonnement parfois incompréhensible !

Les calculs suivants, finalement très classiques et bien guidés, n'ont pas posé de difficultés à ceux ayant traité avec soin l'écoulement. Toutefois, la forme de la lame laisse trop souvent le correcteur perplexe, lorsqu'elle est posée.

### III Film noir

**Q43.** Cette question, sans doute l'une des plus difficiles du sujet, nécessite un effort de calcul qui est apparu de toute évidence très abrupt à l'immense majorité des candidats. Nous avons pu constater que l'intégrale était très régulièrement mal posée, certains se contentant d'écrire que l'intégrale de  $1/r^6$  est  $1/r^7$  ! Constat qui, tout comme la trigonométrie de la première partie, révèle les insuffisances mathématiques de nombreux candidats. Évidemment, la difficulté de cette question est ailleurs et se porte sur le choix d'un système de coordonnées adaptées à la situation expérimentale (symétrie de révolution) et l'écriture correcte des bornes de l'intégrale. Nous avons dès lors apprécié les efforts de clarté de certains, même s'ils se limitaient à proposer proprement une intégrale correcte.

**Q44 à Q52.** Cette sous-partie a bien souvent permis aux candidats plus modestes de se refaire une santé. Il était cependant nécessaire d'être vigilant quant aux précisions apportées par l'énoncé sur la présence ou non de la permittivité relative de l'eau dans les expressions, et de rester cohérent avec le nombre de chiffres significatifs au cours des applications numériques. Notons que bon nombre de candidats ont omis, dans leurs calculs, le nombre d'Avogadro, aboutissant alors à des résultats numériques nécessairement faux. Bravo à ceux qui ont su le reconnaître !

En revanche, si l'identification et l'évaluation de la longueur d'onde de Debye sont assez aisées pour le candidat méthodique, son interprétation est très rarement proposée.

**Q53 à Q55.** De très rares candidats ont su proposer une répulsion à très courte distance et justifier la possibilité d'un deuxième minimum d'énergie permettant de rendre compte du « film noir de Newton ».

## Conclusion

Au terme de ce bilan, nous avons conscience d'avoir prioritairement mis en avant les écueils à éviter. Toutefois, il nous semble absolument fondamental de souligner combien nous avons été admiratifs devant bon nombre de copies, de très belle facture, tant sur le fond que sur la forme. Que tous ces candidats, soucieux de donner le meilleur d'eux-mêmes, soient remerciés pour les compositions qu'ils ont su nous proposer. À leur lecture, nous sommes assurés qu'avec la formation dont ils bénéficieront au sein des écoles d'ingénieur, ils sauront relever les défis de XXI<sup>e</sup> siècle.

À tous ceux pour lesquels la marche paraît trop haute nous voulons rappeler le cap donné par Léonard de Vinci lui-même : « tout obstacle renforce la détermination. Celui qui s'est fixé un but n'en change pas ». Afin que cette détermination, caractéristique du scientifique, puisse porter tous ses fruits, nous nous permettons quelques conseils.

Les candidats sont invités à se placer dans le contexte du problème, tel qu'il est présenté en introduction, lorsqu'ils répondent aux questions du sujet. Cela leur permettrait de découvrir plus facilement une cohérence dans le déroulement de l'épreuve, qui s'apparente plus souvent pour eux à une succession de questions qu'à un ensemble construit pour former un bel édifice.

Un sujet tel que celui-ci illustre la pertinence de la métaphore qui consiste à considérer le parcours du candidat davantage comme une course de fond que comme un sprint. L'entraînement qu'il aura suivi au cours de sa préparation lui permettra de vérifier ce vieil adage donné par tous les entraîneurs : « plus vous souffrez à l'entraînement, moins vous souffrirez en compétition ». Nous saluons à cette occasion le travail remarquable de tous les enseignants en CPGE qui, au cours de ces deux années, soutiennent les étudiants afin qu'ils donnent le meilleur d'eux-mêmes en étant attentifs à ce que la souffrance occasionnée ne soit jamais excessive.

Un scientifique doit toujours commencer par s'assurer d'avoir bien compris la question qui lui est posée : une lecture rigoureuse du sujet permet au candidat de ne pas se fourvoyer.

Un scientifique, qu'il soit ingénieur ou chercheur, devra être en mesure de se faire comprendre par ses pairs et par les personnes dont il aura la responsabilité. Pour cela, il doit évidemment comprendre au préalable le problème qui lui est posé, ébaucher la solution, mais ensuite avoir à cœur de transmettre le fruit de son travail. Il doit ainsi utiliser les moyens qui lui sont donnés. Sur une copie, il doit penser à argumenter sa démarche, faire ressortir les étapes importantes et les résultats, garder un œil critique... Bien souvent, un schéma simple, éventuellement avec des couleurs, sera une plus-value.

Nous tenons donc à encourager tous les futurs candidats à s'inspirer des divers conseils afin de devenir les ingénieurs qui sauront relever les défis qui les attendent, tout en continuant à s'émerveiller devant la beauté des bulles de savon et autres phénomènes physiques enthousiasmants !

# Chimie

## Présentation du sujet

Le sujet de cette année, constitué de deux parties indépendantes, traite des avancées récentes dans le traitement de l'hépatite C. La première partie, à dominante inorganique, étudie la détection électrochimique du virus de l'hépatite C. La seconde, majoritairement organique, s'intéresse à la synthèse d'un antiviral utilisé dans le traitement de la maladie.

Les notions mises en jeu font appel à de nombreux domaines abordés dans les programmes de première et de seconde année des classes préparatoires PCSI et PC (orbitales moléculaires, courbes courant-potentiel, cinétique, acido-basicité, diagramme binaire liquide-solide, groupes caractéristiques ester, carbonyle, dérivé halogéné).

De nombreuses questions ne sont pas guidées et mettent le candidat face à des tâches complexes qui nécessitent :

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

La dimension expérimentale est particulièrement mise en avant par le biais :

- d'analyse de conditions industrielles ou de protocoles de laboratoire ;
- de proposition de techniques de mesures et analyse critique de résultats.

Le sujet illustre aussi la manière dont la démarche de modélisation est mise en œuvre en chimie avec :

- l'utilisation des orbitales moléculaires pour analyser la réactivité d'espèces chimiques ;
- l'élaboration de mécanismes rendant compte des observations cinétiques ou stéréochimiques.

Les compétences évaluées dans cette épreuve sont :

- décrire la mise en œuvre de quelques techniques de laboratoire. Ainsi est-il demandé de schématiser le montage expérimental permettant de tracer une courbe courant-potentiel ou d'analyser le traitement d'un alliage ;
- étudier l'influence de la structure chimique des réactifs et des conditions expérimentales utilisées dans une stratégie de synthèse. Est étudiée par exemple la nécessité d'activer ou de protéger des groupes caractéristiques dans une synthèse multi-étapes par l'emploi de l'EEDQ ou du DBU ;
- confronter un modèle aux données expérimentales dans le cadre d'une réaction analogue à celle de Diels-Alder par exemple. Une modélisation structurale est par ailleurs appliquée à l'étude de la réactivité dans le cadre d'un contrôle orbitalaire ;
- maîtriser le vocabulaire scientifique dans la description des phénomènes étudiés. Ainsi est-il par exemple demandé de nommer les différentes étapes du mécanisme de la réaction de Mitsunobu.



## Analyse globale des résultats

Sur l'ensemble des copies, au moins une bonne réponse a été apportée à chaque question.

Une coquille s'est glissée dans l'énoncé : permutation entre Asc et AscH<sub>2</sub> dans la question **Q11**. La plupart des candidats ont corrigé d'eux-mêmes. Néanmoins, le jury a tenu compte de cette erreur dans la notation des réponses apportées aux questions **Q11**, **Q12** et **Q15**.

Le vocabulaire scientifique est maîtrisé : la description des orbitales moléculaires est correctement effectuée, la qualification des étapes du mécanisme de la réaction de Mitsunobu est bien spécifiée.

La rédaction des réponses n'est pas toujours effectuée avec la complétude requise, y compris pour les tâches simples : il manque souvent un élément dans le montage à trois électrodes, la position relative des courbes dans les diagrammes potentiel-pH est insuffisamment exploitée.

La résolution de problème est rarement abordée et manifestement parfois volontairement évitée. La question **Q17** intervient pour plus de 7 % du barème global alors qu'elle ne correspond qu'à une seule question sur 42 au total.

L'utilisation des modèles est souvent pertinente. Nombre de candidats sont capables de conduire une réflexion complète à partir de l'utilisation d'un modèle (par exemple : l'analyse des caractéristiques et l'exploitation des orbitales du dioxyde de soufre dans l'étude de la réactivité) et d'écrire les mécanismes avec la rigueur exigée (par exemple : formation de l'anhydride mixte ou la dernière étape de l'obtention du Siméprévir). De même, les connaissances fondamentales du cours sont acquises.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### I Détection électrochimique du virus de l'hépatite C

#### I.A – Fabrication d'une électrode d'or nanoporeuse

**Q1.** L'exploitation de la formule chimique de l'alliage pour déterminer les masses requises est parfaitement établie par 50 % des candidats. Dans certaines copies, la conservation de la masse totale n'est pas respectée.

**Q2.** L'évaluation graphique de la température sur le liquidus est correctement effectuée dans 70 % des copies. La température correspond parfois à tort à la température de fusion (non congruente) du composé défini.

**Q3.** L'allure de la courbe d'analyse thermique est parfois incomplète (il manque notamment le palier eutectique) ou insuffisamment annotée (le nombre de phases et/ou l'état physique associé ne sont pas toujours précisés). Seulement 25 % des candidats obtiennent la totalité des points sur cette question.

**Q4.** Il s'agit de l'une des questions les moins bien traitées du sujet, 2/3 des candidats n'obtenant aucun point sur cette question. Le jury avait pourtant décidé d'attribuer des points sur la formule du composé défini et sur les proportions ou quantités molaires et massiques des différentes phases. La nature hétérogène de l'alliage, peu classique il est vrai, a clairement gêné de nombreux candidats.

**Q5.** Le document-réponse est souvent incomplet (dans 50 % des copies), notamment parce que les couples de l'eau n'y figurent pas.

**Q6.** Les réponses apportées ne sont pas toujours rédigées avec la précision attendue. La distinction entre l'or — qui n'est pas altéré dans les conditions du traitement — et l'aluminium, qui lui au contraire est oxydé, n'est pas toujours clairement indiquée.

**Q7.** La question n'est abordée que dans 50 % des copies et pratiquement jamais dans son intégralité : la concentration molaire en soude n'est pas calculée, l'évaluation théorique et l'imprécision de mesure liées à une valeur très élevée du pH sont très peu explicitées.

**Q8.** Les diagrammes potentiel-pH sont ici encore insuffisamment exploités.

**Q9.** La nécessité d'obtenir une électrode nanoporeuse est rarement évoquée (15 % des copies seulement).

**Q10.** De nombreux candidats citent la précipitation du chlorure d'argent mais oublient la nécessité d'oxyder le métal argent.

#### I.B – Étude du principe de la détection chimique

**Q11 et Q12.** Le jury a fait preuve d'une grande tolérance sur les réponses apportées en raison de l'erreur d'énoncé. L'écriture de la demi-équation électronique, les calculs des nombres (ou de variation de nombres) d'oxydation comme les études structurales ont ainsi été récompensés.

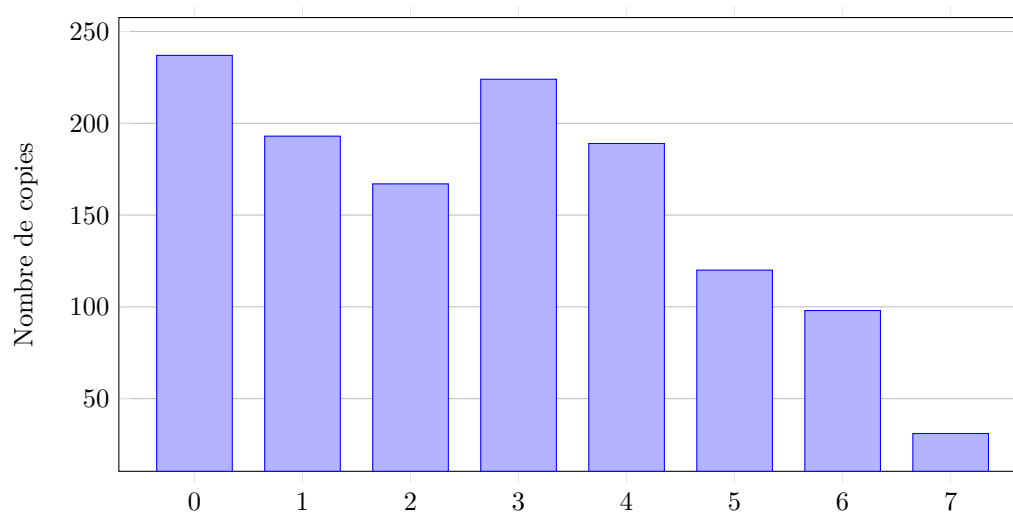
**Q13.** Les montages schématisés sont souvent incomplets, il manque notamment sur de nombreuses copies le générateur dans le circuit électrique.

**Q14.** La description de l'électrolyte est souvent trop imprécise, les quantités (ou les concentrations) des ions chlorure et sodium sont rarement indiquées.

**Q15.** Cette question qualitative est bien traitée, même s'il manque parfois une description du palier de diffusion (le jury a été à nouveau tolérant sur la nature de l'espèce dérivée de l'acide ascorbique).

**Q16.** Très peu de candidats obtiennent l'intégralité des points sur cette question, notamment parce qu'ils ne tiennent pas compte du pH de la solution et/ou du potentiel de l'électrode de référence.

**Q17.** Cette résolution de problème n'est pas traitée dans 63 % des copies. Parmi les 1259 copies qui ont abordé cette question, la répartition des points est représentée dans la [figure 8.1](#) ; 31 copies ont obtenu la note maximale de 7 points attribuée à la question. La qualité rédactionnelle de la démarche scientifique est très différente d'une copie à l'autre. L'analyse et l'exploitation de la courbe étalon pouvant être déduites de la figure 4 sont parfois très qualitatives, parfois très poussées (avec prise en compte ou pas du facteur de dilution, de l'imprécision de lecture de la hauteur du palier de diffusion). Le commentaire — qui correspond à la compétence « valider » — sur les données figurant sur l'emballage du fabricant est trop succinct. Les candidats se contentent trop souvent de constater un écart entre la masse mesurée et la masse référencée sans proposer d'explication à cette observation.



**Figure 8.1** Points obtenus à la question 17 par les 1259 copies l'ayant abordée

## II Synthèse d'un antiviral utilisé dans le traitement de l'hépatite C

### II.A – Synthèse du Siméprevir à partir du synthon 4

**Q18.** La détermination des descripteurs stéréochimiques ne pose pas de problème majeur et la plupart des candidats justifient efficacement leur choix. En revanche, la justification de la chiralité n'est pas toujours apportée correctement.

**Q19.** La séquence réactionnelle est en général bien décrite mais le nombre de stéréoisomères est erroné, nombre de candidats n'ayant pas observé l'absence de nouveau centre stéréogène dans le composé 5 formé.

**Q20 à Q29.** Ces questions sont en général bien traitées par les candidats. Quelques imprécisions sont cependant relevées.

**Q22.** La mise en œuvre de la protection d'une fonction acide carboxylique est souvent mentionnée, mais la stratégie en termes de sélectivité n'est pas analysée.

**Q25.** La gêne stérique est souvent simplement évoquée alors qu'une référence claire à la stéréospécificité de la  $S_N2$  (ou à l'inversion de Walden) était attendue.

**Q27.** Des confusions sur le type de réaction et/ou sur la nature du sous-produit gazeux (dihydrogène ou méthane au lieu d'éthène) sont parfois observées.

### II.B – Étude de la synthèse du 3-sulfolène

**Q30.** Les conditions permettant de privilégier un contrôle cinétique ou thermodynamique de sélectivité sont globalement bien connues. Les réponses sont majoritairement exactes même si le sujet ne permettait pas de savoir si 8 heures était une durée courte ou longue pour cette transformation.

**Q32.** Un nombre relativement important d'erreurs est relevé, notamment avec des structures de Lewis conduisant à écrire  $AX_2E_2$ , et de confusions entre géométrie moléculaire (coudée) et géométrie d'ensemble (trigonale plane).

**Q34.** L'identification de l'orbitale frontalière qui gouverne la réactivité du dioxyde de soufre n'est pas toujours effectuée avec suffisamment de rigueur, notamment parce qu'il manque les calculs des écarts énergétiques avec le butadiène.

**Q36.** Le principe d'un recouvrement maximal est généralement compris. En revanche, peu de candidats accompagnent leur réponse d'un schéma d'approche des réactifs selon des plans perpendiculaires pour illustrer leur propos.

**Q38 et Q39.** L'exploitation des données cinétiques est en général bien conduite, même si l'unité de la constante de vitesse est parfois absente ou erronée. Il est dommage que les candidats n'aient pas toujours pour réflexe de faire une analyse dimensionnelle pour déterminer une unité.

**Q40 et Q41.** L'analyse des résultats est parfois trop qualitative, certains candidats n'effectuant pas la comparaison des valeurs calculées des enthalpies libres standard de réaction (ou celles des constantes d'équilibre associées).

**Q42.** Les structures proposées sont souvent trop imprécises, nombre de candidats n'exploitant pas la stéréospécificité de la réaction étudiée.

## Conclusion

Le jury se réjouit qu'un nombre important de candidats concourent au groupe Centrale-Supélec avec un degré de préparation très sérieux en chimie et il apprécie de mettre en valeur un nombre non négligeable de copies de très grande qualité.

Le jury encourage les futurs candidats à s'exercer aux résolutions de problème au cours de leurs deux années de préparation et leur conseille de s'y atteler dans les sujets de concours. Tout engagement dans la démarche, de résolution, même si elle n'est que partielle, est en effet positivement récompensé par le barème.

# Informatique

## Présentation du sujet

Le sujet porte sur la mesure de la raideur d'un brin d'ADN ainsi que la simulation numérique de son comportement.

Après une première partie préliminaire sur des algorithmes classiques itératifs et récursifs, la seconde partie vise à réaliser un traitement d'image permettant de mesurer les fluctuations de positions et l'allongement du brin en fonction de la tension exercée. Cette partie mobilisait des compétences en algorithmique.

La troisième partie permet d'identifier les paramètres du modèle du ver à partir des données expérimentales par minimisation des écarts. Cette partie s'appuyait sur les compétences en simulation numérique au programme.

La quatrième partie propose une modélisation simple du brin sous forme d'une succession de segments, dont le comportement statistique permet de retrouver par simulation un comportement proche de celui du brin d'ADN. Bien qu'il s'agisse d'une simulation numérique, les compétences évaluées relevaient pour l'essentiel de l'algorithmique.

## Analyse globale des résultats

Le sujet est de longueur raisonnable pour le temps imparti. Près de la moitié des candidats ont abordé plus de 80 % des questions.

À nouveau cette année, le jury se réjouit du niveau satisfaisant des copies. Le langage est bien maîtrisé et permet de traduire les solutions aux questions sans difficulté. Quelques rares candidats ont visiblement négligé la formation en informatique et se contentent de répondre aux questions ne relevant pas immédiatement d'informatique. Ces copies conduisent à des notes très faibles.

Les petites erreurs syntaxiques n'ont pas été sanctionnées par le jury, dans la mesure où elles ne cachent pas des erreurs de fond. Les réponses pertinentes d'un point de vue algorithmique sont valorisées. Néanmoins, une accumulation significative de ces erreurs dans certaines copies a pu conduire à une dépréciation.

Certaines copies proposent des programmes particulièrement élégants et concis et reflètent un vrai recul sur les différentes stratégies de programmation. Ces copies ont été valorisées.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Au regard des copies évaluées, le jury propose aux futurs candidats de prêter attention aux remarques suivantes.

- L'indentation en Python délimite les blocs d'instructions et doit apparaître clairement dans la rédaction. Toute rédaction claire est bienvenue ; bien souvent, un trait vertical marquant l'alignement du bloc d'instruction est suffisant.
- L'initialisation d'une variable dans une boucle ou hors de la boucle n'a pas les mêmes conséquences pour l'algorithme.
- Les espaces de noms en Python sont organisés en poupées russes : il peut parfois être utile de définir une fonction à l'intérieur d'une fonction.

- Le nombre d’itérations d’une boucle doit être bien réfléchi pour s’assurer que les indices des éléments d’une liste appelés dans la boucle sont bien définis. L’expression `range(n)` fournit les entiers de l’intervalle  $[0, n - 1]$  et permet donc d’effectuer  $n$  itérations indicées de 0 à  $n - 1$ . Les opérateurs `and` et `or` utilisent une évaluation paresseuse, l’ordre des clauses peut donc avoir de l’importance, par exemple dans la condition d’une instruction `while`.
- Lorsque le sujet précise explicitement les arguments des fonctions et les valeurs retournées, ainsi que leur type, il convient de veiller à les respecter.
- Les listes ou les tableaux fournis en argument d’une fonction peuvent subir des modifications par effet de bord s’ils ne sont pas copiés, ce qui n’est pas toujours souhaitable. L’instruction `A = B` ne réalise pas de copie de l’objet désigné par `B`, s’il est mutable sa modification affectera les deux variables.
- Beaucoup de questions sont indépendantes et généralement le prototype d’une fonction, donné dans une question, permet de l’utiliser dans les questions suivantes.
- Les opérateurs classiques (`+`, `*`, etc.) n’ont pas toujours le même sens selon les types des opérandes, en particulier pour les listes et les tableaux.
- La concision et l’élégance des programmes sont appréciées dans l’évaluation. Les candidats qui réinvestissent les fonctions déjà codées sont valorisés par rapport à ceux qui recopient les lignes de code équivalentes.
- Des listes de conditions en cascade nuisent à la lisibilité de l’algorithme. Une condition booléenne bien choisie distingue les candidats dont la pensée est claire.
- Des noms de variables explicites aident à la compréhension du code. De trop nombreux candidats utilisent des noms de variables quelconques (`a`, `b`, `c`...) ce qui nuit à la compréhension du programme. La clarté du programme (en particulier le choix des noms de variables) ainsi que la présence de commentaires opportuns sont prises en compte dans l’évaluation.
- Un long paragraphe expliquant le principe d’un algorithme est souvent moins clair qu’un code bien formulé, utilisant des noms de variables évoquant leur contenu.
- Lors d’un calcul de complexité, une justification minimale est attendue.
- L’ordre des questions importe. Prendre soin de rédiger les réponses aux questions en respectant leur ordre dans le sujet.
- La qualité d’expression (l’orthographe notamment) et la qualité visuelle de présentation relèvent des compétences de communication indispensables à un candidat à une école d’ingénieur. Le correcteur n’attribue les points qu’aux éléments de réponse qu’il parvient à lire et à comprendre. Les copies obscures et difficiles à comprendre sont pénalisées.
- Les variables utilisées dans une fonction doivent être définies dans cette fonction ou être explicitement définies comme variables globales (soit par le sujet, soit par le candidat).
- Les candidats sont invités à bien lire l’annexe contenant certaines fonctions utiles pour traiter le sujet.

## I Fonctions utilitaires

La première partie comporte trois questions préliminaires, participant à la progressivité du sujet. Les deux premières questions sur la moyenne et la variance sont réussies par la majorité des candidats. Certains candidats utilisent la fonction moyenne dans les itérations du calcul de la variance, ce qui conduit à une complexité en  $O(n^2)$  au lieu de  $O(n)$ . La question 3 se traitait naturellement par un

appel récursif de la fonction `somme` et a été réussie dans 36 % des copies. De très rares candidats ont pu traiter cette question en aplatissant la liste, sans appel récursif.

## II Mesures expérimentales

Les questions **Q4** à **Q6** sont très bien réussies. Il convient de ne pas stocker les photographies dans une liste pour éviter une occupation mémoire inutile. Lorsque la question demande de renvoyer un nouveau tableau, il convient de ne pas modifier le tableau fourni en argument.

La question **Q7** est moins bien abordée ; elle réutilise naturellement les fonctions antérieures.

Les questions **Q8** et **Q9**, plus difficiles, furent discriminantes. Les candidats avaient toute latitude pour proposer plusieurs fonctions permettant de déterminer un profil radial de l'image de diffraction. La discrétisation des anneaux, la répartition des pixels dans chaque anneau et le calcul du profil lui-même nécessitaient une approche structurée pour réussir. Bien que les candidats parvenus à une solution fonctionnelle soit rares, toutes les propositions répondant à certains points clés de l'algorithme ont été valorisées. Cinquante-huit pour cent des candidats ont abordé ces questions en obtenant, en moyenne, 41 % des points du barème. Lorsqu'il est abordé, le calcul de complexité est bien traité.

## III Modèle du ver

La question **Q11**, visant à mettre en œuvre la fonction d'une bibliothèque, a posé des difficultés à la plupart des candidats. Il s'agissait de préparer les données en dissociant les abscisses et les ordonnées, préparer la fonction en créant une nouvelle fonction sans l'argument `T` et renvoyer la partie utile des résultats.

Les questions **Q12** et **Q13** ont montré un recul très relatif de certains candidats sur les nombres flottants utilisés en calcul numérique. Combien d'entre eux proposent 52 chiffres significatifs décimaux ou encore  $10^{15}$  chiffres significatifs ! Beaucoup indiquent aussi que  $10^{-16}$  est trop petit pour être représenté en mémoire. La représentation des données en mémoire est pourtant bien au programme.

Les questions **Q14** et **Q15** sont relativement bien réussies. La fonction dérivée est souvent mal utilisée pour le calcul de la dérivée seconde. La questions **Q16**, proposant une minimisation par recherche du zéro de la dérivée par la méthode de Newton, est souvent bien abordée dans le principe mais trop souvent les algorithmes des candidats recherchent le zéro de la fonction `phi` et non de sa dérivée.

La question **Q17**, ne faisant pas appel à la programmation, est souvent traitée correctement. La mise en œuvre au travers des programmes des questions **Q18** et **Q19** est cependant rarement réussie.

## IV Modèle de la chaîne librement jointe

Les questions **Q20** et **Q21** sont souvent bien abordées, mais obtenir un nombre aléatoire entre  $-\pi$  et  $\pi$  semble poser des difficultés à certains candidats. La fonction `random.randrange` n'était pas adaptée pour cette question. La question **Q22** visait à créer une nouvelle conformation (et non pas modifier la conformation donnée) en changeant  $k$  angles successifs. Le tirage aléatoire du début de la section modifiée en s'assurant de ne pas dépasser la taille du tableau a conduit à de nombreuses erreurs.

La question **Q23** nécessite de sélectionner une des conformations selon une probabilité donnée, ce que tous les candidats n'ont pas su faire.

La question **Q24** propose de mettre en œuvre une simulation de type Monte Carlo. Elle donnait l'occasion d'utiliser une file, dont les propriétés étaient rappelées, très similaires à celles des piles au programme. Cette question est abordée par seulement 23 % des candidats qui, lorsqu'ils l'abordent, la réussissent plutôt bien.

## **Conclusion**

Le sujet aborde une large partie du programme d'informatique commune, dont le programme de deuxième année. Le choix d'un sujet s'appuyant sur la caractérisation d'un phénomène physique par une approche numérique, impliquant une part d'algorithmique, assure une cohérence avec la formation d'ingénieur. Cette approche sera reconduite sur des problématiques de simulation ou d'algorithmique en informatique, à partir du programme des trois semestres d'informatique.

Les bons résultats à cette épreuve montrent que les étudiants, soutenus par leurs professeurs, ont acquis des compétences affirmées 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 s'appuie cette année sur un ensemble constitué de trois articles et d'un dessin de presse. Il porte un regard critique sur l'intelligence artificielle sous des angles divers : scientifique, politique, géopolitique, économique, et environnemental.

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

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

## Analyse globale des résultats

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

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### La synthèse et sa méthode

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

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

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

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

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

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

### La synthèse et les compétences linguistiques qu'elle mobilise

La qualité de la langue et la capacité de reformulation sont évidemment des critères très importants et vont souvent de pair avec la pertinence de la synthèse. On regrettera la tendance — pénalisée — à

reprendre les expressions des textes sans se donner la peine de les reformuler ni de démontrer qu'on en a compris le sens. Ainsi a-t-on pu voir des éléments comme *Schlüsseltechnologie*, *Sisyphusarbeit*, *Entscheidungsgewalt*, repris dans une sorte de copier-coller confus, alors qu'il aurait fallu les reformuler et expliciter. On encourage les étudiants à acquérir un bagage lexical solide au niveau du groupe verbal. Trop de candidats emploient abusivement *schaffen*, *fördern*, *gründen*, *haben*, *machen*. Il convient également d'être à l'aise avec les données chiffrées, par exemple pour exploiter un sondage ou des données statistiques.

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

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

## Conclusion

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

# Anglais

## Présentation du sujet

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

## Critères d'évaluation

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

- Problématisation

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

- Restitution des informations

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

- Synthèse

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

- Richesse linguistique

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

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

- Correction linguistique

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

## Analyse globale des résultats

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Le titre

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

### Introduction et problématisation

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

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

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

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

### Le plan de la synthèse

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

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

- Exemple 1
  - I. Growing skepticism towards science
  - II. Doubt is useful and necessary

III. The negative impacts and consequences of doubt and denial

- Exemple 2

- I. Reasonable doubt guarantees progress and a healthy debate

- II. Skepticism can threaten the very notion of science for several reasons

- a. The development of the internet and social media : knowledge is decentralized
- b. The (sometimes understandable) distrust towards 'Scary' scientists

- III. The far-reaching consequences of extreme skepticism and denial

### La conclusion

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

### Explicitation des nuances

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

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

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

### Qualité de la langue

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

### Correction de la langue

Nous avons rencontré encore beaucoup de fautes de grammaire de base, comme par exemple les accords sujets-verbès, mais aussi les règles d'usage des adjectifs et les erreurs de temps. De nombreuses copies démontrent un manque de maîtrise de la syntaxe des questions : certaines comportaient soit deux auxiliaires, soit pas d'auxiliaire du tout. Ce manque de maîtrise du questionnement est d'autant plus gênant qu'il est porté à l'attention du correcteur dès l'introduction, au moment de la formulation de la problématique.

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

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

### Richesse linguistique

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

### Conclusion

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

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



# Arabe

## Présentation du sujet

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

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

## Analyse globale des résultats

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Compréhension

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

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

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

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

### Problématique

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

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

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

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

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

### Restitution

Une problématique pertinente, bien choisie, induit souvent une restitution strictement fidèle aux textes. Aucune idée extérieure aux textes proposés ne doit s'immiscer dans la synthèse. Il faut restituer les idées des textes, rien que les textes. Les candidats doivent se garder de toute subjectivité intrusive dans la restitution et cela concerne tous les « compartiments » de leur travail. Il est rare de trouver une copie exempte de toute coloration ou sensibilité personnelle. Cela se manifeste dans les

meilleures copies par des allusions furtives en introduction sur « l'importance primordiale de la société civile pour le devenir de *nos* sociétés arabes » jusqu'au candidat qui prône, en conclusion, avec un accent militant les vertus d'une société civile dynamique et opérante. Ce militantisme mal-à-propos, dans le contexte d'une synthèse, a amené certains candidats à focaliser leur travail sur le texte qui évoque l'expérience de la société civile tunisienne et négliger les deux autres. Or, une synthèse réussie ne doit négliger aucun document proposé, même celui pour lequel le candidat se trouve en désaccord complet. Il doit opérer une approche transversale de l'ensemble des documents proposés pour extraire l'essentiel, en rapport étroit avec la problématique choisie.

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

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

## La langue

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

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

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

### Erreurs réhivitoires

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

### Erreurs d'orthographe

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

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

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

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

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

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

#### Les accords des pluriels inanimés

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

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

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

#### Lexique

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

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

#### Conclusion

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

# Chinois

## Présentation du sujet

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

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

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

## Analyse globale des résultats

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

Les résultats sont donc tout à fait satisfaisants.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

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

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

## Conclusion

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

# Espagnol

## Présentation du sujet

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

## Analyse globale des résultats

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

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

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

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

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

## Conclusion

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



# Italien

## Présentation du sujet

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

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

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

## Analyse globale des résultats

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

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

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

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

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

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

## **Conclusion**

Globalement le niveau linguistique est satisfaisant.

Le niveau général est tout à fait convenable.

# Portugais

## Présentation du sujet

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

## Analyse globale des résultats

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

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

## **Conclusion**

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

# Russe

## Présentation du sujet

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

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

## Analyse globale des résultats

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

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

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

## **Conclusion**

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

**Concours Centrale-Supélec 2019**

**Épreuves d'admission**

**Filière PC**

# Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	21
Physique	24
Chimie	30
Travaux pratiques de chimie	33
Travaux pratiques de physique	37
Sciences	42
Allemand	47
Anglais	49
Arabe	52
Chinois	55
Espagnol	57
Italien	59
Portugais	61
Russe	62



## Résultats par épreuve

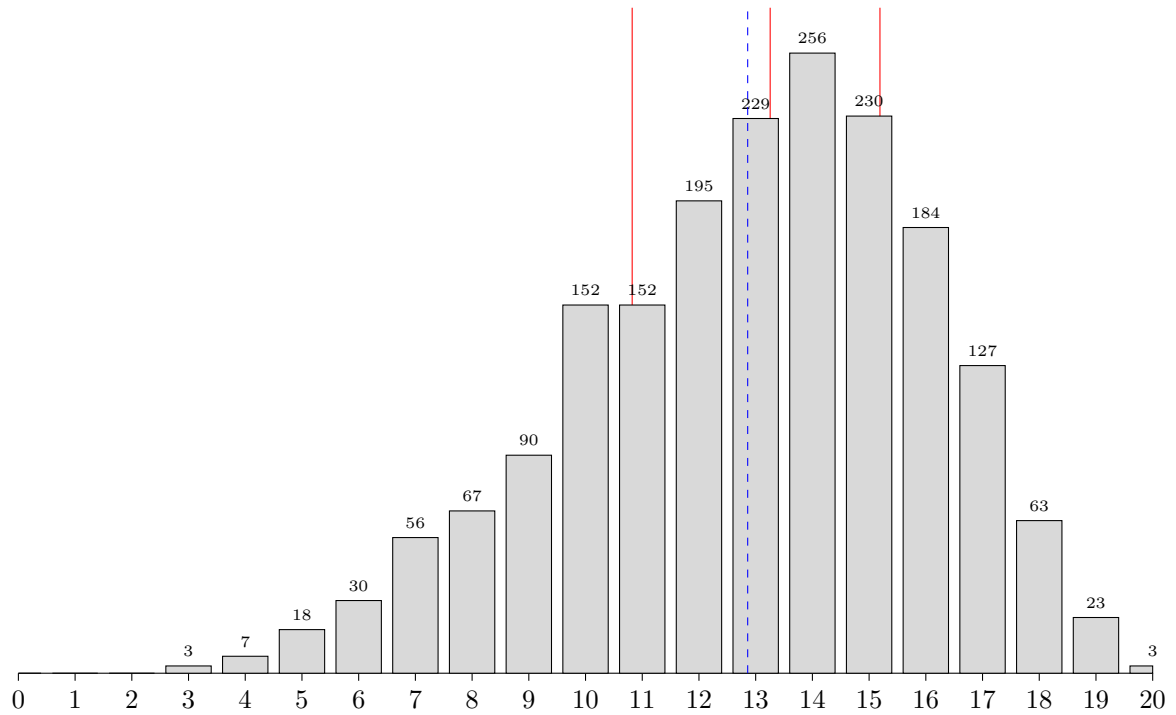
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

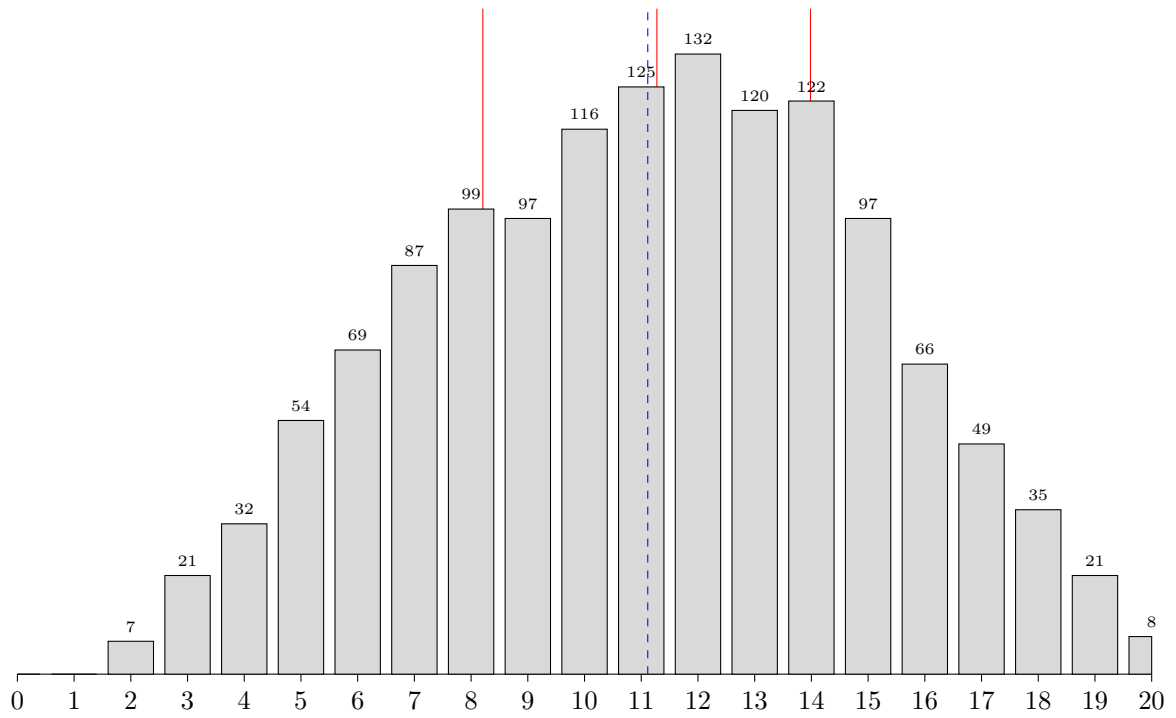
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	1944	3,0%	1885	12,86	3,10	10,82	13,26	15,19	4,37
Mathématiques 1	1451	6,5%	1357	11,11	3,87	8,21	11,28	13,98	5,78
Mathématiques 2	1451	6,5%	1357	11,69	3,72	8,71	11,83	14,51	5,80
Physique 1	1451	6,3%	1360	11,77	3,71	8,97	12,07	14,48	5,51
Physique 2	1451	6,5%	1356	11,21	3,75	8,31	11,36	13,94	5,63
Chimie	1451	6,5%	1356	10,78	4,15	7,54	10,81	13,82	6,28
Travaux pratiques	1451	6,3%	1359	11,37	3,62	8,86	11,20	13,85	4,99
TP chimie	768	6,1%	721	11,32	3,42	8,93	11,13	13,59	4,66
TP physique	683	6,6%	638	11,42	3,84	8,76	11,27	14,10	5,34
Langue obligatoire	1935	15,6%	1634	12,68	3,75	10,00	12,68	15,31	5,31
Allemand	92	7,6%	85	14,82	2,86	12,90	14,67	17,10	4,20
Anglais	1762	16,2%	1477	12,35	3,65	9,73	12,36	14,92	5,20
Arabe	25	8,0%	23	17,91	2,70	17,00	19,10	19,83	2,83
Chinois	8	12,5%	7	18,43	1,59	17,00	19,50	19,83	2,83
Espagnol	27	14,8%	23	16,96	3,30	14,50	18,25	19,64	5,14
Italien	9	11,1%	8	17,75	1,64	16,50	17,50	19,17	2,67
Portugais	1	0,0%	1	20,00	0,00	—	—	—	—
Russe	1	100,0%	0	—	—	—	—	—	—
Langue facultative	542	3,1%	525	12,78	3,85	10,50	13,11	15,57	5,07
Allemand	133	7,5%	123	12,68	3,63	10,73	13,06	15,15	4,42
Anglais	124	0,8%	123	12,56	3,75	9,23	13,06	15,12	5,89
Arabe	13	0,0%	13	13,38	4,36	12,00	13,50	17,50	5,50
Chinois	11	0,0%	11	16,27	2,05	15,83	17,00	17,75	1,92
Espagnol	234	2,1%	229	12,29	3,79	9,96	12,43	15,08	5,12
Grec	2	0,0%	2	20,00	0,00	—	—	—	—
Hongrois	1	100,0%	0	—	—	—	—	—	—
Italien	12	0,0%	12	15,33	2,81	14,50	16,00	17,00	2,50
Néerlandais	1	0,0%	1	20,00	0,00	—	—	—	—
Polonais	2	0,0%	2	17,00	1,00	—	—	—	—
Portugais	2	0,0%	2	18,50	0,50	—	—	—	—
Russe	6	0,0%	6	17,00	2,45	16,00	16,50	17,50	1,50
Suédois	1	0,0%	1	20,00	0,00	—	—	—	—
Sciences	188	70,2%	56	12,23	4,27	9,00	12,79	15,25	6,25

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

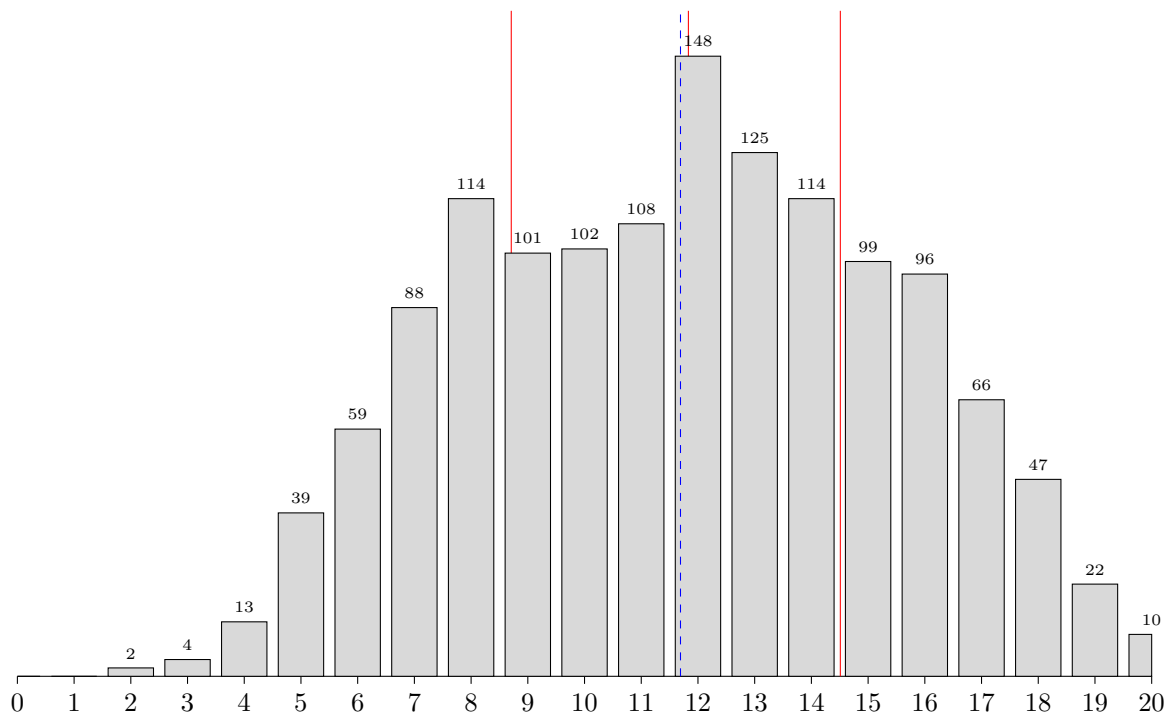
## TIPE



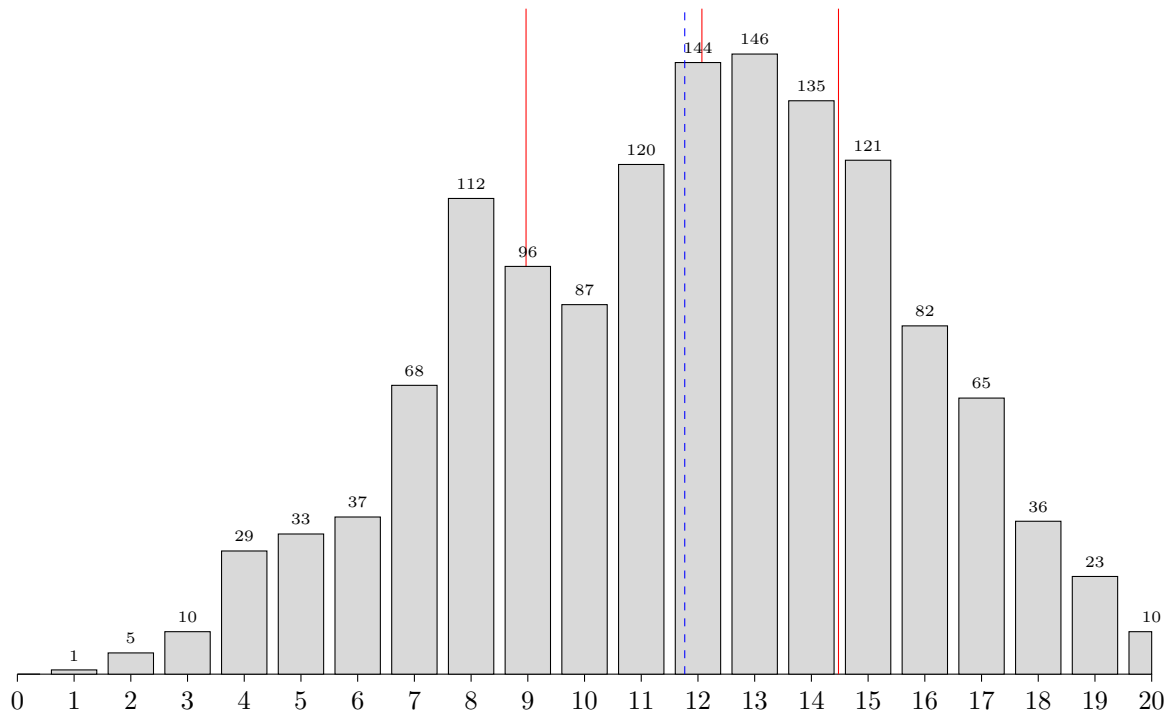
### Mathématiques 1



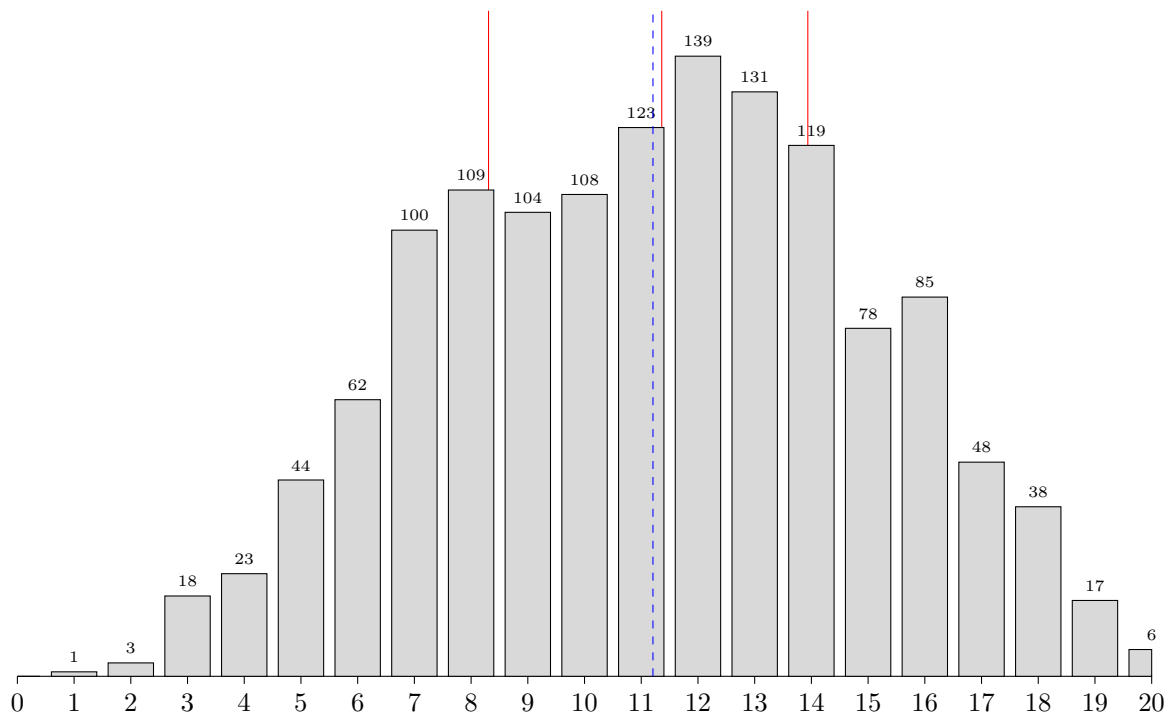
### Mathématiques 2



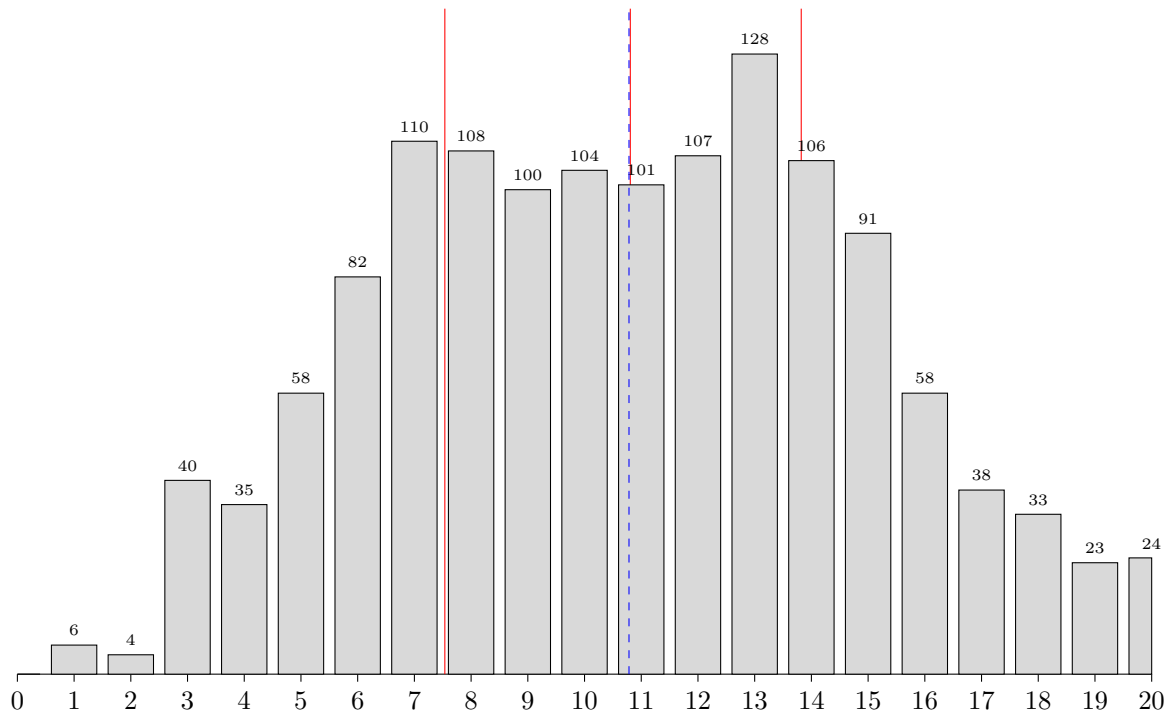
### Physique 1



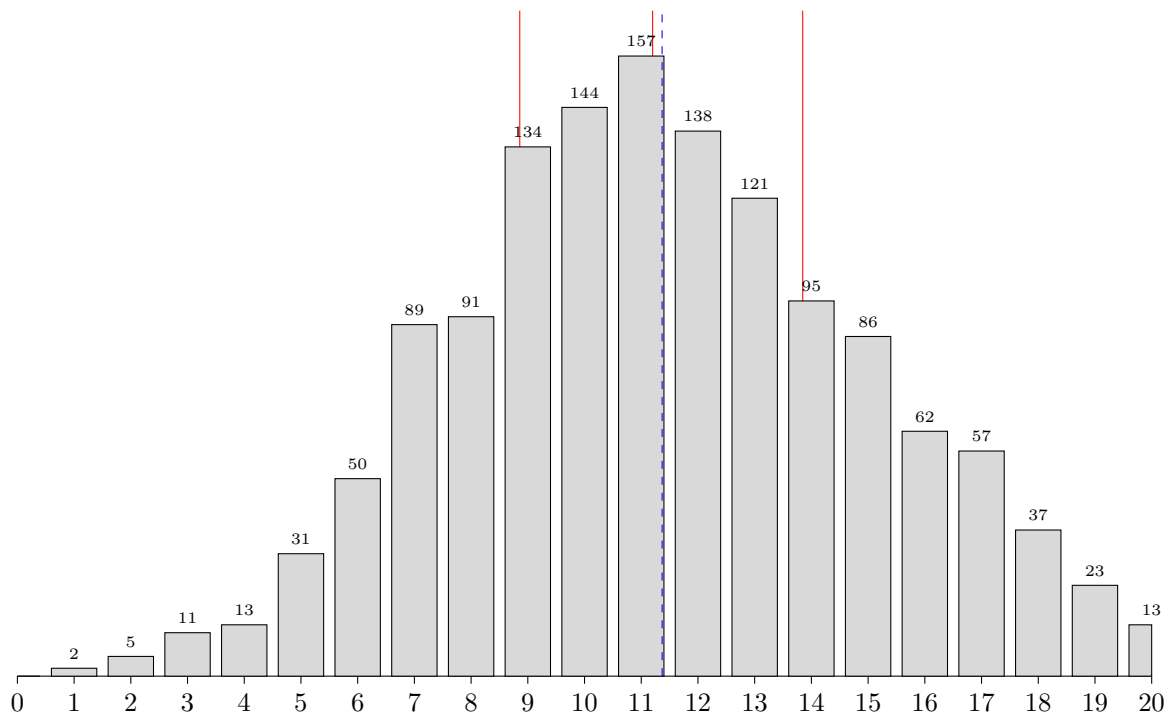
### Physique 2



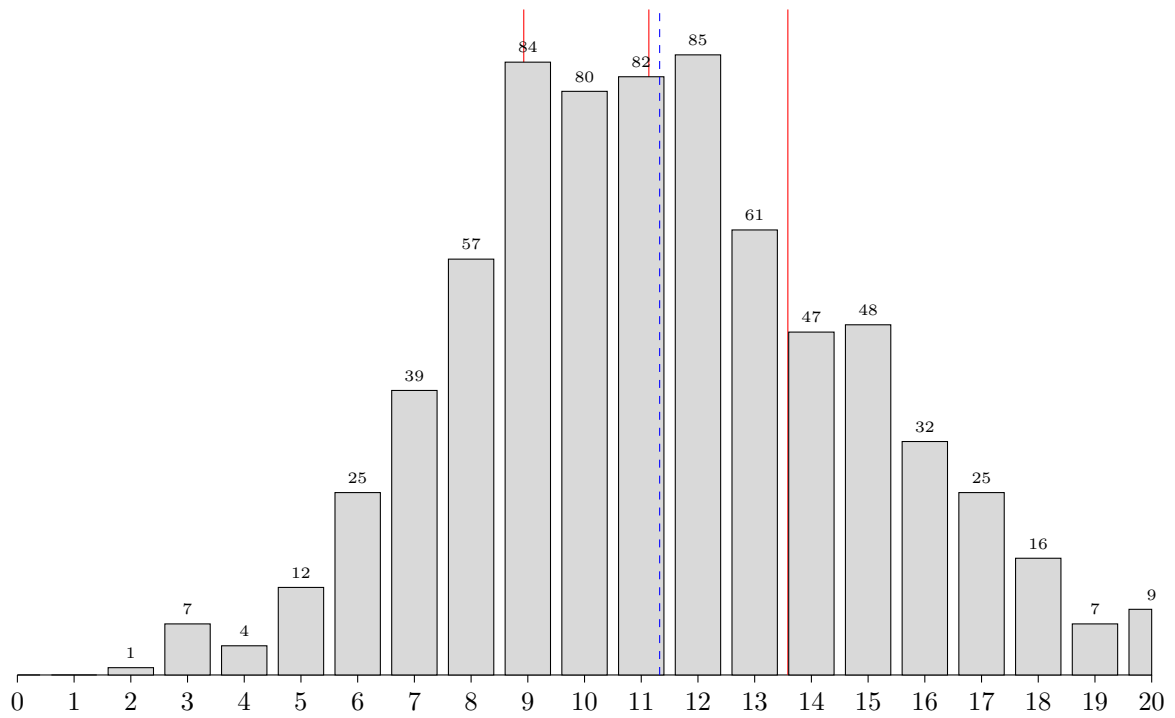
## Chimie



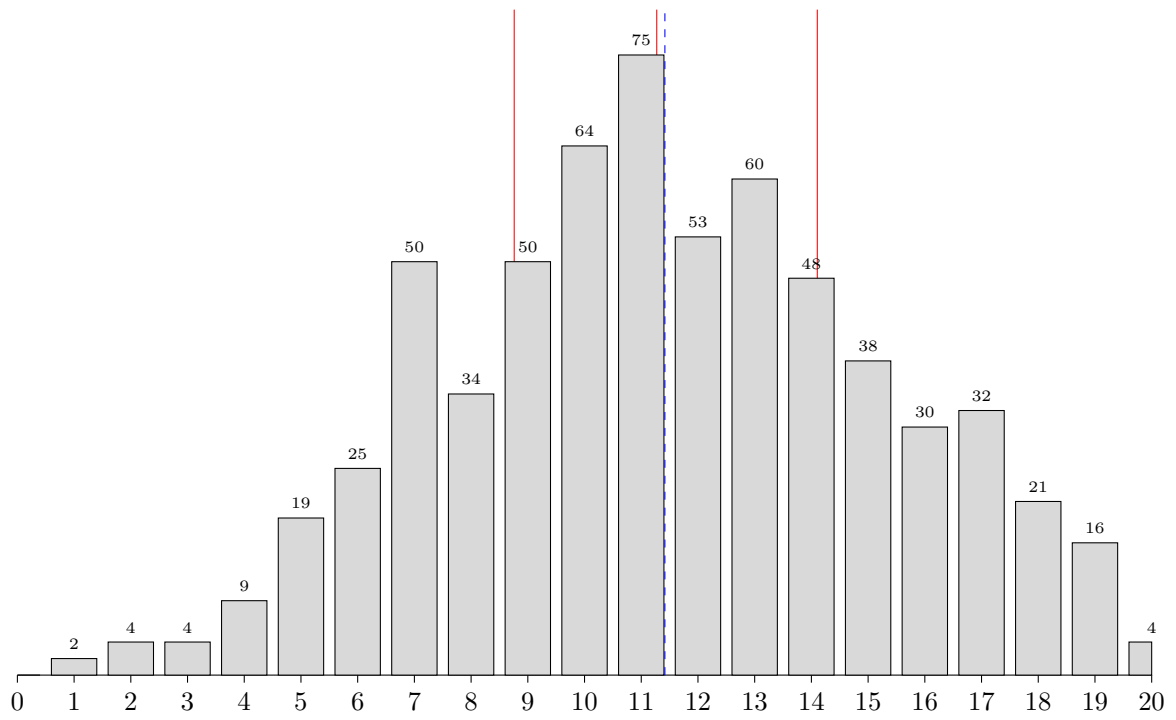
**Travaux pratiques**



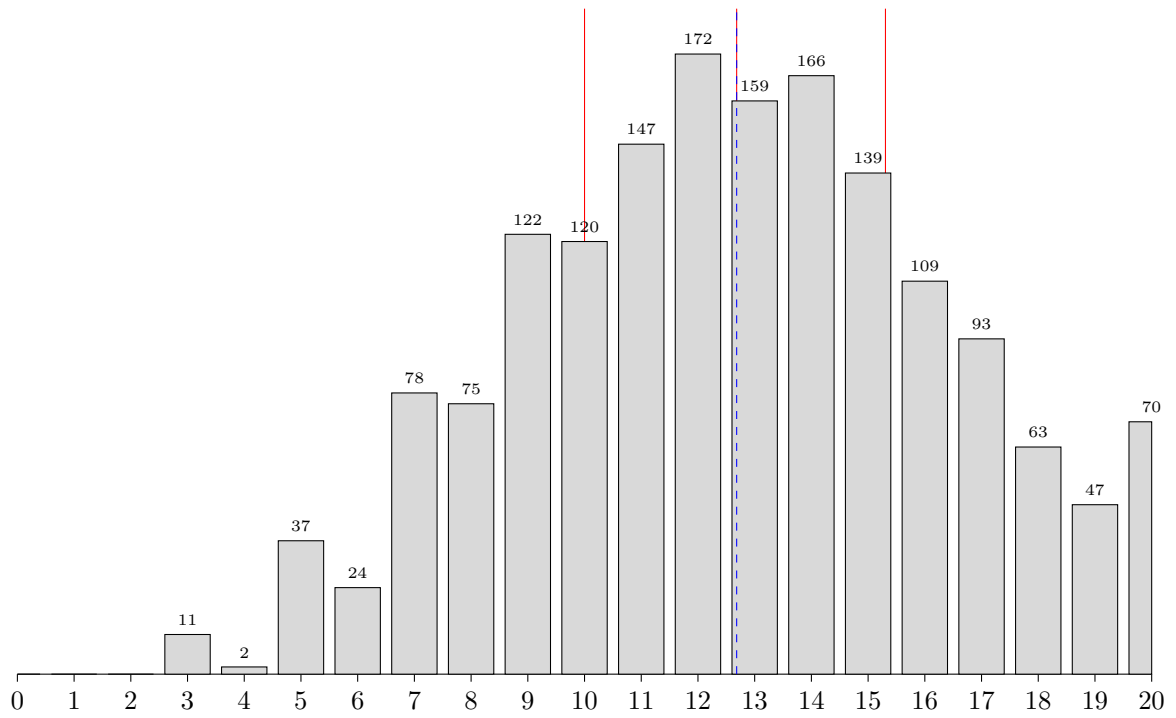
**TP chimie**



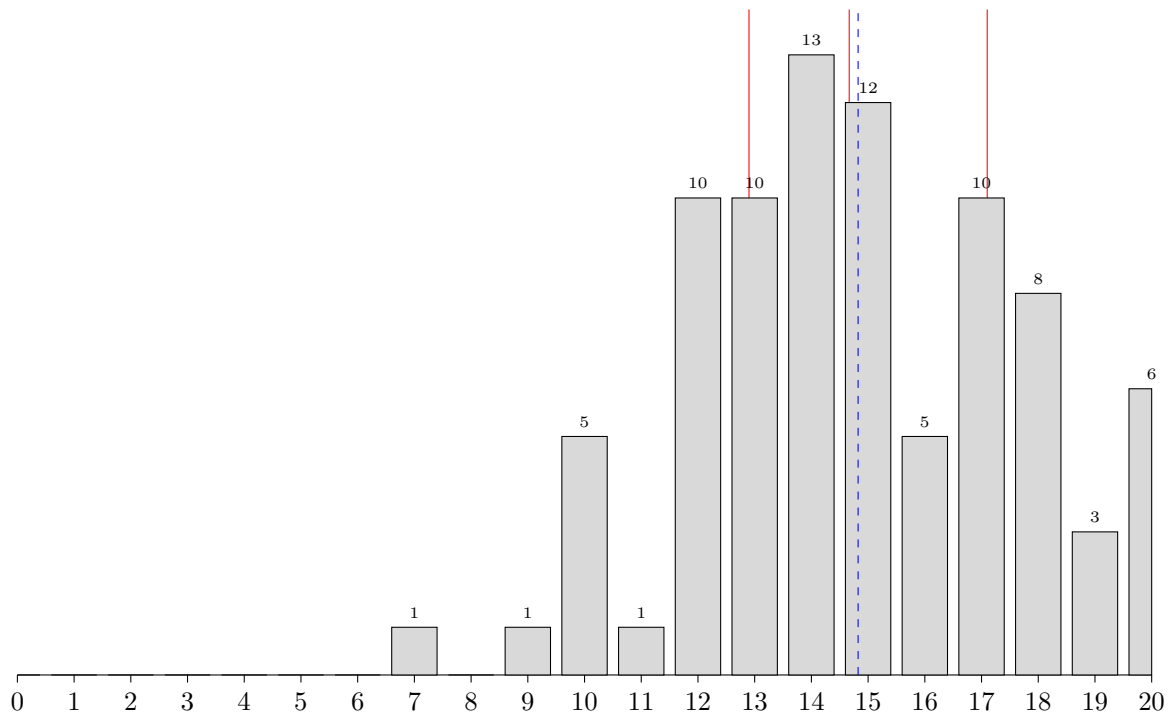
TP physique



### Langue obligatoire

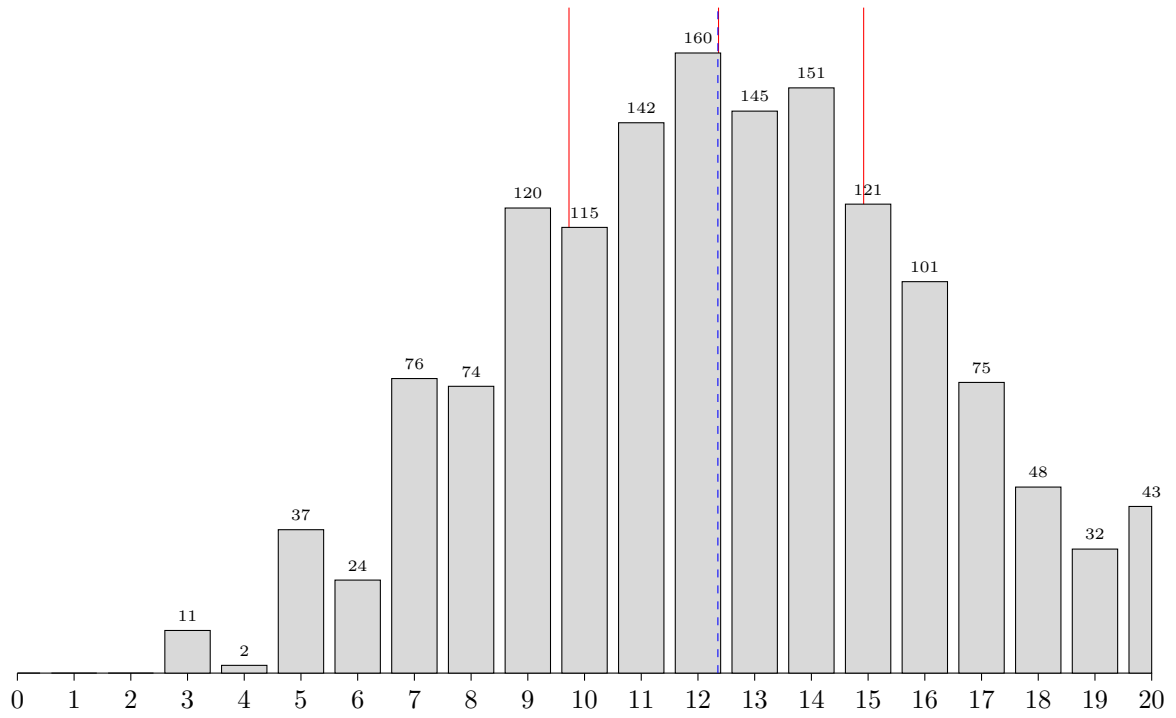


### Allemand

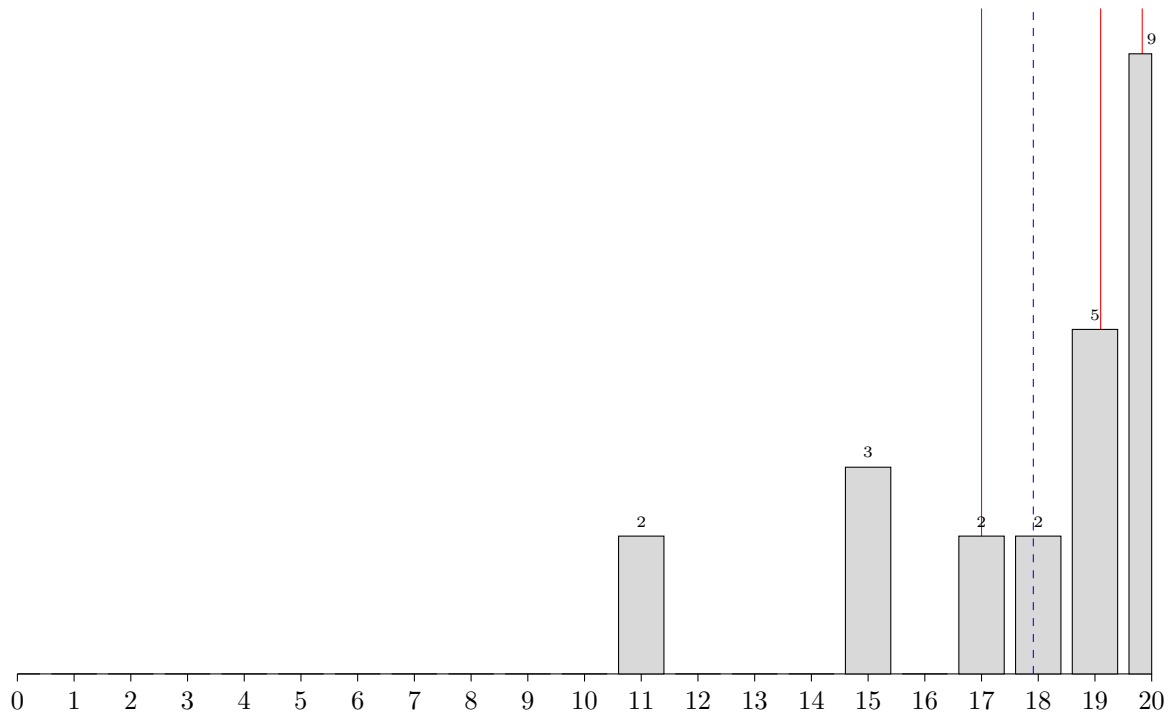




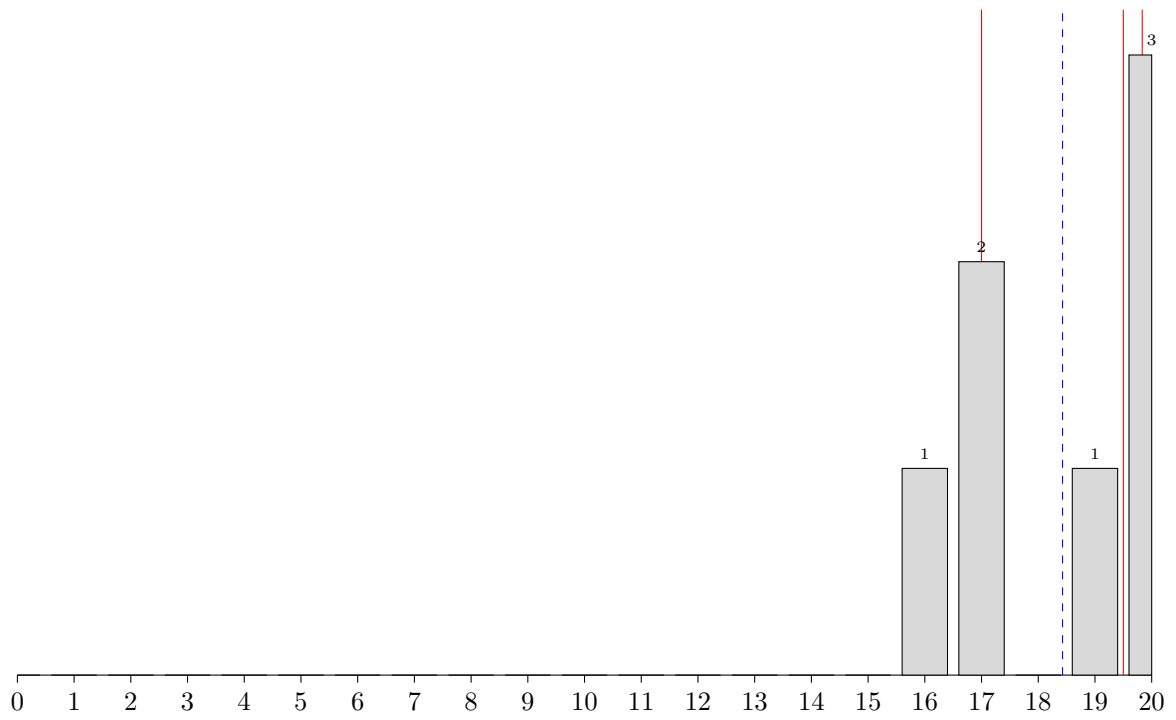
Anglais



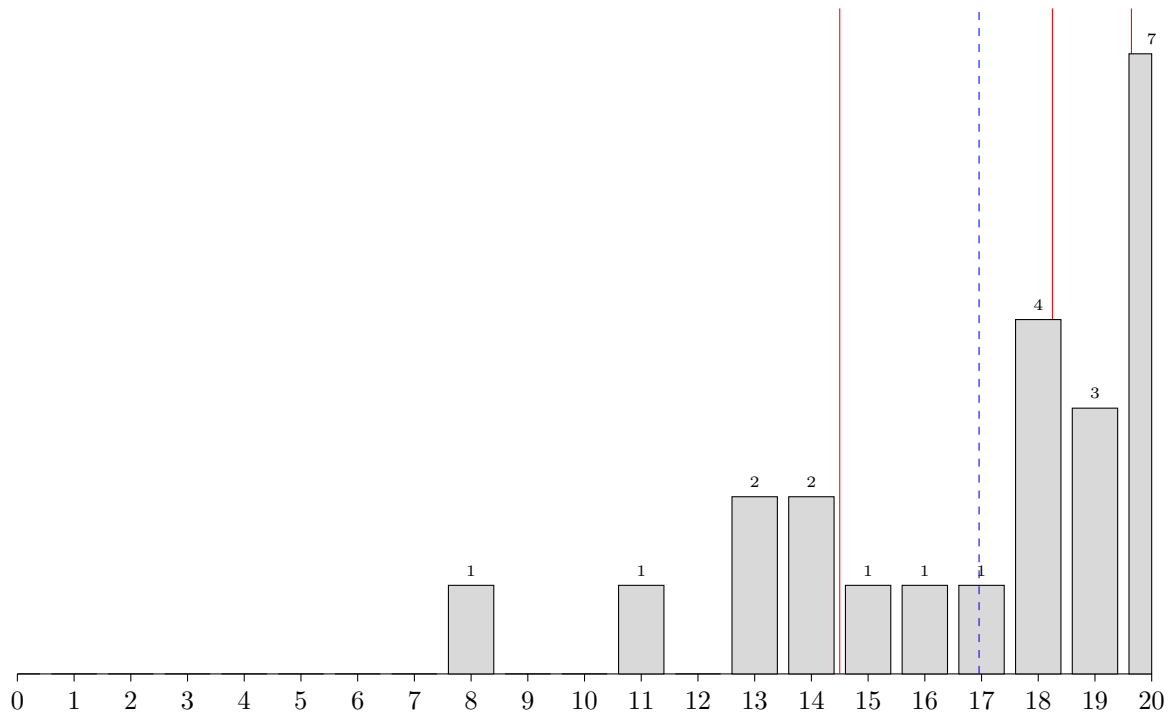
Arabe



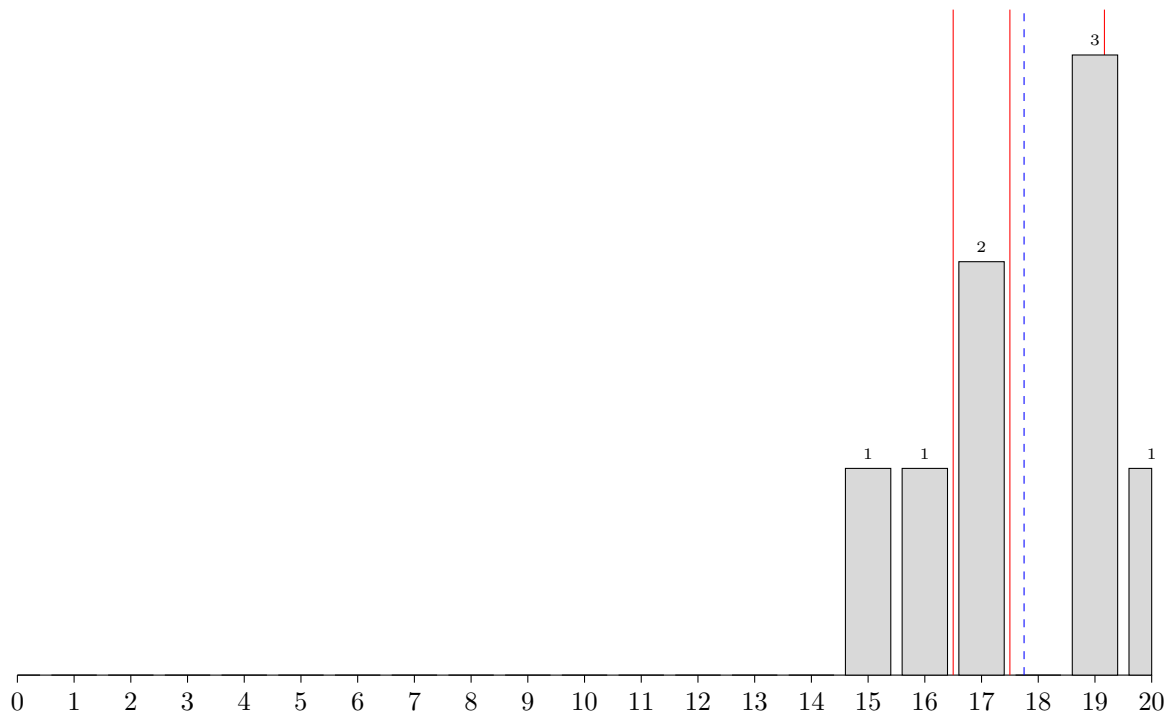
Chinois



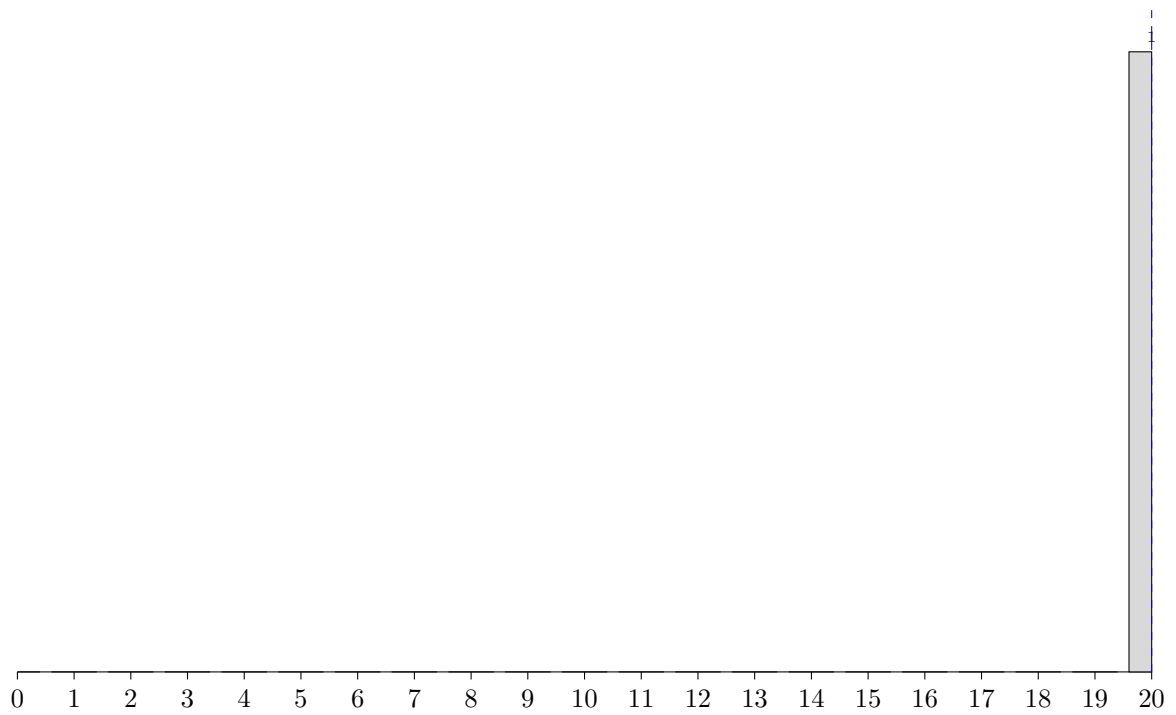
Espagnol



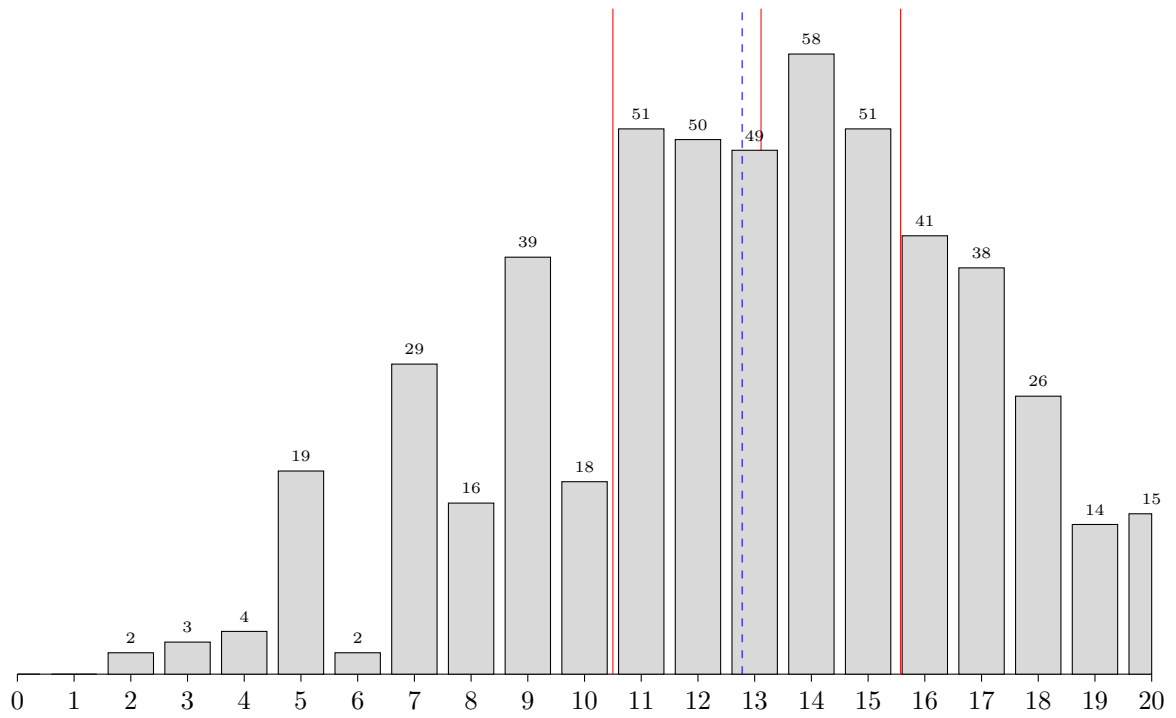
Italien



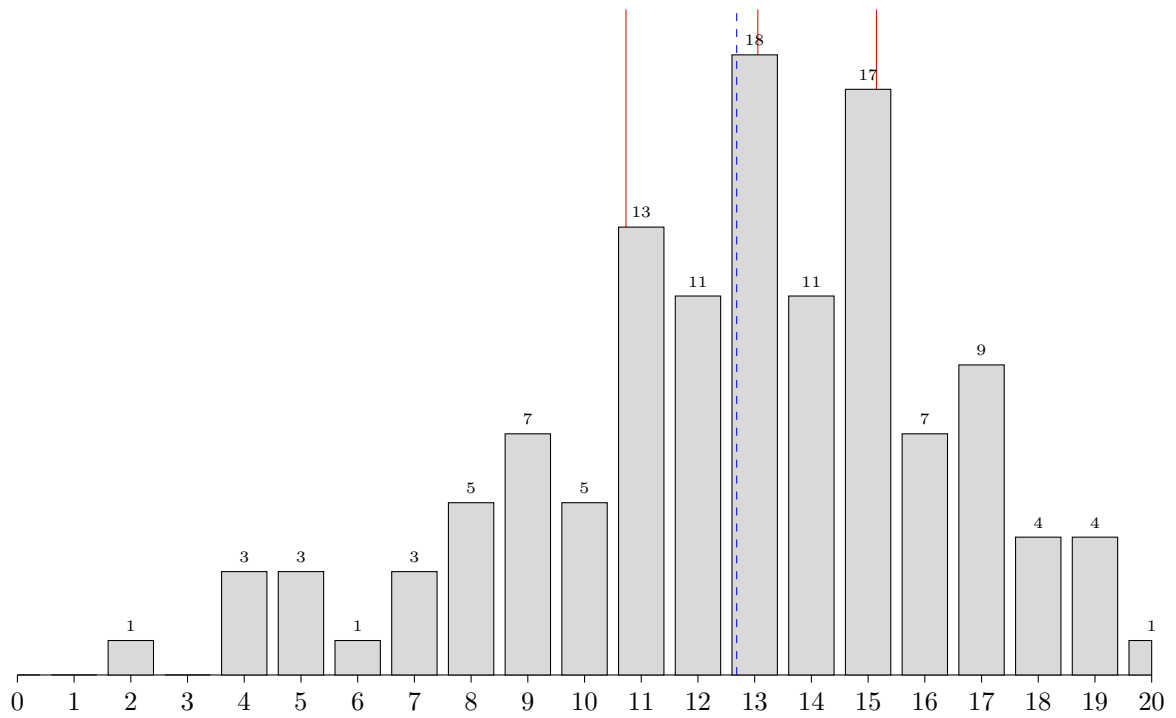
Portugais



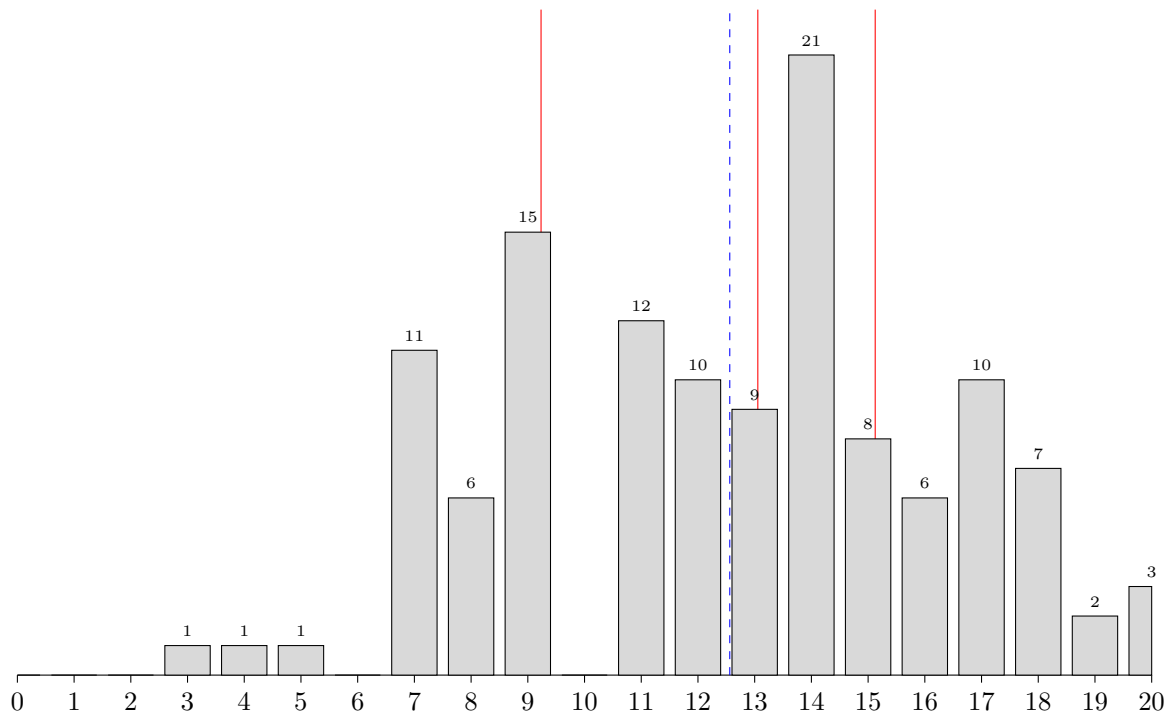
### Langue facultative



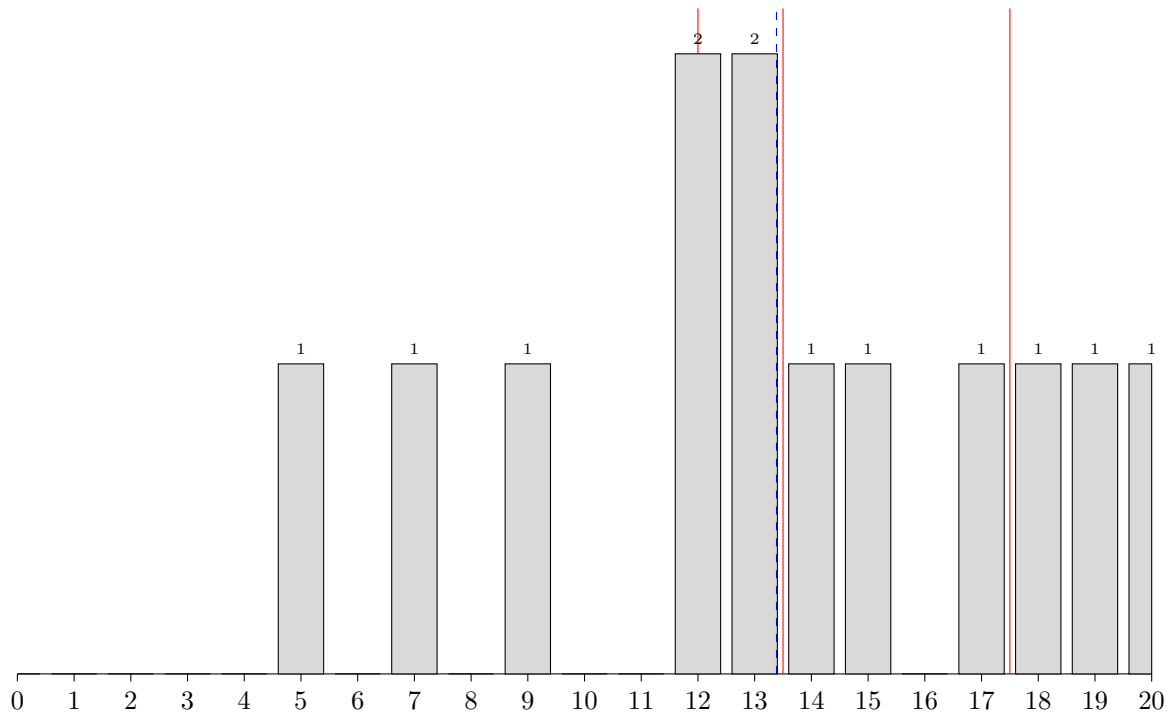
### Allemand



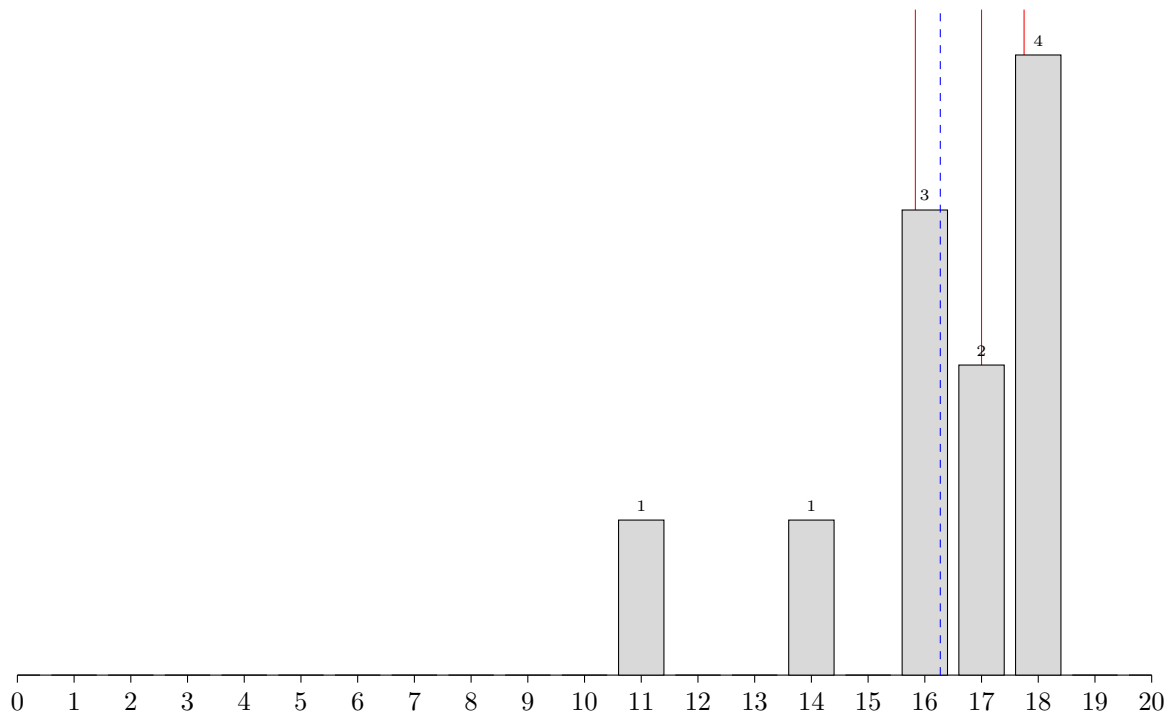
Anglais



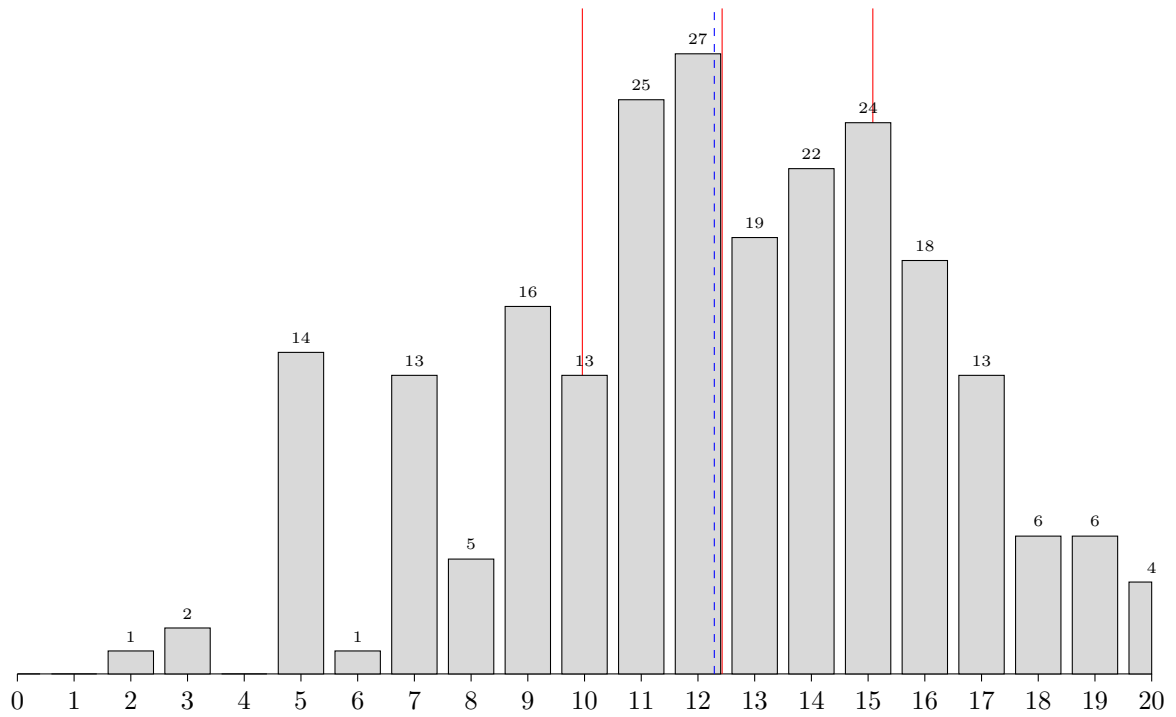
Arabe



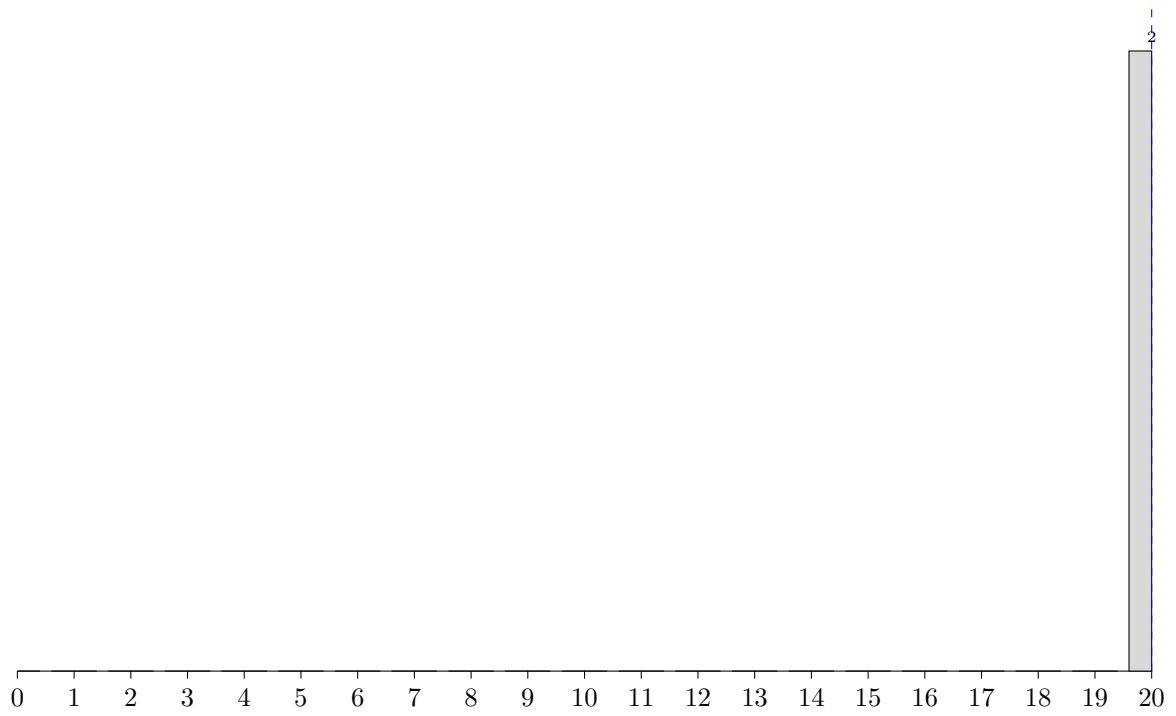
Chinois



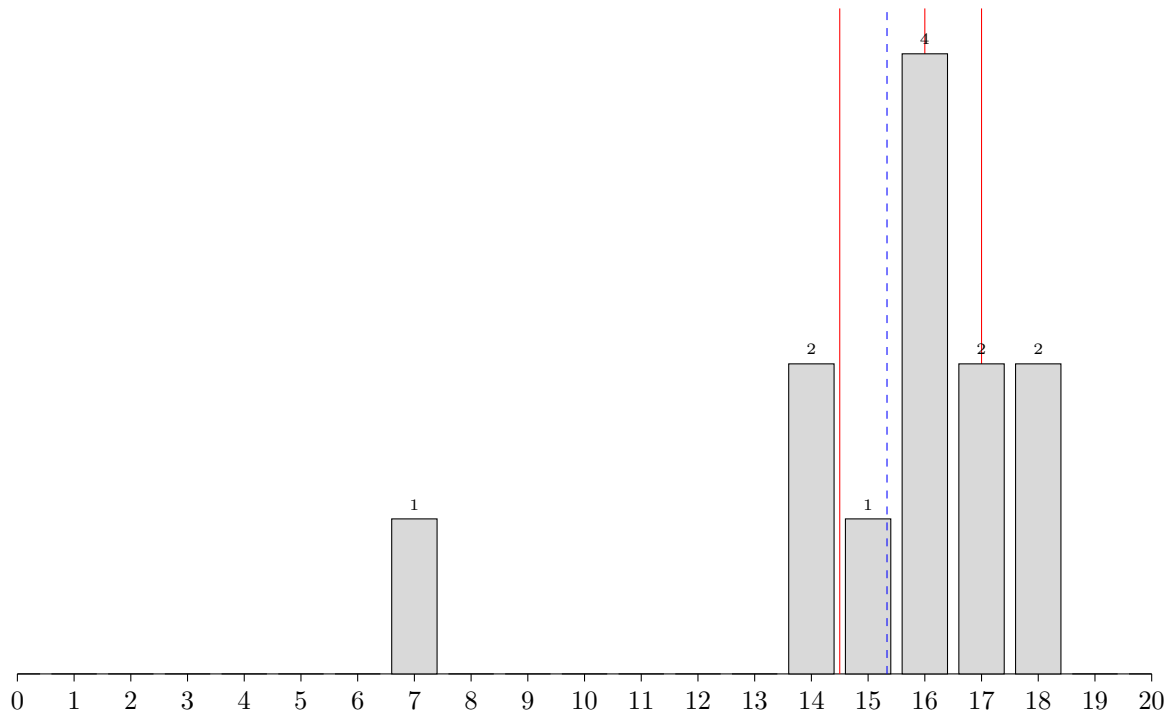
Espagnol



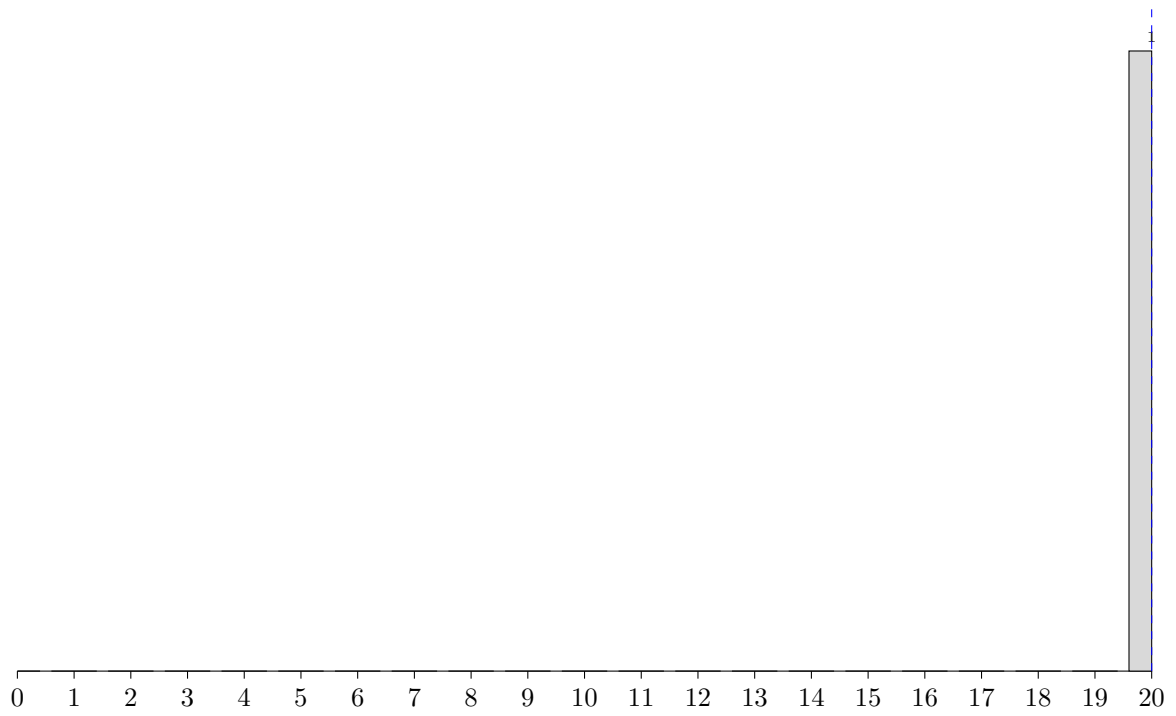
**Grec**



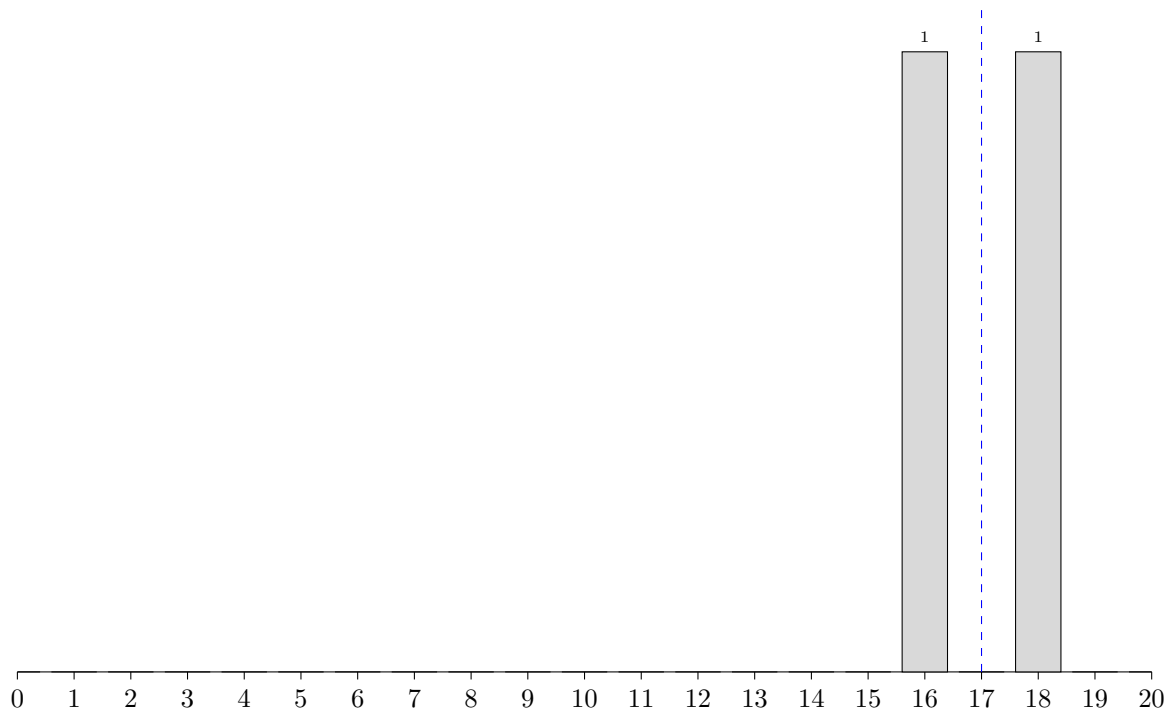
**Italien**



Néerlandais

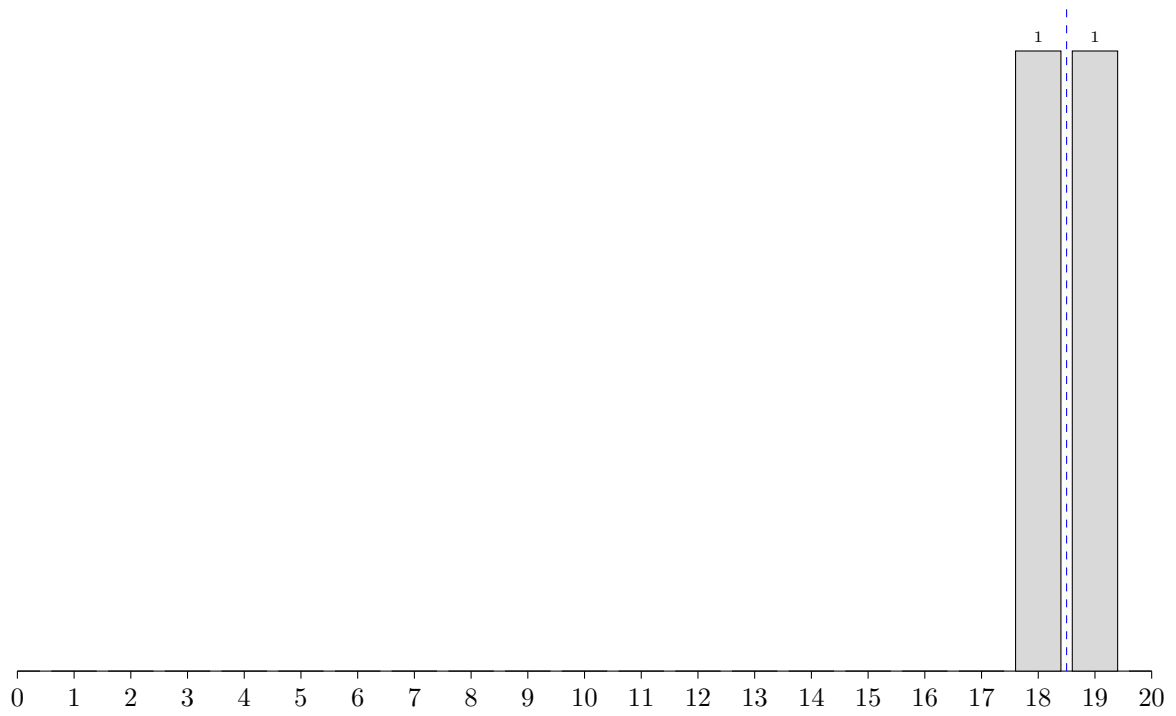


Polonais

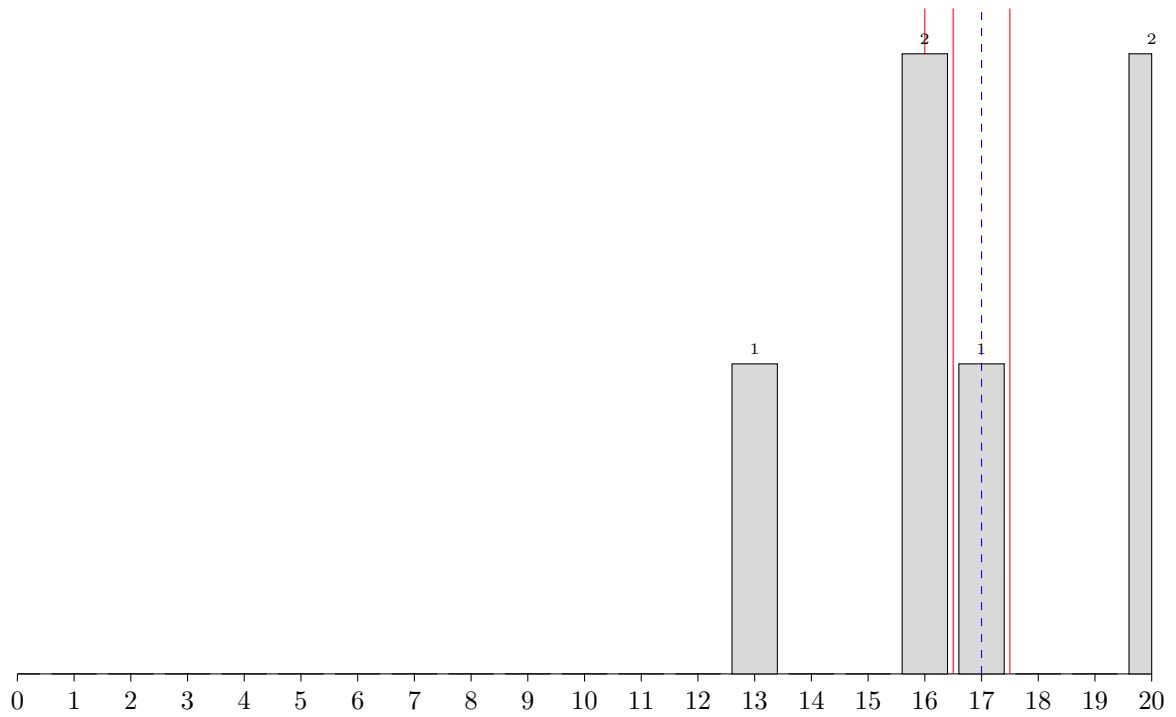




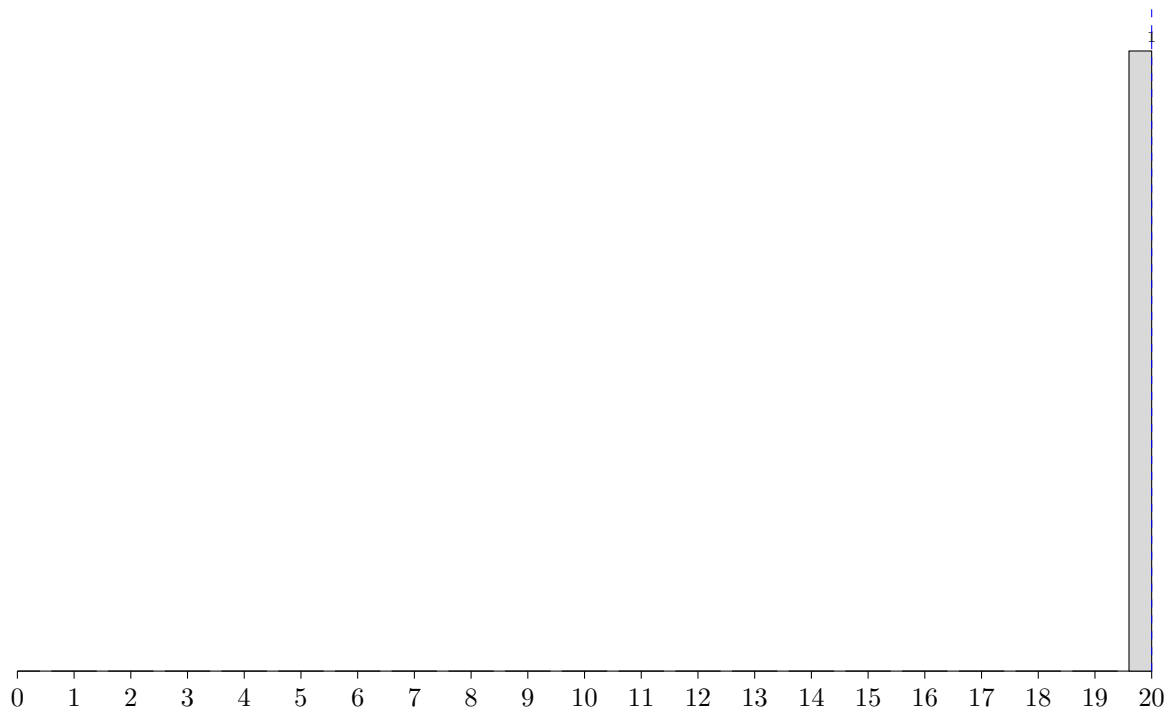
Portugais



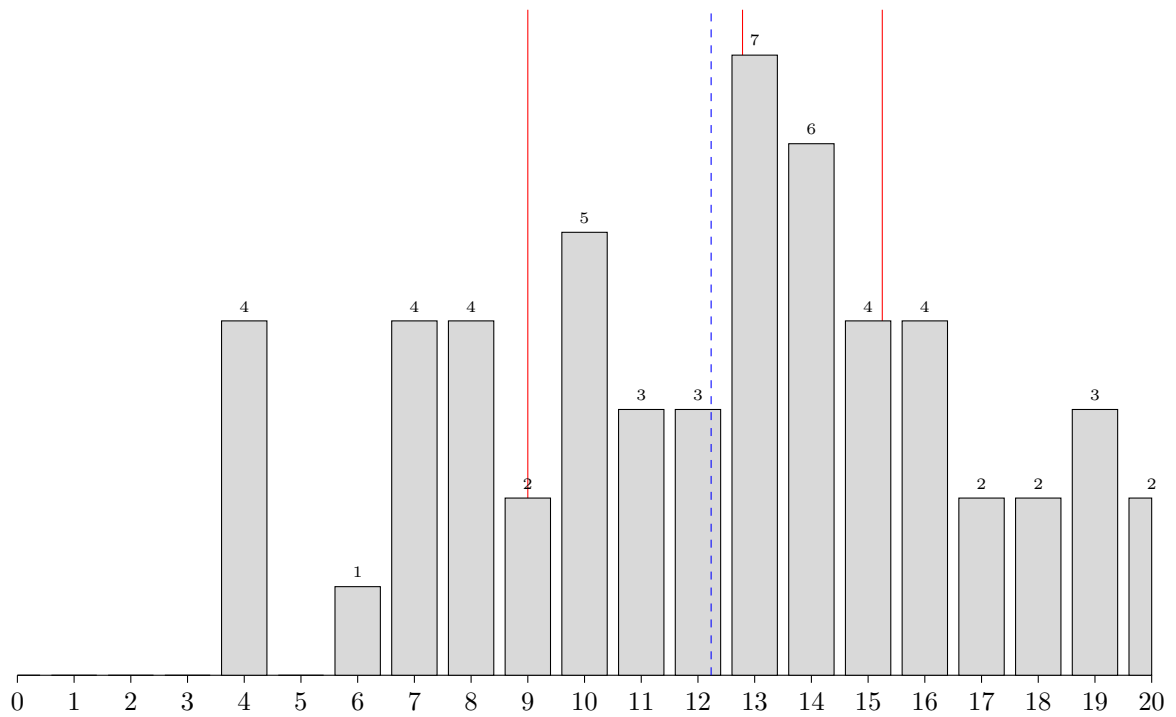
Russe



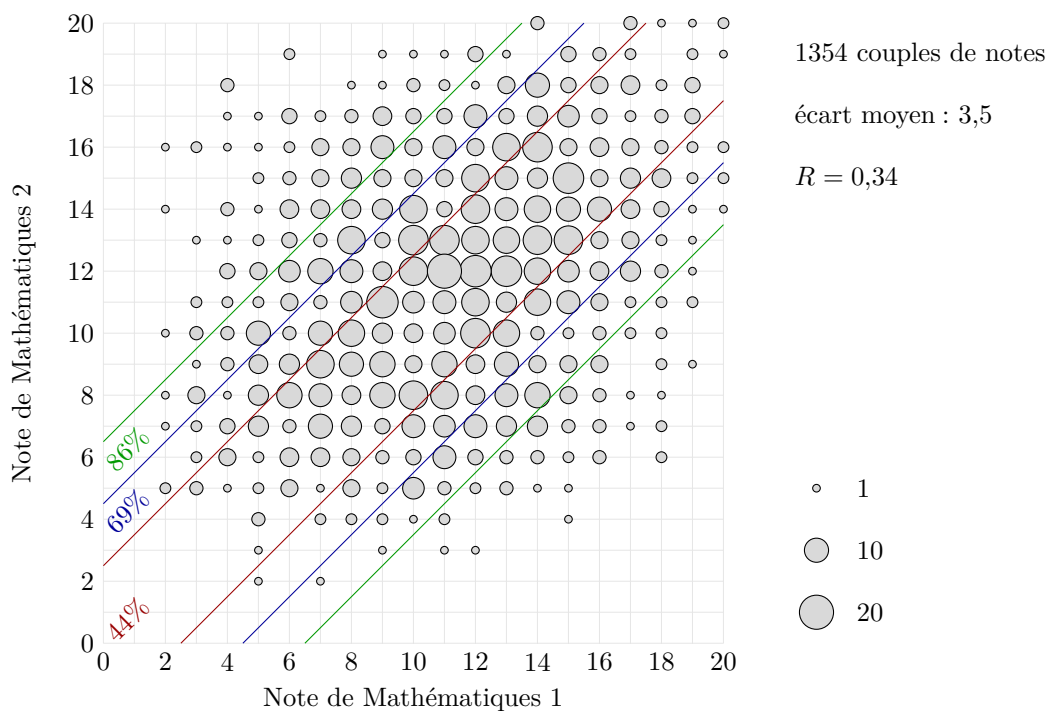
Suédois



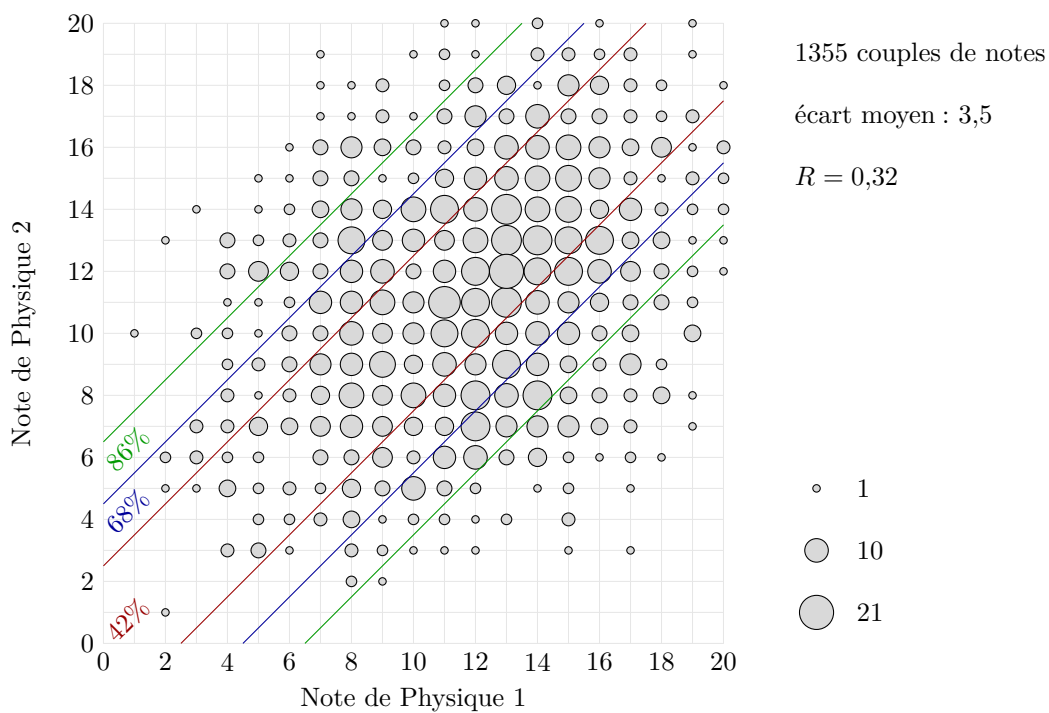
Sciences



### 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 une même planche, ce qui permet de faciliter l'harmonisation de la notation.

## Analyse globale des résultats

Les prestations répondent globalement aux attentes du jury même si celui-ci souhaiterait davantage de vivacité de la part des candidats, en particulier pour s'emparer plus efficacement des indications données par l'examineur. Le jury encourage donc les futurs candidats à être encore plus dynamiques et à l'écoute.

Les candidats sont bien préparés à l'épreuve de mathématiques 2. Une majorité aborde les questions informatiques pendant le temps de préparation ce qui permet de se concentrer sur les mathématiques pendant la présentation.

Comme les années précédentes, le jury remarque une grande hétérogénéité dans la maîtrise des notions mathématiques.

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 planches sont un support permettant au jury d'évaluer les compétences des candidats. La résolution complète de l'exercice n'est en aucun cas un objectif. Pour l'épreuve de mathématiques 2, certains candidats souhaitent parfois aborder les questions dans le désordre, en fonction de ce qu'ils ont pu aborder en préparation. Ce n'est pas toujours pertinent pour l'évaluation et l'examineur peut tout à fait imposer aux candidats de suivre la trame prévue.

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, ...).

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.

### 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 à l'endomorphisme canoniquement associé, pleine exploitation de la théorie de la dimension dans les problèmes de bijectivité ou de bases, mention parfois nécessaire du cadre de dimension finie, différence entre projection orthogonale et endomorphisme orthogonal, liens entre matrices symétriques 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 planches d'analyse, le jury a souvent constaté d'importants manques de rigueur : oubli de la positivité dans des théorèmes de convergence, 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.

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 lors que  $0 < (u_n) < 1$ .

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. 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  $\mathcal{C}^1$ . 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.

### **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, à mieux reconnaître les lois de probabilité classiques dans les situations concrètes d'exercices, à mieux comprendre l'usage du théorème de transfert.

### **L'outil informatique**

Les candidats doivent s'efforcer d'écrire des programmes où leurs notations sont aussi conformes que possible à celles du sujet afin d'en faciliter la relecture et éventuellement la correction. Trop peu de candidats parviennent par eux-mêmes à corriger un programme syntaxiquement incorrect alors que dans une majorité de cas, il s'agit simplement d'une parenthèse ou d'un crochet oublié. Certains candidats écrivent systématiquement une fonction, même si la question consiste simplement à produire un graphique ce qui occasionne une certaine lourdeur lors de la présentation. Même si l'épreuve de mathématiques 2 est un oral de mathématiques, il est attendu des candidats qu'ils aient quelques connaissances précises en Python, notamment sur le format flottant : tester la nullité d'un flottant, interpréter un résultat de l'ordre de  $10^{-15}$  comme vraisemblablement nul, être conscient des erreurs liées au format lors de divisions de très grands nombres. L'interprétation graphique est souvent malaisée : observer une limite nulle ou égale à 1 est parfois tâche impossible ce qui est bien regrettable. Des fonctions très classiques comme par exemple le calcul des coefficients binomiaux doivent être programmées efficacement par les candidats, sans repasser par l'utilisation d'une fonction factorielle.

### **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. 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'oral de physique 1 filière PC est une épreuve de 30 minutes *sans préparation* portant sur l'intégralité des programmes de sciences-physiques de PCSI et de PC. La calculatrice est autorisée. Le sujet, proposé dans un cadre identifié mais sans démarche proposée a priori, est à traiter par le candidat qui définit et conduit sa résolution tout en veillant à interagir de manière constructive avec l'examinateur.

Le candidat, muni de sa convocation, d'une pièce d'identité et de sa calculatrice, patiente dans la salle d'attente avant d'être appelé par l'examinateur en salle d'interrogation où il se voit proposer un exercice. Il dispose de quelques minutes pour en prendre connaissance avant de se lancer dans sa résolution au tableau. Les téléphones portables doivent être éteints et rangés dans les sacs.

Les domaines de compétences évalués par cet oral de physique 1 sont : analyse des informations, réalisation de consignes, mise en place et validation d'une démarche, autonomie et réactivité et enfin, capacité à communiquer.

### 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, le jury de physique 1 tient à saluer l'immense mérite des candidats et de leurs enseignants, fruit d'un investissement intense tout au long de leurs études.

Si la grande majorité des candidats font montre de dynamisme et d'écoute, certains manquent d'autonomie et d'engagement lors de cette épreuve très courte : les candidats sont évalués sur leur production et leurs échanges avec l'examineur. D'autres candidats cherchent une « planche de salut » en tentant de plaquer des résultats de cours au lieu de construire une véritable démarche scientifique.

Les principales difficultés ont été rencontrées cette année dans les domaines de la thermodynamique, de la mécanique et de l'induction électromagnétique. Le programme de première année est globalement moins bien maîtrisé. Comme l'an passé et peut-être plus encore, le jury constate que nombre d'étudiants maîtrisent mal le formalisme et le calcul scientifique.

Il est utile de prendre connaissance des rapports de jury des années précédentes en complément à celui-ci.

### Épreuve de Physique 2

Comme l'an passé, nous constatons que 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.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Remarques par épreuve

#### Épreuve de Physique 1

Un oral réussi consiste en une présentation dynamique, autonome et rigoureuse qui ménage des échanges productifs avec l'examineur. En cas de blocage, ces échanges permettent de réagir et de progresser de nouveau ; cette capacité d'interaction positive est évaluée au profit du candidat.

Neutre et bienveillant, l'examineur oriente au besoin le candidat vers une démarche plus productive (« Êtes-vous sûr de cette dernière écriture ? », « Le résultat vous semble-t-il homogène ? », « Pouvez-vous proposer une autre approche ? » etc.). L'oral de physique 1 sans préparation favorise ces échanges. À contrario, le candidat ne doit pas attendre une validation, pas à pas, de chacune de ses hypothèses, *le moteur doit toujours être le candidat*. Enfin, ce dernier ne doit pas non plus noyer l'examineur sous des flots continus de paroles inopérantes.

Une démonstration réussie s'appuie sur des schémas clairs, simples et rigoureux ; la présentation doit s'appuyer également sur des applications numériques, réalisées avec la calculatrice ou en ordre de grandeur. Il faut enfin et surtout valider spontanément chaque résultat obtenu en vérifiant l'homogénéité, en commentant l'ordre de grandeur, en vérifiant les hypothèses effectuées dans le cadre préalablement défini.

Certains candidats tentent de présenter des démonstrations de cours sans que celles-ci fassent progresser la résolution du problème proposé. Il faut pour cela commencer par définir le système, le référentiel d'étude et les outils physiques et mathématiques légitimement utilisables. Il faut ensuite dégager les



étapes menant à la résolution de l'exercice et se lancer dans leur mise en place tout en validant chaque étape (homogénéité, hypothèses, cadre d'étude, progression, ordres de grandeur...).

Comme l'an passé, redisons le secret d'un oral réussi : bien lire et comprendre l'énoncé, présenter rapidement la problématique dans ses propres termes (à l'aide le plus souvent d'un schéma clair), définir le cadre de la résolution, commencer par un modèle simple (quitte à l'enrichir ultérieurement...), bien écouter l'examinateur et interagir efficacement avec lui, enfin proposer une réponse adaptée et validée systématiquement.

Comme les années précédentes, et peut-être plus encore cette année, le manque de rigueur dans le formalisme scientifique et dans l'utilisation des outils mathématiques a été un frein à la réussite de nombreux candidats :

- intégration sur des domaines non définis (ligne, surface, volume, domaines ouverts ou fermés, absences de bornes ou d'éléments différentiel, absence d'orientation...) voire, de plus en plus, calcul de flux par la simple multiplication du champ par la surface ;
- confusion et mélange entre scalaires et vecteurs, entre norme et composante (algébrique) d'un vecteur, difficulté pour projeter un vecteur, division par un vecteur ;
- notation handicapante (du style  $\partial_x$ ,  $\partial_{xt}$ , qui pénalise les candidats en les privant de l'aspect dimensionnel) ou erronée des dérivées partielles ( $\partial^2 F / \partial^2 x$ ), confusion entre dérivées et différentielles ;
- absence d'orientation sur les circuits (problématique notamment pour les exercices d'induction) ;
- manque de maîtrise des coordonnées sphériques ;
- utilisation laborieuse des notions de trigonométrie de base ;
- lenteur pour tracer des fonctions simples ;
- absence de grandeurs physiques sur les axes d'un graphe, absence de flèches sur les rayons en optique, etc.

À l'extrémité opposée se trouvent également des candidats qui se complaisent dans la réalisation de calculs longs et techniques en occultant l'analyse physique.

## 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, puis qu'une discussion qualitative s'engage éventuellement avec l'examinateur pour vérifier la bonne compréhension du problème.

Pendant l'oral, *il n'est pas possible de passer des questions sans y être invité par l'examinateur*. Le candidat doit montrer sa capacité à construire un raisonnement logique pour résoudre le problème posé. 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, des questions permettent d'accompagner le candidat dans sa démarche de modélisation. Ce format permet à l'examineur 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 pratiquement 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'approprier 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 la cadre du programme, ainsi que 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 par domaine

### Thermodynamique

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, ce qui les amènent vers de graves incohérences. Les conditions d'application de chaque relation doivent être rappelées, justifiées, voire discutées avec l'examineur dans le cadre du modèle qui est élaboré.

Le premier principe dit « industriel » est loin d'apparaître comme un outil naturel pour étudier un système ouvert. Il faut avoir réfléchi au fait que  $\Delta h$  représente une différence (spatiale) entre l'entrée et la sortie de la machine étudiée et pas une différence entre deux instants. On songera aussi à l'intérêt pour l'ingénieur de multiplier les grandeurs massiques qui interviennent par le débit massique.

Des points de thermodynamique de première année ont encore posé problèmes à de nombreux candidats, notamment l'étude de machines thermiques. Rappelons que la définition du système est un

préalable incontournable en physique et que dans le cas d'une machine thermique, le système le plus souvent utilisé est le fluide qui décrit des cycles.

La mauvaise utilisation des notations en thermodynamique est révélateur de l'incompréhension de celui qui les utilise. Les candidats doivent veiller à maîtriser ce formalisme exigeant.

### 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.

Les notions de différence de potentiel et d'intensité du courant sont parfois très floues : on entend des expressions révélatrices du type « i aux bornes d'une bobine » ou « la tension en ce point » ou encore « la tension qui traverse le dipôle » ; après questionnement, on vérifie hélas qu'il ne s'agit pas toujours d'un lapsus excusable.

### Électromagnétisme

L'induction électromagnétique est souvent 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.

Associer les phénomènes d'induction électromagnétique à la variation temporelle du flux magnétique est parfois une découverte. La confusion persiste entre force de Lorentz et force de Laplace. Redisons encore que la force de Laplace  $\vec{F}_{\text{Lap}}$  n'est pas  $Id\vec{L} \wedge \vec{B}$ . Cette erreur est quasi-systématique et obère souvent la suite de la résolution. De même la notion de moment magnétique n'est pas toujours bien assimilée.

La propagation d'une onde électromagnétique dans un conducteur réel n'a pas toujours été bien traitée.

### 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.

La notion de force de frottement est également problématique pour certains, son sens est souvent aléatoire. Rappelons que c'est notamment cette force de frottement qui permet de nous faire avancer.

### 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.

Il peut être bon de revoir la définition de la poussée d'Archimède et de reprendre le théorème d'Archimède en prenant le temps de bien les distinguer.

### Mécanique quantique

Les problèmes proposés débute 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.

### 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.

Essayer de faire des calculs géométriques de différence de marche en présence d'une lentille est gage d'échec. Bon nombre de candidats ont eu du mal à comprendre pourquoi.

Il serait bon que les candidats mettent des flèches sur les rayons ne serait-ce que pour les distinguer des autres traits du tracé. La description des phénomènes observés manque parfois de rigueur et de précision.

On ne place pas systématiquement l'écran dans le plan focal image d'une lentille convergente, il faut pour cela une bonne raison.

### 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'utilisation systématique de la formule de Fresnel en présence d'interférences est parfois problématique.

## 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.

Un oral réussi allie dynamisme, rigueur et recul, tout en laissant place à des interactions constructives avec l'examinateur. Le candidat doit toujours avoir à cœur de valider les résultats qu'il obtient en s'assurant de leur pertinence et de la validité des hypothèses effectuées.

Les points abordés en première année ne doivent pas être négligés, de même que les notions abordées en séances de travaux pratiques. La maîtrise du formalisme et du calcul scientifique sont des pré-requis incontournable à toute résolution de problème réussie.

Reconnaissant la très grande qualité de la formation des candidats, le jury souhaite encourager les promotions à venir ainsi que les équipes qui les encadrent et leur souhaite de trouver dans ce rapport et dans les exemples mis en ligne une aide et un soutien bienveillants.

# Chimie

## Présentation de l'épreuve

L'épreuve orale se compose d'une présentation de 30 minutes, faisant suite à une préparation de 30 minutes ; au cours de cette dernière, les candidats traitent un sujet comportant éventuellement deux parties distinctes. Ils ont à leur disposition des tables de données de spectroscopies 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 parfois appel au logiciel graphe-2D : dans ce cas, une aide à la prise en main de ce logiciel est systématiquement proposée en début de préparation. Quelques sujets mobilisent aussi des compétences 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 des candidats et d'autre part pour évaluer leur degré de maîtrise des compétences de la démarche scientifique. Pour cela, des questions, en proportion variable, visent à évaluer spécifiquement les capacités des candidats à résoudre des tâches complexes, notamment au travers d'approches documentaires et de résolutions de problèmes. À ce titre, les sujets proposés sont le plus souvent associés à des données expérimentales qui se présentent sous différentes formes : graphiques, tableaux de valeurs, protocoles expérimentaux, vidéos. Une problématique générale sous-tend le plus souvent l'interrogation et donne une ligne directrice au sujet : contrôle qualité de produits alimentaires, synthèse de matériaux, relation structure-propriétés...

Les grilles de compétences, supports de l'évaluation pour tous les interrogateurs à l'oral du concours, font apparaître sept composantes : notions et méthodes fondamentales, outil mathématique et informatique, rigueur scientifique, esprit critique, autonomie, présentation et communication, interaction avec l'examinateur. Les sujets s'appuient sur les compétences de la démarche scientifique énoncées différemment dans les programmes, mais convergeant avec les intitulés précédents.

## Analyse globale des résultats

Les prestations sont assez hétérogènes, l'échelle de notes disponible est de ce fait entièrement utilisée. Sur la forme, une grande majorité des candidats a intégré les codes d'un oral de concours (organisation du tableau, usage raisonné de l'écriture versus présentation orale des réponses, échanges avec l'examinateur) même si la gestion du temps peut encore être améliorée.

Les connaissances de la plupart des candidats sont bien maîtrisées. Le présent rapport souligne cependant quelques points faibles relevés dans différents domaines.

Le jury a apprécié que la quasi-totalité des candidats aborde les questions ouvertes. Il a valorisé l'analyse de résultats expérimentaux, la mise en place d'hypothèses simplificatrices ou la démarche de validation de modèles.

Le jury souhaite rappeler que les candidats ne doivent pas hésiter à présenter les pistes de la réflexion qu'ils ont menée pendant le temps de préparation, y compris lorsque leur démarche n'a pas totalement abouti. Les échanges entre l'examinateur et les candidats constituent en effet le cœur de l'interrogation.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Réactivité et transformations en chimie organique

Les mécanismes sont en général maîtrisés. Le jury apprécie que les candidats accompagnent leur écriture au tableau d'une présentation orale utilisant un vocabulaire adapté et qui permette d'identifier la nature des différentes étapes (« addition nucléophile », « élimination »...). Le vocabulaire est généralement connu mais pas toujours utilisé spontanément. Par ailleurs, les notions de protection et d'activation sont parfois confondues.

Peu de candidats sont capables d'analyser de manière qualitative les niveaux d'énergies des orbitales frontalières de deux substrats analogues ou de justifier les positions relatives dans un même diagramme d'orbitales moléculaires.

En RMN du proton, de nombreux candidats oublient de tenir compte des effets mésomères des substituants pour analyser le déblindage relatif des protons benzéniques.

La réactivité des ions énolate se limite trop souvent à l'analyse d'une seule formule mésomère.

### Transformations chimiques en solution aqueuse

La réaction support d'un titrage n'est pas toujours écrite de manière systématique, ce qui peut conduire à des erreurs en raison de la non prise en compte des proportions stœchiométriques des réactifs titrant et titré.

L'analyse des protocoles expérimentaux n'est pas toujours effectuée avec la rigueur nécessaire, notamment parce que les candidats ne prennent pas en compte l'ordre dans lequel les diverses transformations sont effectuées ou ne déterminent pas les valeurs des quantités des espèces chimiques introduites.

La dissolution des hydroxydes métalliques conduit à de fréquentes erreurs, un certain nombre de candidats confondant la quantité d'ions hydroxyde provenant du précipité avec celle présente dans le milieu d'origine (un milieu tampon par exemple).

L'écriture des équations de réaction d'oxydo-réduction, le calcul de la constante thermodynamique d'équilibre associée ou l'établissement d'une échelle de potentiels standard pour la prévision du sens thermodynamiquement favorisé d'un système rédox sont bien réalisées par la plupart des candidats. En revanche, il apparaît un défaut de maîtrise de l'utilisation des diagrammes potentiel-pH ; si les domaines d'un diagramme dont l'allure est fournie sont le plus souvent correctement attribués, la possibilité d'une dismutation ou d'une médiamutation est rarement relevée. Nombre de candidats pensent en particulier qu'une variation de pH dans le milieu se fait à potentiel constant. De même, la prévision à l'aide du caractère quantitatif d'une transformation rédox, ou l'identification des espèces majoritaires à l'équilibre dans une solution posent beaucoup de difficultés. Rappelons enfin que l'ordonnée à l'origine d'une frontière horizontale n'est pas toujours égale au potentiel standard du couple concerné.

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

### Cinétique

La plupart des candidats identifient correctement les conditions d'étude : présence d'un catalyseur, situation de dégénérescence de l'ordre ou de proportions stœchiométriques par exemple. Il est cependant parfois noté un manque de maîtrise dans certaines définitions élémentaires (vitesse volumique de réaction, vitesse de formation, vitesse de disparition), l'écriture peu rigoureuse des constantes de

vitesse apparentes et le recours à plusieurs approximations lors de l'étude de mécanismes réactionnels sans en justifier la pertinence. Bon nombre de candidats ne finalisent pas les calculs ou exploitent par exemple deux points en évoquant la possibilité d'effectuer une régression linéaire ; le jury précise que les calculs demandés sont attendus et qu'une régression linéaire est appréciée lorsqu'il y a plusieurs points expérimentaux. À noter que les valeurs à exploiter sont généralement fournies dans un fichier Graphe-2D exploitable par les candidats, qui peuvent aussi, s'ils le préfèrent, utiliser leur calculatrice.

Le jury constate, par ailleurs, des difficultés à établir des bilans de matière pour un réacteur fonctionnant en continu.

### **Thermodynamique**

Les techniques d'hydrodistillation et de distillation fractionnée sont parfois confondues et le tracé des diagrammes binaires permettant d'expliquer leur principe n'est pas toujours adapté.

La plupart des candidats connaissent les bases de la thermochimie même si la relation de Van't Hoff n'est pas toujours appliquée avec la rigueur nécessaire. L'étude de l'influence de la modification d'un paramètre (pression, température ou composition) sur un système physico-chimique pour l'optimisation des conditions opératoires d'une étape de synthèse est en général bien présentée. Seule la calorimétrie pose davantage de problèmes d'analyse.

### **Matériaux**

La détermination de la population d'une maille est parfois erronée lorsque le cristal est constitué de feuillets superposés.

Certains candidats peinent à relier structure et propriétés du cristal : l'absence de délocalisation des charges dans un cristal est ainsi rarement associée à la faible valeur de la conductivité électrique.

La définition du module d'Young est parfois méconnue.

La différence entre contrainte et élongation à la rupture n'est pas toujours effectuée.

### **Conclusion**

Le jury peut se réjouir qu'un nombre important de candidats concourent 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 qualité des échanges avec l'examineur pendant l'oral est aussi très importante et les candidats sont également évalués sur leur capacité à écouter, interagir et exploiter les éléments d'information complémentaires fournis par l'examineur pour poursuivre, le plus loin possible, en autonomie, la résolution des différentes questions adossées au sujet.

# Travaux pratiques de chimie

## Présentation de l'épreuve

Cette épreuve dure trois heures qui sont consacrées à l'élaboration, l'analyse et la mise en œuvre de protocoles, l'exploitation des résultats expérimentaux ainsi qu'à la rédaction d'un rapport écrit. Les sujets proposés prévoient des appels qui consistent en des échanges oraux entre les candidats et l'examineur. Ils permettent ainsi d'évaluer la communication orale et de surmonter des situations de blocages éventuels. 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 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 la grande majorité d'entre eux ne parvient pas à optimiser le temps de travail. Les temps d'attente se transforment très souvent en temps mort ou en temps consacré à une analyse théorique du sujet alors que d'autres expérimentations seraient à mettre en œuvre.

La grande majorité des gestes manipulateurs est bien maîtrisée ainsi que l'exploitation expérimentale élémentaire. Le jury relève cependant les difficultés de certains candidats à se confronter à des situations plus complexes.

Enfin, trop peu de candidats portent un regard critique sur les manipulations réalisées et sur les résultats expérimentaux obtenus. Ceci est regrettable, leur avenir professionnel ne les destinant pas à être de bons techniciens chimistes mais des managers capables d'une analyse pertinente de résultats expérimentaux obtenus par eux-mêmes et par autrui.

La suite du rapport met en avant les points à améliorer. Il ne doit pas faire oublier 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. Il a eu le plaisir d'échanger avec d'excellents candidats qu'il tient à féliciter.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Soin et sécurité

Outre le port d'une blouse en coton, les jambes et les pieds doivent être couverts. Cela comprend aussi les chevilles !

L'emploi des gants, mis à la disposition des candidats par le concours CentraleSupélec, est nécessaire pour la manipulation de produits présentant une certaine dangerosité et ce, que le produit soit liquide ou solide. En revanche, il est impératif de retirer les gants pour utiliser un appareil de mesure, un stylo, une souris ou un clavier d'ordinateur.



Par ailleurs, les remarques des candidats du type « le produit est un solide donc je ne risque rien » ou « je suis droitier donc je ne mets pas de gant à la main gauche ». sont à proscrire.

Enfin, tout produit renversé ou dispersé lors d'une pesée doit être nettoyé.

### Pratiques expérimentales

Le choix des balances et de la verrerie doit être clairement argumenté. La question à se poser est la précision nécessaire ou pas de la quantité de matière mise en jeu. Il faut pour cela identifier les réactifs, et dans ce dernier cas, le réactif limitant éventuel, le solvant et le catalyseur s'il y a lieu.

Une pesée effectuée sur une balance de précision doit être réalisée en fermant les volets de la balance. Il faut alors veiller à un transfert quantitatif de la matière pesée en prenant soin de rincer soigneusement le contenant.

### En chimie organique

Il est impératif de fixer le ballon avec une pince deux doigts pour un montage de verrerie. C'est cette pince qui assure la stabilité de l'ensemble du montage. Les autres éléments de verrerie (ampoule de coulée, réfrigérant, colonne, etc.) sont juste maintenus par des pinces trois ou quatre doigts.

Si un contrôle de température du milieu réactionnel est nécessaire, le thermomètre doit plonger dans le milieu contrôlé.

Quand il faut chauffer à la température  $\theta$  pendant une durée  $\Delta t$ , la durée  $\Delta t$  de la synthèse débute quand la température  $\theta$  est atteinte.

Lors d'une filtration, la fiole à vide doit être fixée à l'aide d'une pince. Il faut veiller à humidifier préalablement le filtre et à transférer quantitativement le produit d'intérêt.

On ne dépose jamais un produit non dilué sur une plaque de chromatographie.

L'emploi du réfractomètre ou du polarimètre est dans l'ensemble peu maîtrisé.

### En chimie générale

Afin d'élaborer (ou de justifier) un protocole, des expériences en tubes à essai sont proposées dans quelques sujets. Celles-ci servent d'appui à un échange avec les candidats lors de l'appel. Ces derniers ne doivent pas se contenter de faire l'expérience, puis de décrire ce qu'ils ont vu. Soit ils doivent garder trace des différentes étapes en utilisant plusieurs tubes à essai, soit ils doivent pouvoir la refaire et l'interpréter. Il est rappelé que, pour des tests qualitatifs, les quantités de réactifs mises en jeu doivent être faibles. Si les manipulations ont pour but le choix d'un indicateur coloré, il faut préparer un tube à essai correspondant à l'état du système avant l'équivalence et un autre correspondant à l'état du système après l'équivalence.

Le rinçage ou le remplissage de la burette ne doit pas se faire au-dessus du bécher ou de l'erlenmeyer contenant le réactif à titrer. Il est inutile de remplir entièrement une burette afin de la rincer. Il est par contre impératif de s'assurer qu'il n'y a pas de bulles d'air avant d'ajuster le zéro.

Lors d'un titrage suivi par changement de couleur d'un réactif ou d'un indicateur coloré, un titrage rapide et un titrage lent ou deux titrages concordants sont attendus. Une fois le virage (préssumé) de l'indicateur coloré atteint, il faut noter la valeur du volume équivalent et continuer d'ajouter du réactif titrant afin de s'assurer qu'il s'agit, effectivement, du bon changement de couleur !

Les candidats qui proposent de choisir un indicateur coloré dont la zone de virage inclut le  $pK_a$  du couple acido-basique mis en jeu dans le titrage sont encore trop nombreux.

Lors d'un titrage suivi par la mesure d'une grandeur physique, il est conseillé de tracer la courbe au fur et à mesure du titrage afin de pouvoir affiner les mesures au voisinage du ou des points équivalents.

Lors d'un dosage spectrophotométrique, toutes les mesures doivent être faites dans une seule et unique cuve en prenant soin de bien rincer la cuve avec la solution dont on souhaite mesurer l'absorbance. Par ailleurs, la réalisation d'une gamme étalon demande souvent beaucoup trop de temps aux candidats et le choix de la verrerie n'est pas toujours adapté. Par exemple, réaliser 4 ou 5 mélanges et mesurer l'absorbance correspondante ne devrait pas prendre plus de 25 minutes ; pour certains candidats cela a pris près d'une heure. Au lieu de choisir les volumes de la solution mère mis en jeu, puis d'en déduire les valeurs des concentrations, certains candidats adoptent la démarche inverse ce qui rend le choix des volumes à prélever délicat voire improbable lorsqu'ils opèrent par dilutions successives. L'utilisation d'une burette est très souvent pertinente pour prélever des volumes de 2,0, 4,0, 6,0, 8,0 et 10,0 mL.

Quelques manipulations moins classiques (comme par exemple la mesure d'un volume de gaz dégagé) sont parfois proposées avec ingéniosité par certains candidats et maladresse pour d'autres. Lorsqu'il s'agit, par exemple d'estimer le volume d'un tube à essai, les examinateurs sont surpris que bon nombre de candidats mesurent le diamètre extérieur du tube.

L'utilisation de systèmes à base de microcontrôleurs permet, dans quelques sujets, l'acquisition automatique de grandeurs physiques en fonction du temps. Il est précisé aux candidats qu'ils peuvent, de ce fait, réaliser d'autres expériences pendant la durée de l'acquisition. Malheureusement, une part trop importante de ce temps ainsi dégagé est consacrée à la partie théorique de l'étude en question plutôt qu'à aborder les parties expérimentales suivantes.

Le traitement des données acquises est ensuite effectué en langage python. Il s'agit, pour l'essentiel, de programmes d'une dizaine de lignes, l'exploitation des données permettant soit une représentation graphique à interpréter, soit un traitement numérique afin de déterminer une grandeur caractéristique du système étudié. Les candidats sont libres d'utiliser numpy ou de ne pas l'utiliser.

### Mise au point de protocoles

Si les candidats maîtrisent la notion et l'intérêt d'une solution tampon, ainsi que sa préparation par mélange d'acide et de base conjuguée, la préparation d'une telle solution, par exemple par ajout d'une base forte à un acide faible est, le plus souvent, un échec. La principale raison vient du fait que les candidats ne considèrent pas la réaction acide-base en question comme quantitative. De ce fait, ils se trouvent avec deux inconnues la quantité à introduire et l'avancement de la réaction et une seule équation. Il est donc conseillé aux candidats d'élaborer un tableau d'avancement en considérant la réaction comme quantitative. Partant d'une quantité de matière  $n_a$  d'acide faible et  $n_b$  de soude, on obtient alors  $n_a - n_b$  moles d'acide et  $n_b$  moles de base conjuguée. Il suffit alors de reporter ces grandeurs dans l'expression du quotient réactionnel associé à la constante d'acidité  $K_a$  du couple mis en jeu.

Rares sont les candidats qui utilisent dozzzaqueux pour simuler une courbe de titrage attendue. C'est fort dommage car c'est bien souvent une aide à la mise au point d'un protocole.

### Exploitations des résultats expérimentaux

Trop peu de candidats font état des observations (changement de couleur, formation d'un précipité, exothermicité...) effectuées lors des différentes manipulations ou font des remarques pertinentes sur les caractérisations des produits ou les valeurs obtenues lors des calculs de rendement.

En général, les candidats ne font que très peu de commentaires sur les résultats obtenus. Un volume équivalent ou une quantité de matière obtenus sont rarement confrontés aux valeurs attendues. Une température de fusion ou un indice de réfraction sont rarement comparés aux valeurs tabulées.

Les calculs d'incertitude sont en général assez bien conduits mais l'estimation des incertitudes est parfois incorrecte. Ne tenir compte, pour un volume équivalent, que des incertitudes liées à la lecture d'un volume fourni par une burette sans tenir compte de l'incertitude liée à l'expérimentateur est peu raisonnable. Le logiciel GUM est mis à la disposition des candidats. Il est nécessaire de préciser dans le rapport écrit les paramètres utilisés pour obtenir la valeur de l'incertitude donnée par le logiciel. L'emploi de ce logiciel est peu fréquent.

Afin de déterminer la valeur d'un transfert thermique lors d'une transformation chimique, une analyse de la courbe représentant l'évolution de la température mesurée en fonction du temps est attendue. Pour déterminer la température « finale », il est nécessaire de linéariser la partie de la courbe représentant l'évolution de la température en fonction du temps correspondant aux transferts thermiques calorimètre–milieu extérieur et de lire la température à la date correspondant au mélange des réactifs. Il faut s'assurer que le signe proposé pour l'enthalpie standard de réaction est négatif lorsque la température du milieu augmente.

En cinétique, le logarithme de la concentration d'un produit en fonction du temps, dans une cinétique d'ordre 1, n'est pas une droite ! De très nombreux candidats se trouvent désemparés dès lors que l'on accède expérimentalement, non pas à la concentration d'un réactif mais à celle d'un produit. Il suffit pourtant de faire un tableau d'avancement puis de relier la concentration en produit à la date  $t$  à celle en réactif à la même date.

### **Communication**

Une grande majorité des candidats fait preuve d'une aisance certaine à l'oral et maîtrise le vocabulaire scientifique relatif au contexte du sujet. Le jury note toutefois une confusion entre complexe et précipité. Le rapport écrit est en général bien présenté et correctement rédigé. Il est regrettable que le regard critique sur le travail réalisé pendant l'épreuve fasse presque systématiquement défaut.

### **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 constitue aussi une ressource 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 à la maîtrise des gestes dont beaucoup de candidats font preuve.

# Travaux pratiques de physique

## Présentation de l'épreuve

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

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

Cette épreuve ne nécessite pas de mesures de sécurité particulière. Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les montres connectées, les téléphones portables et clés USB sont interdits mais il est recommandé d'apporter une montre classique.

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, 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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Attitude

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

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. Les candidats

sont responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Certains candidats ont une attitude trop attentiste qui nuit à leur efficacité. Une utilisation raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examinateur en cas de difficultés améliorerait les prestations.

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'examinateur 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'examinateur pour lui faire part de ses réflexions ou de ses difficultés. Un échange s'engage alors entre l'examinateur 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'examinateur, 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'examinateur, 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.

### **Mobilisation des connaissances**

L'épreuve demande parfois quelques calculs assez simples qui permettent la confrontation entre expérience et théorie et nécessitent un minimum de connaissances élémentaires. Mais certains candidats ne montrent pas la compétence nécessaire pour les maîtriser (erreurs de manipulation des nombres complexes, incohérence dans l'application de la loi des mailles, incapacité à établir le comportement d'un circuit simple, courant négatif dans une diode, manque de maîtrise de la notion de quadrature ou d'opposition de phase, difficulté à calculer la valeur moyenne d'un signal sinusoïdal sur une demi-période à partir d'une formule fournie...). Un nombre important d'entre eux privilégient les explications par des calculs théoriques complexes, attitude contraire à l'esprit de l'épreuve, au détriment d'une explication physique simple.

### **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). Par ailleurs, la synchronisation reste parfois mal connue ou mal maîtrisée. 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 V) ;
- non-vérification du fonctionnement linéaire d'un montage (choix de signaux d'amplitude inadaptée) ;
- confusion entre fréquence et pulsation ;
- confusion entre tension crête et tension crête-à-crête.

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

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

Concernant le matériel utilisé en optique, trop de candidats ne savent pas reconnaître simplement une lentille divergente d'une lentille convergente. Les termes utilisés sont souvent approximatifs et il y a souvent confusion entre les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). Beaucoup de candidats ne différencient pas « polarisation » de « polarisation rectiligne ». En interférométrie, il manque souvent la compréhension physique des phénomènes observés, en particulier la relation entre l'observation (niveau lumineux) et la différence de marche, ainsi que la différence entre forme des franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Plus généralement certains candidats n'ont visiblement pas eu accès au matériel de base ou n'ont pas acquis les bases théoriques indispensables à la compréhension de certains sujets d'optique. Sur le goniomètre, par exemple, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles d'incidence et d'émergence dans les cas de la lumière diffractée par un réseau. Une fraction notable (environ 10 %) des candidats ne sait pas positionner l'image d'un point à travers un miroir plan et faire le tracé de rayons associé à cette conjugaison. La conjugaison infini foyer, par exemple, n'est pas toujours maîtrisée. De même un tracé de rayons avec un point situé hors de l'axe optique pose souvent d'importantes difficultés.

## Incertitudes

Les calculs d'incertitude ne sont pas systématiquement demandés. Il s'agit souvent d'identifier les *principales sources d'erreur* et parfois d'évaluer les incertitudes types afférentes de manière à déterminer l'intervalle de confiance d'une grandeur calculée à partir de grandeurs mesurées.

Globalement, il convient de rappeler aux candidats que toute utilisation d'un appareil de mesure, même et surtout s'il s'agit d'un instrument aux fonctionnalités avancées, doit s'accompagner d'une analyse des résultats obtenus et d'un regard critique sur ceux-ci. Les candidats doivent au minimum se demander si l'ordre de grandeur de la mesure est correct.

### Exploitation des résultats

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

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

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

Dans l'ensemble, la plupart des candidats maîtrisent correctement le tracé expérimental de diagrammes de Bode ainsi que l'analyse de ces diagrammes mais trop de candidats annoncent comme « asymptote à  $-20$  dB/décade » une droite de pente différente, qu'ils ont tracée en se contentant de « coller » au mieux aux points de mesure. Quelques candidats peu familiers avec le papier semi-logarithmique portent en abscisse le logarithme de la fréquence au lieu de la fréquence, ce qui donne en définitive un double logarithme de la fréquence en abscisse.

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

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

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

### Compétence « Communiquer »

#### À l'oral

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

#### À l'écrit

Un compte rendu succinct rapportant les mesures et les exploitations est demandé. Là encore, le jury attend clarté et concision. Dans ce compte rendu le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Apporter une réponse argumentée à la problématique exposée

en début de sujet est très apprécié. Toutefois il ne faut pas reporter les réponses des questions déjà traitées à l'oral (questionnement et protocoles) car celles-ci ont déjà été évaluées.

Enfin, le candidat doit s'efforcer de rédiger son compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible.

## **Conclusion**

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

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



# Sciences

## Présentation de l'épreuve

### Objectifs

Dans cette épreuve les compétences évaluées correspondent aux compétences enseignées et sciences physiques et en sciences industrielles de l'ingénieur lors de deux années de classes préparatoires. En particulier les compétences suivantes : analyser, modéliser, résoudre et communiquer. Ces compétences sont à mobiliser afin d'expliquer le fonctionnement d'un système et en justifier les performances.

L'épreuve porte sur l'identification de phénomènes physiques et leur mise en œuvre pratique dans un système ou sous-système de type industriel ou grand public. L'objectif de cette épreuve est de confronter les candidats au réel, d'apprécier leur capacité à mobiliser leurs connaissances théoriques dans différents domaines de la physique (mécanique, électricité, thermodynamique...) et à les appliquer sur un dispositif concret.

### Organisation de l'épreuve

#### Phase de préparation (30 min)

Les candidats sont seuls 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, ainsi que d'un document explicatif, associant schémas, graphes... qui permettent d'en comprendre le contexte d'utilisation et le fonctionnement.

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

#### Phase d'interrogation (30 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 également préciser les frontières de l'étude, le contexte d'utilisation du système ainsi que les flux mis en jeu (matière, énergie et information). Cette analyse leur permet de justifier les fonctions assurées par le système étudié.

Les candidats doivent également être capables 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 moteur 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. Au cas par cas, le jury guide et oriente, il s'adapte au profil des candidats. 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.

Au cours de l'interrogation 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 MEI...);
- identification et modélisation d'un phénomène physique;
- capacité à s'approprier les informations fournies par le jury, à les synthétiser et à « rebondir », esprit d'analyse, capacités déductives;
- pertinence des réponses par rapport aux questions du jury;
- comportement général (autonomie, dynamisme, curiosité, esprit critique, bon sens, élargissement, rigueur et soin);
- expression orale, 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. Toutefois, 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 et sont parfois « brouillonnes ».

Les cas d'école sont connus (frottement, réduction de vitesse, puissances par exemple) mais les candidats peinent à les transposer et à les appliquer 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;
- 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 un mécanisme, 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. Ces étudiants, qui obtiennent la note maximale, ont été capables d'analyser un système inconnu et de mobiliser leurs connaissances de physiques et de sciences industrielles de l'ingénieur pour modéliser et prévoir 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 et des sorties, des énergies mises en œuvre. La chaîne d'énergie est souvent spontanément et correctement décrite.

Le jury constate des difficultés à caractériser les différentes formes d'énergies (mécanique, électrique...), aussi bien qualitativement que quantitativement. L'expression des puissances est souvent erronée. Une méconnaissance des ordres de grandeur est également constatée.

### Analyse du système et de son fonctionnement

Des candidats perdent beaucoup de temps dans l'analyse de mécanisme 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 floues et 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.

Les documents proposés sont souvent mal et peu exploités. 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. Des candidats font preuve d'un manque de curiosité et n'explorent pas le mécanisme, ou bien ne manipulent pas le système et 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. 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. Des candidats emploient souvent un vocabulaire peu précis ou non scientifique ; dans certains cas, des confusions entre grandeurs sont constatées (par exemple confusion entre force et pression).

L'analyse des degrés de liberté et la schématisation cinématique en couleurs est souvent un outil pertinent pour décrire un mécanisme. Toutefois, la schématisation cinématique est souvent mal employée (MP).

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 appliquer des connaissances de cours 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.

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. Ou bien différentes technologies de moteurs électriques sont connues, mais celle qui est effectivement employée n'est pas correctement identifiée.

De même, le jury constate également beaucoup de difficultés à transposer les principes thermodynamiques sur des applications pratiques. Les cycles ne sont parfois pas connus. Le jury constate aussi des difficultés à modéliser une compression ou une détente. Des confusions sont fréquentes entre puissance, travail ou énergie ; leurs expressions ne sont parfois pas connues.

Enfin, le jury déplore que certains candidats formulent 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 ont des difficultés à *poser correctement un problème*, à effectuer une schématisation et un paramétrage (repère, points, angles...). Les hypothèses conduisant au modèle sont rarement formulées et justifiées. 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 et elle est souvent mal réalisée. 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 résument le principe fondamental de la statique au « théorème du moment cinétique ». De plus, il y a parfois confusion entre moment d'inertie, moment d'une force 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.

Les lois de Coulomb sont parfois difficilement reliées au cas réel proposé. Certains candidats adoptent un vocabulaire confus pour décrire l'adhérence/frottement et parlent de « déplacement », de « statique/dynamique ».

## Conseils 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 les bons modèles, 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 et de différentes couleurs. Le jury apprécie les candidats qui se sont réellement entraînés, et 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, de transposer leurs connaissances à l'étude d'un système réel.

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 recommandé aux candidats d'apporter un réel soin à la réalisation des figures. La schématisation cinématique devrait être un outil que les candidats PC devraient au moins savoir lire (au moins pour les liaisons simples). 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, des dimensions des équations peut permettre d'éviter de persister dans des erreurs.

## 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, que des candidats complètement déconnectés de la réalité, qui exposent des principes ou des relations, sans réelle compréhension ni lien avec le réel (les candidats lancent des formules ou des principes appris par cœur, sans savoir si cela peut s'appliquer ou permet de résoudre la question posée).

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

## Analyse globale des résultats

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Le compte rendu et le commentaire

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

## L'entretien avec l'examinateur

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

## La correction de la langue

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

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

## Conclusion

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

# Anglais

## Présentation de l'épreuve

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

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

## Analyse globale des résultats

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

## La gestion du temps de parole

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

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

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

## Le compte rendu

De nombreuses introductions sont trop abruptes et se contentent de lire le para-texte sans en faire usage (*This text is an article written by... It was published in... The title is... The author of the article is...*) : il convient de contextualiser l'article, d'en indiquer brièvement la source et la date et de mettre



en valeur l'idée principale ; en revanche, il est inutile de perdre du temps en détails superflus, pas plus qu'il ne faut annoncer de plan ou diviser l'article artificiellement. On n'attend pas non plus une description des attendus de l'épreuve (*I will first summarize the article and then comment on it*). En revanche, il est souvent pertinent de caractériser le document (éditorial, plaidoyer, témoignage...).

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

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

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

## Le commentaire

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

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

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

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

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

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

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

### **L'échange**

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

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

### **La langue**

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

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

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

### **Conclusion**

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

# Arabe

## Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

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

## Analyse globale des résultats

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

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

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

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

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

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

## **Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats**

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

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

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

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

## Conclusion

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

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

# Chinois

## Présentation de l'épreuve

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

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

La longueur des textes proposés est 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, les candidats choisissent librement celui sur lequel ils désirent être interrogés et organisent leur préparation à leur guise.

## Analyse globale des résultats

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

Plus généralement, trois catégories de candidats se dégagent :

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Conclusion

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

# Espagnol

## Présentation de l'épreuve

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

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

L'épreuve se déroule comme suit :

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

## Analyse globale des résultats

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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



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

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

- Pour citer l'article :

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

- Pour structurer le développement :

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

En ce qui concerne le lexique :

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

Quant à la morphosyntaxe :

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

## Conclusion

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

# Italien

## Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

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

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

## Analyse globale des résultats

Le jury se félicite du bon niveau général des candidats.

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

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

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

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

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le jury attend des candidats qu'ils exposent une problématique en lien avec le texte choisi et qu'ils saisissent l'occasion de cette épreuve pour exprimer des idées personnelles et s'ouvrir au dialogue.

En ce qui concerne la langue, le jury note des maladresses récurrentes. En italien on ne met pas la préposition *di* devant le verbe à l'infinitif dans des expressions comme : *è possibile andare*, *è difficile fare*, *è facile dire*... *Qualche* est invariable et toujours suivi du singulier. On dit *provare a* et *cercare di*. « Comme », dans le sens de puisque, se traduit par *siccome* et non pas *come*.

On déplore des erreurs dans la conjugaison des verbes réguliers et irréguliers.

Une sérieuse préparation à l'épreuve orale nécessite une révision approfondie de la grammaire italienne, un travail de documentation sur les principaux faits de société italiens et internationaux, la lecture

régulière de la presse écrite et de romans, l'écoute de la radio, la vision de films et d'émissions télévisées et des échanges avec des italiens quand cela est possible.

## **Conclusion**

Le jury se félicite de la qualité générale des prestations orales au concours 2019.

Cette année encore, il est heureux de constater que les résultats d'ensemble ont été très satisfaisants et tient à saluer le très bon niveau culturel et la connaissance de la société italienne de certains candidats.

La plupart des candidats ont fait preuve d'une bonne connaissance de leur environnement social, économique, scientifique, politique et culturel et de leur capacité à s'exprimer en italien.

Le jury encourage les futurs candidats à persévérer dans leur préparation de l'épreuve.

# Portugais

## Présentation de l'épreuve

Les articles proposés, tirés de la presse portugaise et brésilienne, portaient sur des questions d'actualité et des sujets de société tels que : la vie politique au Brésil, confrontée à l'ère Bolsonaro et au questionnement sur la corruption comme partie intégrante du système ; les enjeux des usages parfois abusifs des algorithmes ; le mouvement des « gilets jaunes » vu par un journaliste portugais, ou encore le drame humain et social au Venezuela et l'immigration vers le Portugal de Vénézuéliens d'ascendance portugaise.

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

## Analyse globale des résultats

Nous saluons cette année l'excellent niveau des candidats. La majorité des 12 candidats, toutes filières confondues qui ont passé l'épreuve orale de portugais a fait preuve d'aisance et d'une très bonne maîtrise des règles de cet exercice, en présentant et en commentant l'article choisi d'une manière satisfaisante, souvent fine et habile, voire même (presque) parfaite pour trois candidats. La langue était généralement très fluide et la réactivité aux questions posées tout à fait correcte, à quelques exceptions près.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Deux candidats ont révélé quelques difficultés liées à l'absence de contextualisation des enjeux du document choisi. Ils se sont perdus dans les répétitions, ont mal hiérarchisé les idées du document et n'ont pas profité de tout leur temps de parole. Une synthèse du texte trop rapide ne permet généralement pas de traiter les centres d'intérêt du texte d'une manière satisfaisante, et surtout de saisir les nuances de point de vue. Ces deux candidats n'ont pas pris assez de distance par rapport au texte, afin de l'ouvrir sur d'autres thématiques et problématiques de la société actuelle. Ils se sont efforcés de suivre assez timidement les pistes suggérées lors de l'échange, mais le jury aurait aimé une plus grande réactivité. Ils se sont contentés de propos quelque peu convenus, sans exploiter la richesse du document, même si la synthèse rendait compte de l'intérêt de celui-ci.

## Conclusion

Le jury ne saurait donc que trop recommander aux candidats de montrer leur capacité à argumenter et à prendre de la distance par rapport au document, tout en apportant une réflexion personnelle. Nous remarquons que certains candidats n'étaient pas vraiment au fait de l'actualité des pays lusophones et de certains repères historiques essentiels à la compréhension des rapports entre les pays lusophones et le monde. Il faut donc veiller à maîtriser un minimum ces connaissances, et à s'informer régulièrement des grands événements ponctuant l'actualité et les questions au centre des débats socio-politiques des pays concernés.

# Russe

## Présentation de l'épreuve

Les modalités de préparation de l'épreuve orale de russe n'ont pas changé depuis l'an dernier (durée de préparation de 20 minutes, passage devant l'examinateur de 20 minutes, dont 10 minutes pour la présentation en continu et 10 minutes dédiées aux échanges). Il est toujours attendu des candidats un exposé construit : la présentation de l'article, un compte rendu, puis un commentaire. Les candidats sont notés sur :

- leurs connaissances linguistiques (vocabulaire, grammaire, prononciation) ;
- leur capacité à faire un compte rendu de l'article, synthétique et bien structuré, mais aussi sur leur capacité à donner un point de vue personnel et argumenté ;
- l'échange avec l'examinateur (bonne compréhension orale, réactivité).

Comme tous les ans, cette année les thèmes proposés étaient variés, relevant des domaines suivants : vie politique et culturelle, éducation, science et technologies, écologie, santé, sport, problèmes sociétaux...

Les articles de cette année ont été tirés d'*Argumenty i fakt* ([www.aif.ru](http://www.aif.ru)), de *BBC-Russkaya sluzhba* ([www.bbc.com/russian](http://www.bbc.com/russian)), *Kommersant* ([www.kommersant.ru](http://www.kommersant.ru)), *Komsomolskaya pravda* ([www.kp.ru](http://www.kp.ru)), *kulturologia.ru*, *Meduza* ([meduza.io](http://meduza.io)), *Nezavisimiaya gazeta* ([ng.ru](http://ng.ru)), *Novye izvestiya* ([newizv.ru](http://newizv.ru)), *Novosti iskoustva* ([theartnewspaper.ru](http://theartnewspaper.ru)), *RBK* ([www.rbc.ru](http://www.rbc.ru)), *Vedomosti* ([www.vedomosti.ru](http://www.vedomosti.ru)).

## Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, dix-sept candidats ont présenté le russe à l'oral du concours. La majorité des concurrents a bien réussi l'épreuve : les candidats ont maîtrisé la présentation de l'article et ses problématiques dans une langue généralement correcte. Trois candidats ont obtenu la note maximale.

Un candidat n'a pas obtenu la moyenne car ses connaissances linguistiques étaient trop lacunaires, ce qui l'a empêché de bien comprendre et présenter l'article.

Certains candidats ont eu la moyenne, mais n'ont pas pu obtenir beaucoup de points supplémentaires car ils avaient du mal à trouver les mots pour exprimer leur idées, commettaient beaucoup d'erreurs grammaticales, ne prenaient pas d'initiative lors de l'échange ou bien ont présenté un compte rendu incomplet, un commentaire très bref et peu personnel.

Le jury regrette aussi que certains candidats ne lisent pas la presse russe, donc n'ont aucune connaissance de certains problèmes de la société russe et de ce fait ne sont pas capables de faire de commentaire pertinent. Notez que la presse étrangère ne s'intéresse pas aux mêmes sujets que la presse russe : sur les dix-sept sujets de cette année il n'y en avait que deux qui ont été traités dans la presse française !

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

L'intervention des candidats doit commencer par une présentation de l'article (titre, nom du média, date, problématiques), puis continuer par un compte rendu (avec une lecture d'une ou deux phrases pour illustrer une idée), puis faire un commentaire du texte. Pendant cet exercice les candidats doivent montrer leurs capacités de synthèse, de reformulation et d'argumentation en plus de leurs connaissances linguistiques. L'intervention très brève témoignerait d'une mauvaise compréhension et

connaissance du sujet et de niveau linguistique insuffisant tandis qu'une intervention trop longue démontrerait une mauvaise maîtrise de cet exercice. S'agissant d'une épreuve orale, les candidats doivent parler et non pas lire un exposé pré-rédigé.

L'épreuve se termine par une session de questions, réponses entre l'examineur et les candidats sur un thème lié à l'article ou bien autour des thèmes avoisinants. Durant cet entretien les candidats pourront éventuellement affiner des points passés sous silence pendant leur compte rendu. Le jury attend que, pendant l'échange, les candidats ne se contentent pas juste de répondre par « oui » ou « non » mais soient réactifs, capables de rebondir sur les propos de l'examineur, d'exprimer leurs idées, de montrer leur connaissance du sujet et de la vie politique et culturelle en Russie.

## **Conclusion**

Le jury tient à saluer le très bon niveau de certains candidats qui ont pu répondre aux exigences de cette épreuve et qui ont montré, en plus d'un bon niveau linguistique et capacité de synthèse, une familiarité avec la société russe.

Pour préparer cette épreuve, le jury conseille aux candidats de travailler régulièrement les compétences linguistiques (compréhension écrite et orale, grammaire, expression et prononciation) et de s'entraîner à faire un compte rendu et un commentaire d'un article d'environ de 400 mots limité dans le temps. Les candidats pourront trouver les articles appropriés sur les sites des médias russes cités plus haut. Cela permettrait non seulement d'apprendre à maîtriser ce type d'exercices mais de suivre les actualités russes, sans quoi on ne peut pas faire une analyse fine et personnelle des thèmes proposés lors du concours.

**Concours Centrale-Supélec 2019**

**Épreuves d'admission à l'École navale**

**Filière 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

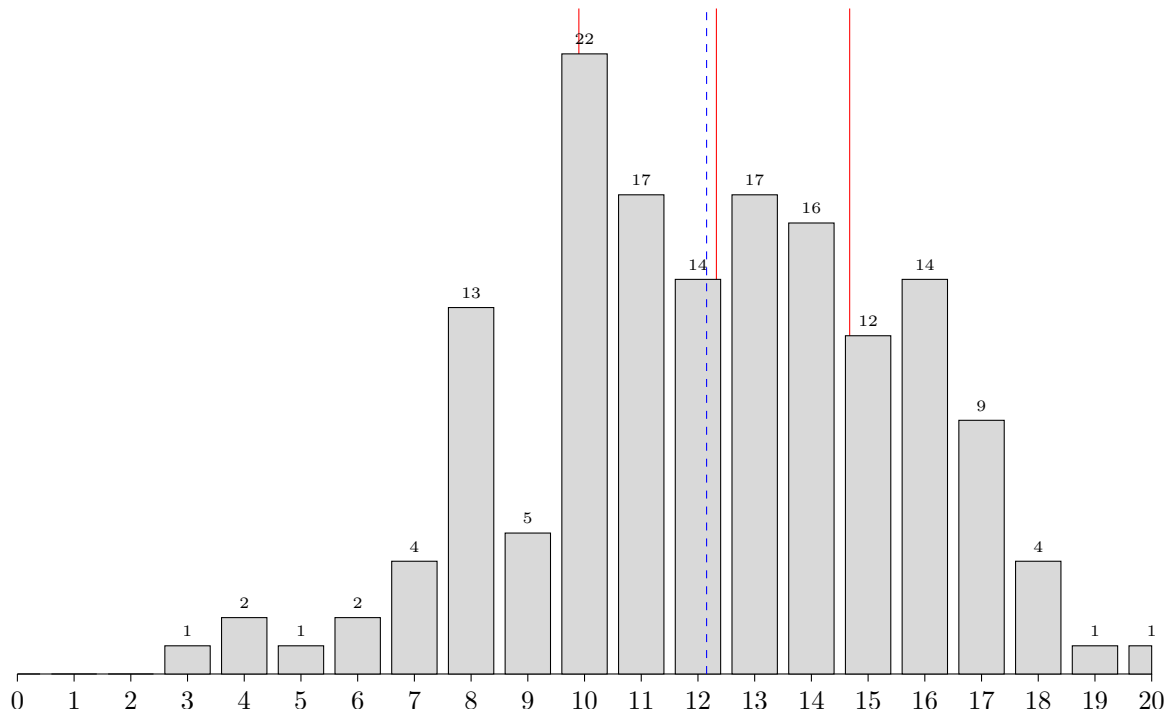
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

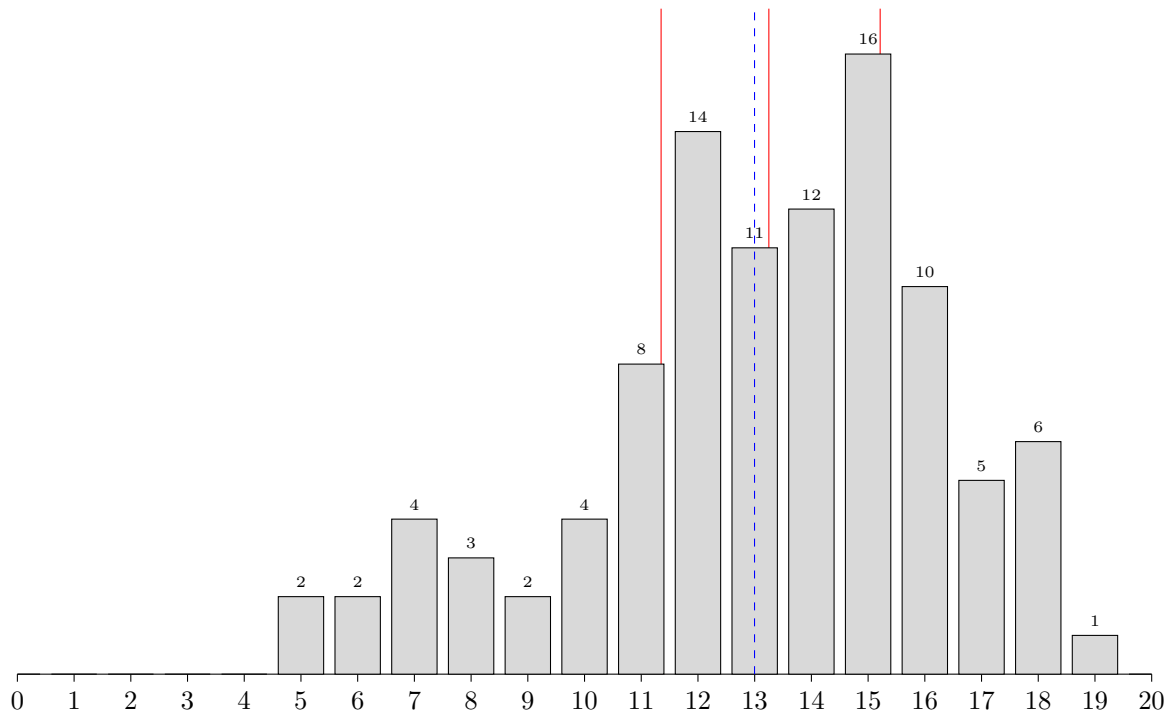
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	159	2,5%	155	12,15	3,30	9,90	12,33	14,67	4,77
Sport	159	37,1%	100	13,00	3,13	11,35	13,25	15,21	3,86
Mathématiques	159	35,8%	102	11,48	3,64	8,05	11,97	14,01	5,96
Physique 1	159	35,8%	102	12,18	3,45	10,02	12,05	14,05	4,03
Physique 2	159	35,8%	102	11,54	3,66	8,98	11,97	14,03	5,05
Anglais	159	35,8%	102	11,06	3,35	8,03	10,96	13,99	5,96

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.

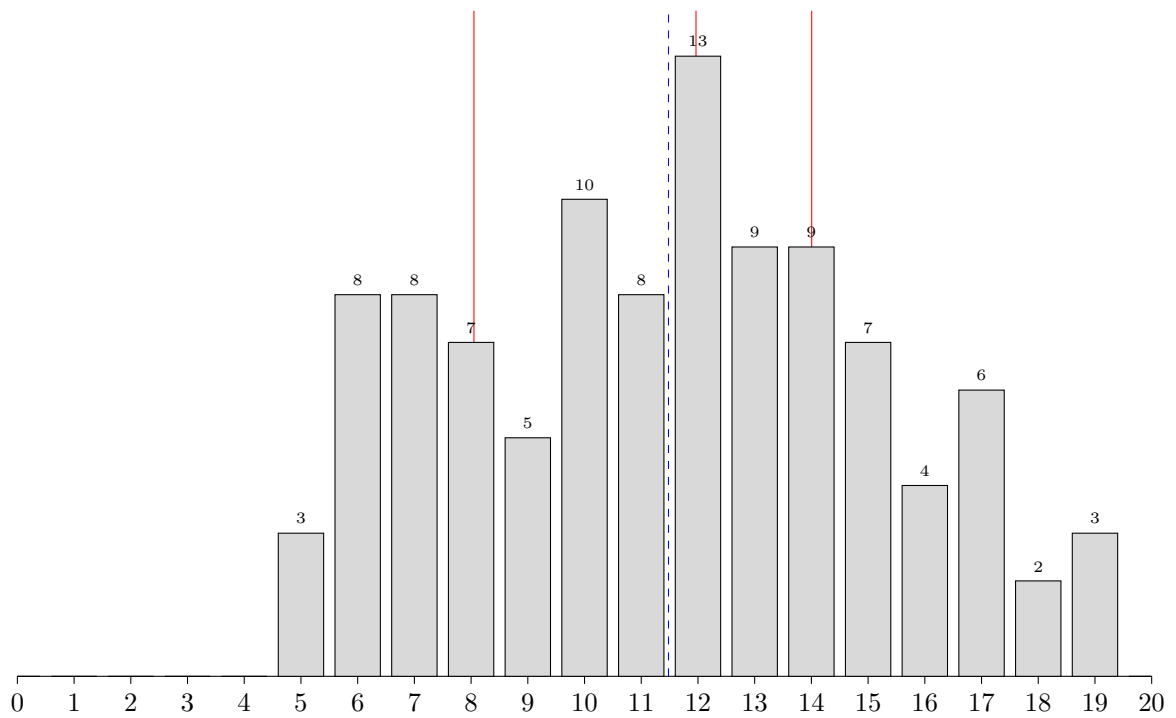
### TIPE



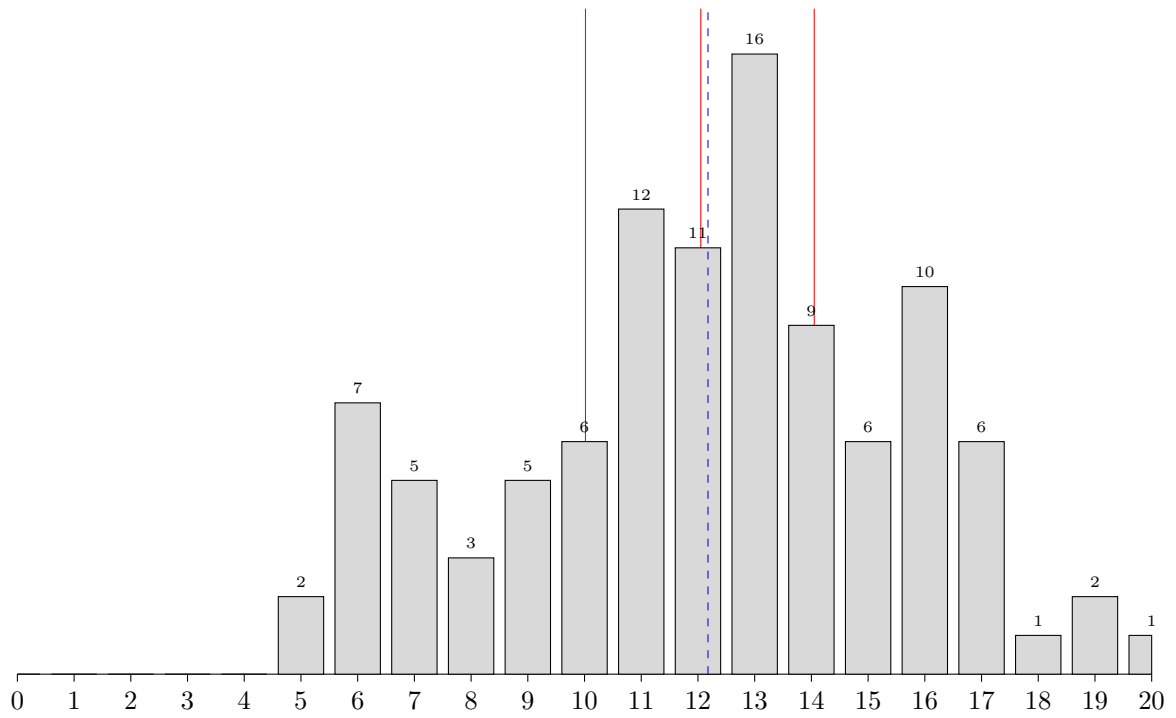
### Sport



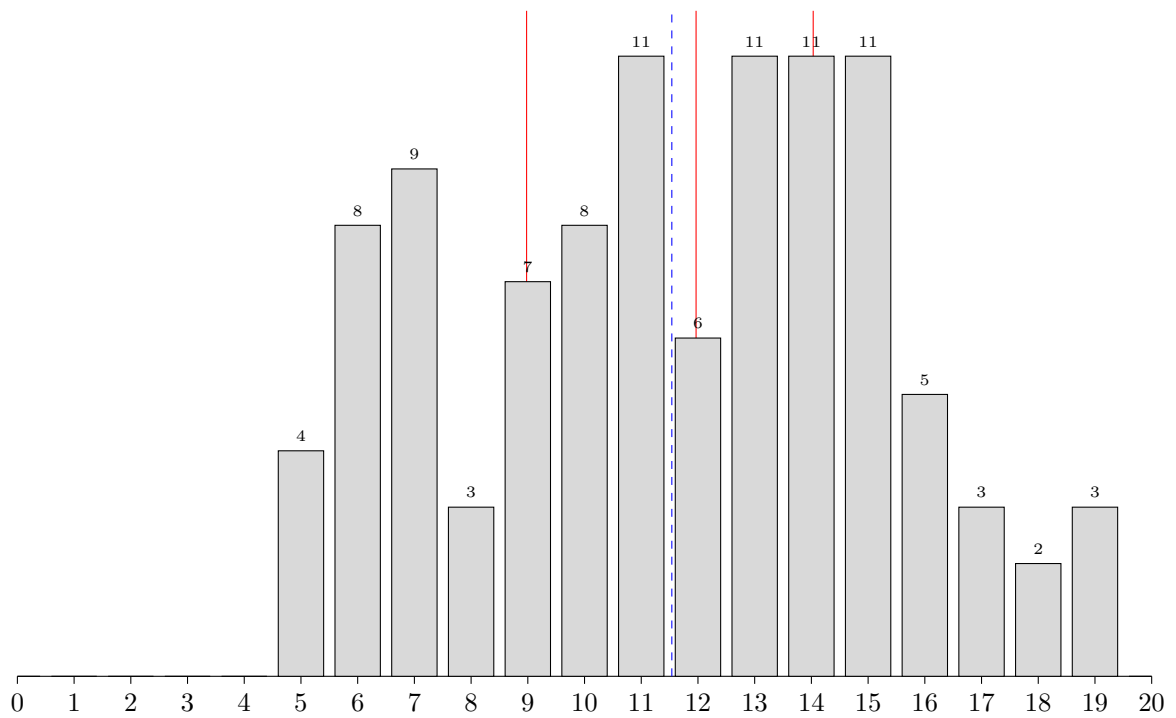
### Mathématiques



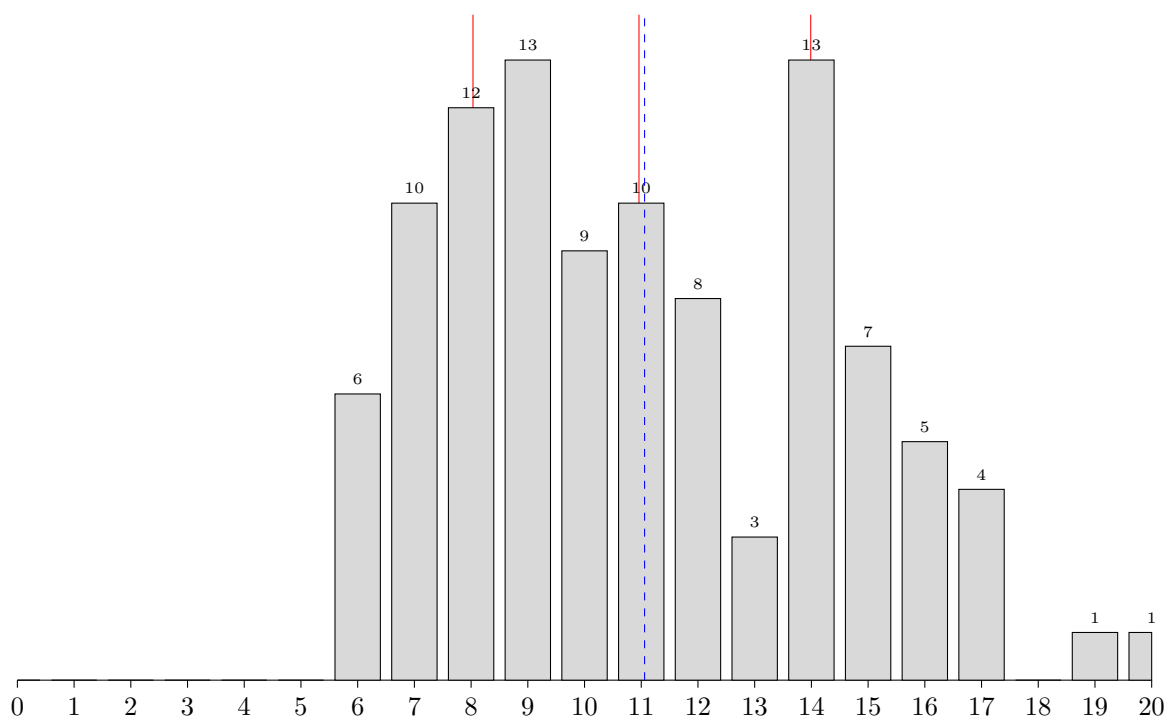
### Physique 1



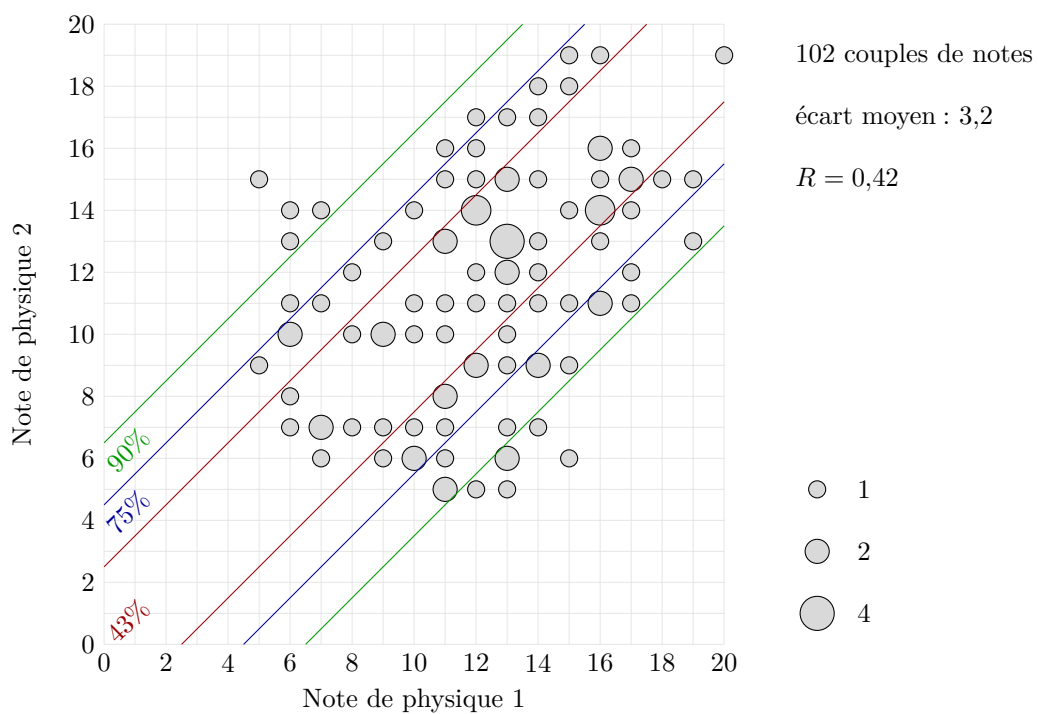
### Physique 2



## Anglais



## Corrélation entre physique 1 et physique 2



# Mathématiques

Les oraux du concours d'entrée à l'École navale se sont déroulés du 18 juin au 12 juillet 2019 au lycée Louis-le-Grand. Chaque oral dure une demi-heure, sans préparation.

L'organisation de l'oral est identique à celle des années précédentes, à savoir deux exercices portant sur des thèmes différents du programme, faisant appel à plusieurs parties de celui-ci ; le premier d'une vingtaine de minutes et le second d'une dizaine de minutes.

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

Il est important de prendre conscience que l'épreuve n'est pas un écrit au tableau mais bien un oral. Il est donc vivement conseillé de présenter l'exercice brièvement et d'être capable d'énoncer certains points sans procéder à la rédaction totale (lors d'un raisonnement par récurrence par exemple).

Plusieurs candidats ont ce défaut de chercher à rédiger la solution d'un exercice au tableau là où une explication orale suffit, par exemple la justification des hypothèses d'application d'un théorème peut tout à fait se faire oralement (à condition bien sûr que cette justification soit correcte).

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

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

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

Dans l'ensemble, le niveau moyen des candidats est satisfaisant, mais on relève des lacunes inquiétantes sur le calcul basique : changer d'indice ou de variable dans une somme ou une intégrale, gérer le signe d'une expression sont pour certains candidats des opérations délicates et parfois longues à réaliser.

# Physique 1

## Le cadre et les premières secondes

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

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

## Les exercices proposés

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.

## 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.

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.

## La calculatrice

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

## Les questions systématiques

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

- Pourquoi 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.

## Notes décernées

La répartition des notes attribuées est présentée dans la section « [Résultats par épreuve](#) » (page [Navale-2](#)). L'examineur 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.

## Remarques disciplinaires

### 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, même 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 et d'en connaître les paramètres caractéristiques, par exemple pour un second ordre sous la forme (qui n'est pas unique) :

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

Le jury attend, pour un système du deuxième ordre soumis à une entrée constante, que le candidat extraie de lui-même les valeurs de  $\omega_0$ ,  $\xi$  (ou du facteur de qualité  $Q = 1/2\xi$ ), sache tracer sans calcul l'allure de la sortie en fonction de  $\xi$ .

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

$$\iint_{\Sigma} \vec{B} \cdot d\vec{S} \neq \oiint_{\vec{s}} \vec{B} \cdot d\vec{S}_{\text{ext}}.$$

L'utilisation des *opérateurs* doit être aisée en cartésiennes, comme le développement de  $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}})\vec{v}$  ou de  $\overrightarrow{\Delta} \vec{E}$ , même pour un champ en  $\sin(\pi z/a) \cos(\omega t - kx) \vec{u}_y$ . Remarquons qu'une tentative de calculer  $\overrightarrow{\text{rot}} \vec{E}$  en coordonnées cylindrique ou sphérique 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  $x \mapsto 1 - x^2/a^2$  ou  $x \mapsto x - x^3/a^2$ , en examinant les termes prédominants.

### Mécanique des fluides

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

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

### 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.

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

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)

$$\oint_{\mathcal{C}} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 J_{\text{entrelacé}} + \varepsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \iint_{\mathcal{S}/\mathcal{C}} \vec{E} \cdot d\vec{S},$$

ainsi que la loi de Faraday

$$\oint_{\mathcal{C}} \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \iint_{\mathcal{S}/\mathcal{C}} \vec{B} \cdot d\vec{S}.$$

Cette dernière équation sert à calculer le *champ électrique créé par un champ magnétique variable dans le temps*. 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.

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

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

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

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

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

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

### Physique des ondes

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

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

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

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

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

# Physique 2

## Déroulement de l'épreuve

Cette épreuve dure 30 minutes, sans préparation.

L'exercice est en général plus ouvert que celui de l'épreuve de physique 1. L'examineur 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 sa maîtrise des notions du programme de physique (de PCSI et de PC), proposer une modélisation simple, dont il justifiera la pertinence, afin de répondre à la question posée. Le candidat doit discuter 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.

## Remarques sur la session 2019

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.

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

- l'évaluation du moment d'une force n'est pas toujours réussie ; le produit vectoriel pose des difficultés ;
- les référentiels d'utilisation courante sont souvent mal définis ; certains candidats confondent rotation et translation circulaire ; les formules des forces d'inertie sont parfois très approximatives ;
- la confusion est très fréquente entre formules de mécanique du point et celles de mécanique du solide, cela engendre de regrettables erreurs ;
- les lois de Coulomb sont parfois mal énoncées voire inconnues ;
- l'interféromètre de Michelson est parfois mal maîtrisé (localisation des franges pour une source étendue spatialement, éclairage par un doublet ou par une lumière blanche...) ;
- le jury a constaté d'importantes difficultés à relier représentations temporelle et spectrale d'un signal ;
- certaines formules utiles gagnent à être mieux connues (champ magnétique dans un solénoïde infini...) ou en cas d'oubli elles devraient pouvoir être redémontrées (résistance d'un fil conducteur de conductivité et de dimensions données) ;
- les relations de De Broglie sont parfois ignorées.

# Anglais

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.

## Présentation de l'épreuve

L'ensemble de l'épreuve se déroule en anglais. Le candidat dispose de quarante minutes de préparation pour l'étude des deux supports proposés : 20 minutes maximum pour l'écoute de l'enregistrement d'une durée de trois minutes environ dont il devra effectuer le résumé, 20 minutes pour préparer le compte rendu et le commentaire de l'article de presse.

Lors de la passation de l'épreuve, le candidat commence par le compte rendu de l'enregistrement, il passe ensuite à l'étude de l'article de presse : résumé et commentaire qui donne lieu à un échange avec l'examineur. Il sera ensuite demandé au candidat de lire à haute voix un court passage de l'article et de le traduire.

## Attentes du jury

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

Certains rares candidats n'ont pas spontanément commenté l'article et ont attendu que l'examineur les interroge, se contentant alors de réponses trop brèves.

D'autres semblent avoir plaqué 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.

La lecture d'un court passage de l'article puis sa traduction improvisée permettent de vérifier que le candidat n'a pas fait 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.

### **Conseils de préparation aux futurs candidats**

Le choix des articles extraits de la presse anglophone (*The Times*, *The Guardian*, *The Telegraph*, *The Economist*...) portait sur des sujets d'actualité : santé, politique d'immigration, nouvelles technologies, environnement, éducation, problèmes européens...

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**

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.

Toute annotation sur l'article de presse étant interdite, les candidats peuvent utiliser des plastiques transparents et des surligneurs.