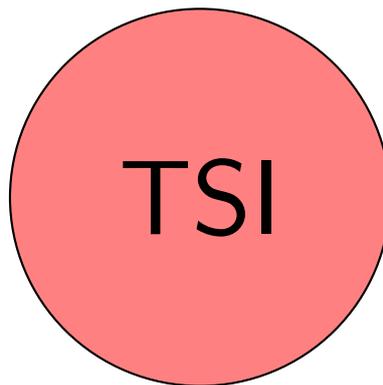


CONCOURS CENTRALE•SUPÉLEC

Rapport du jury



2021

Table des matières

Table des matières	i
Avant-propos	ii
Chiffres généraux	iv
Épreuves d'admissibilité	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	11
Mathématiques 1	14
Mathématiques 2	18
Physique-chimie 1	21
Physique-chimie 2	23
Sciences industrielles de l'ingénieur	27
Informatique	31
Allemand	33
Anglais	36
Arabe	41
Chinois	44
Espagnol	46
Italien	49
Portugais	51
Épreuves d'admission	
Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	13
Physique-chimie	17
Travaux pratiques de physique-chimie	23
Sciences industrielles de l'ingénieur	31
Anglais	43
Espagnol	45

Avant-propos

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

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

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

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

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

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

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

Norbert Perrot
Président du jury

Prise en compte de la présentation des copies

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

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

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

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

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

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

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

Chiffres généraux

École	Inscrits	Admissibles		Dernier entré	
		barre	nombre	rang	points
Centrale Casablanca	303	1300	40	14	2616,90
Centrale Lille	586	1402	59	41	2792,10
Centrale Lyon	589	1440	52	25	2998,00
Centrale Marseille	587	1319	95	70	2556,00
Centrale Nantes	665	1436	58	34	2908,90
CentraleSupélec étudiant	615	1320	109	6	3396,10
CentraleSupélec apprenti				62	2697,50
IOGS	330	1242	59	48	2312,80
Arts et Métiers	839	1210	179	108	2558,60
ENSEA				172	2106,40
ESTP	411	600	316	165	760,50

Concours Centrale-Supélec 2021

Épreuves d'admissibilité

Filière TSI

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Rédaction	11
Mathématiques 1	14
Mathématiques 2	18
Physique-chimie 1	21
Physique-chimie 2	23
Sciences industrielles de l'ingénieur	27
Informatique	31
Allemand	33
Anglais	36
Arabe	41
Chinois	44
Espagnol	46
Italien	49
Portugais	51

Résultats par épreuve

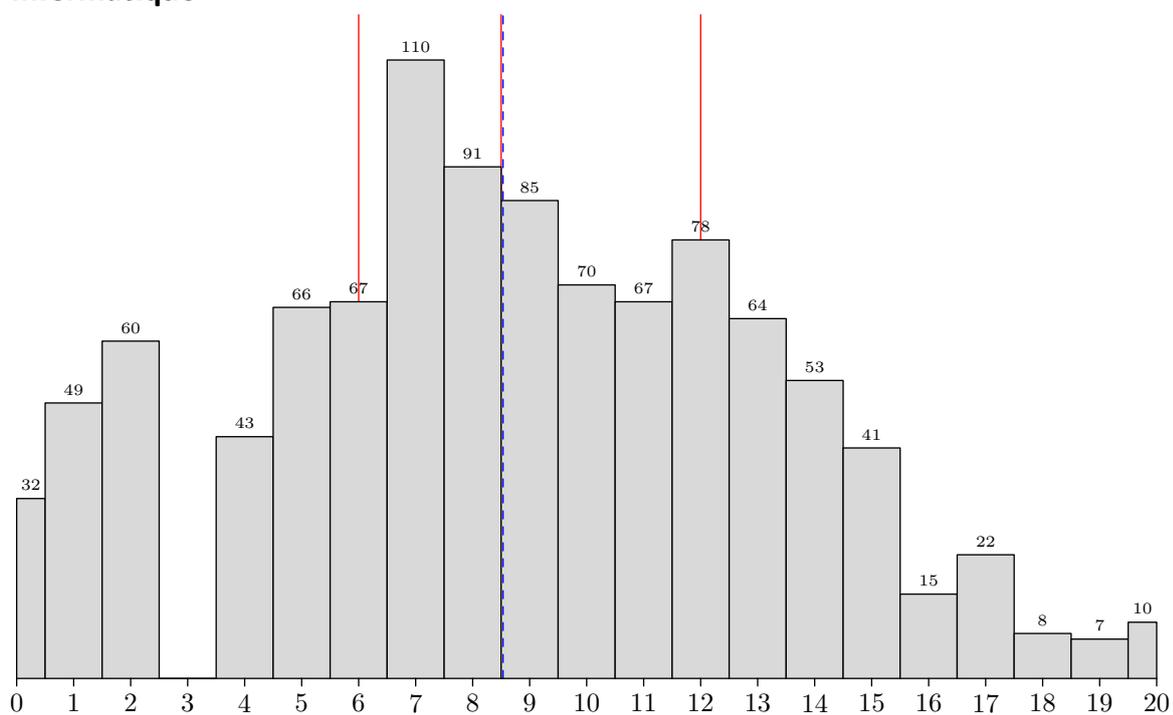
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

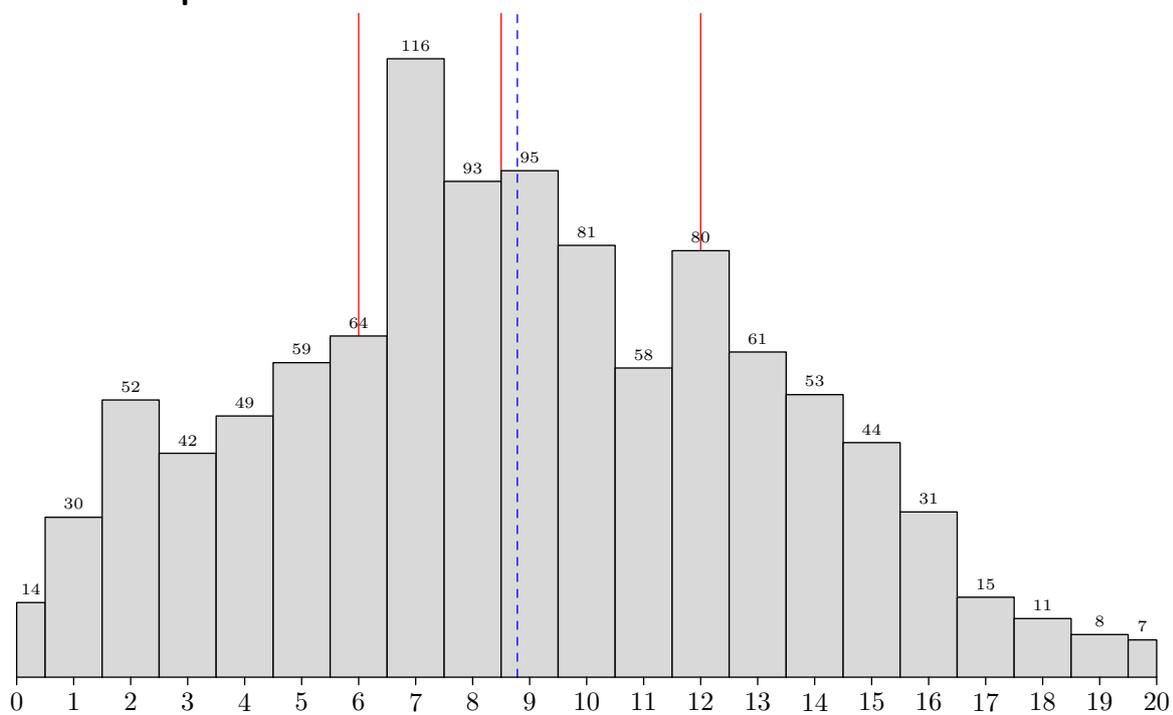
Épreuve	Inscrits	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
Informatique	1138	8,8%	1038	8,53	4,49	6,0	8,5	12,0	6,0
Mathématiques 1	1138	6,6%	1063	8,78	4,38	6,0	8,5	12,0	6,0
Mathématiques 2	1138	8,8%	1038	8,74	4,40	6,0	8,5	12,0	6,0
Physique-chimie 1	1138	7,8%	1049	8,85	4,16	6,0	8,6	12,0	6,0
Physique-chimie 2	1138	8,2%	1045	8,84	4,04	6,0	8,7	12,0	6,0
Rédaction	1138	6,9%	1059	8,90	3,96	6,0	8,7	12,0	6,0
S2I	1138	7,9%	1048	8,58	4,39	6,0	8,4	12,0	6,0
Langue	1138	8,3%	1044	10,63	3,98	7,8	10,8	13,5	5,7
Anglais	965	6,4%	903	10,02	3,71	7,0	10,0	13,0	6,0
Arabe	164	19,5%	132	14,81	3,00	13,4	15,1	17,3	3,9
Chinois	1	0,0%	1	20,00	—	20,0	20,0	20,0	0,0
Espagnol	4	0,0%	4	6,15	3,72	3,6	6,3	8,9	5,3
Italien	2	0,0%	2	16,25	0,55	16,0	16,2	16,5	0,5
Portugais	1	0,0%	1	6,50	—	6,5	6,5	6,5	0,0
Russe	1	0,0%	1	9,70	—	9,7	9,7	9,7	0,0

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

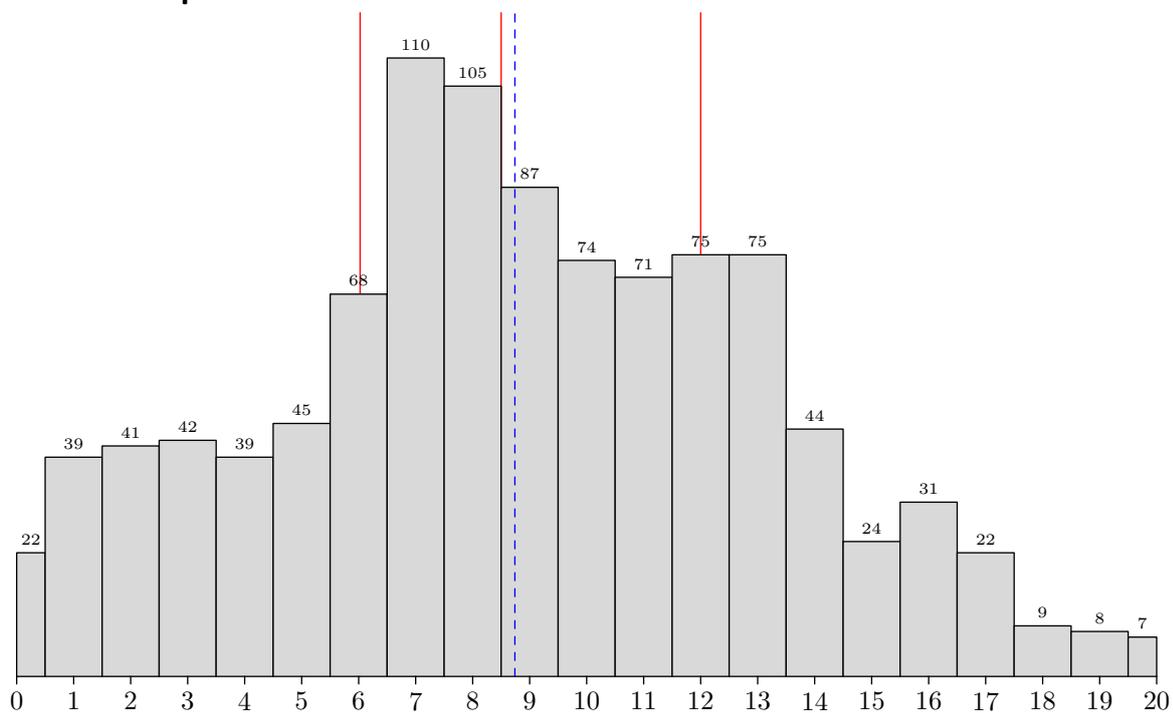
Informatique



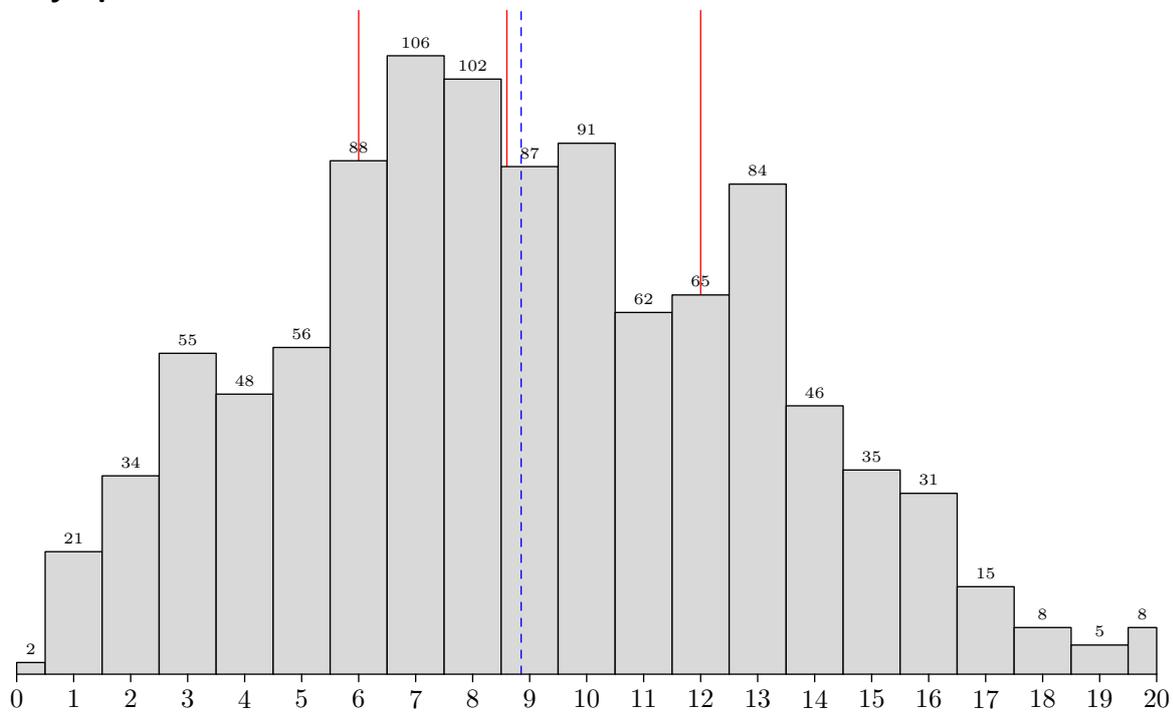
Mathématiques 1



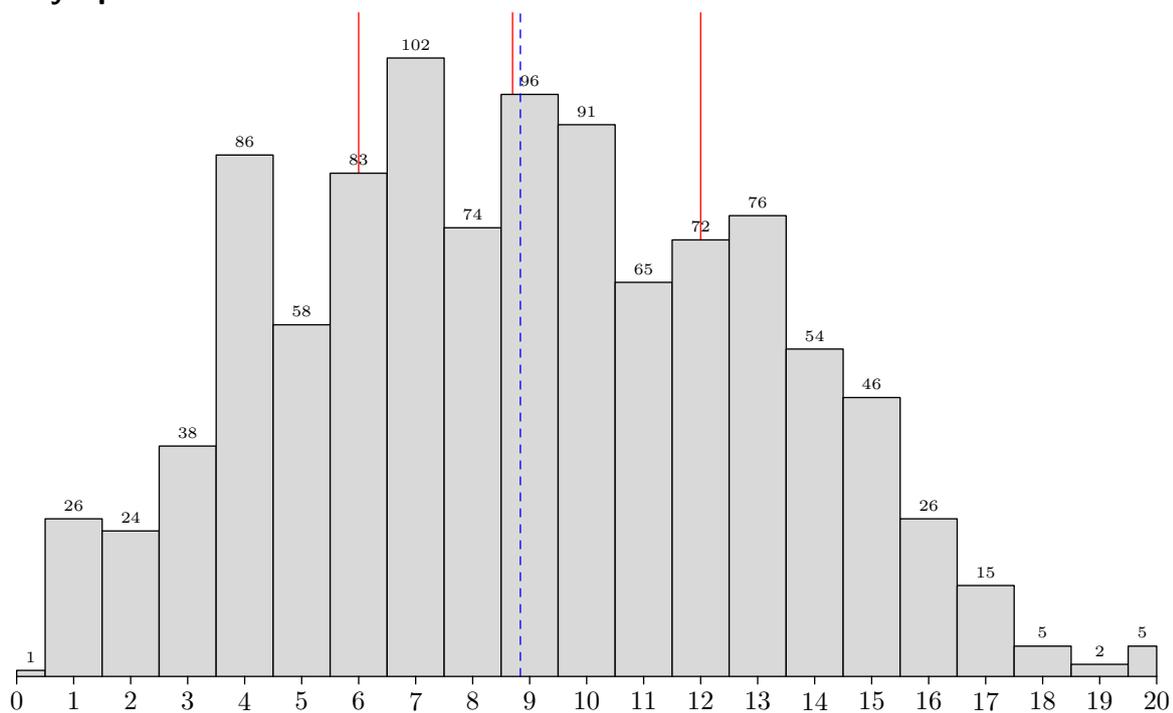
Mathématiques 2



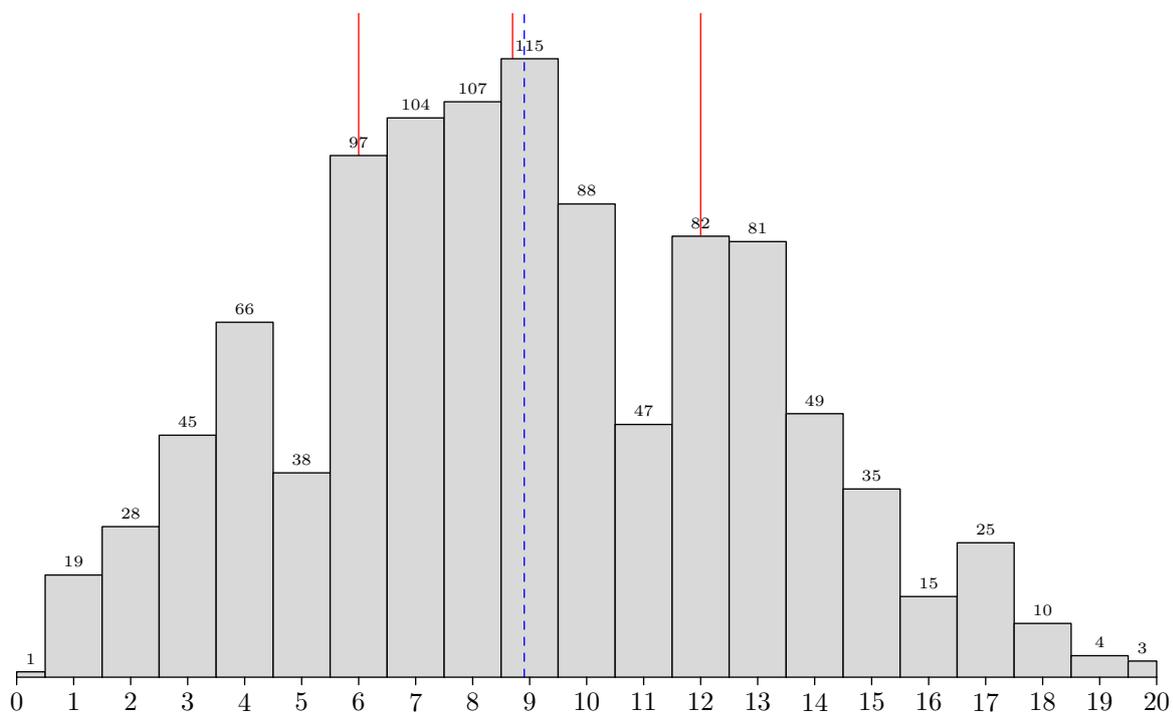
Physique-chimie 1



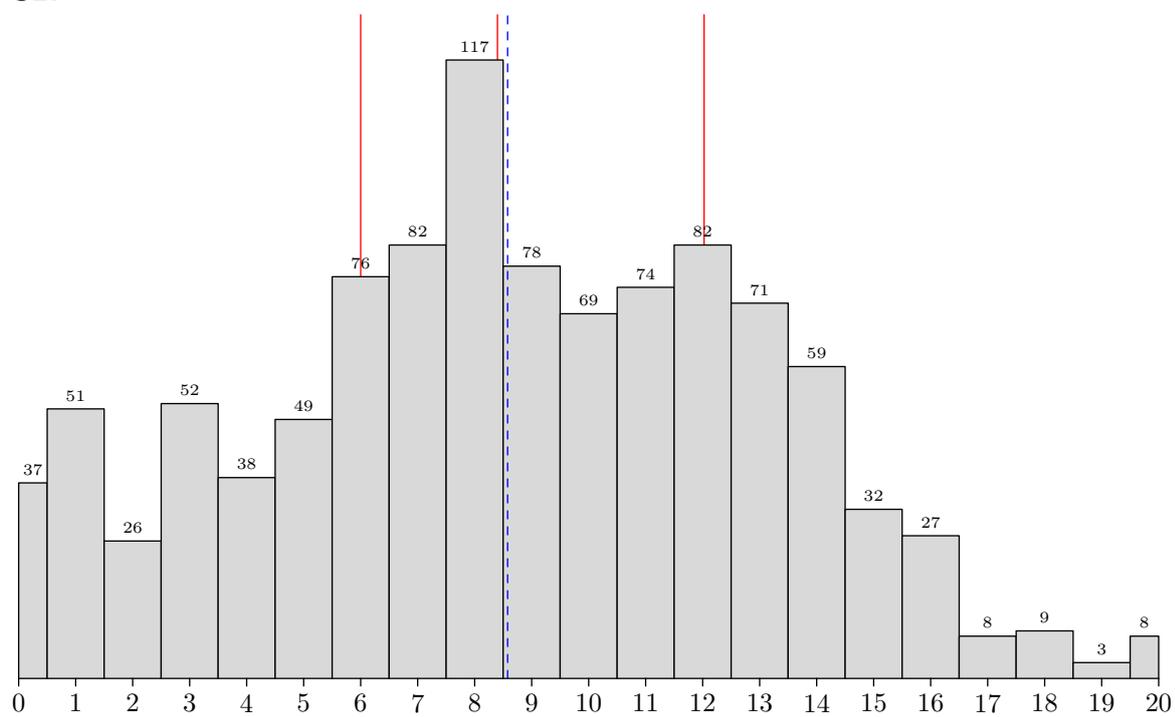
Physique-chimie 2



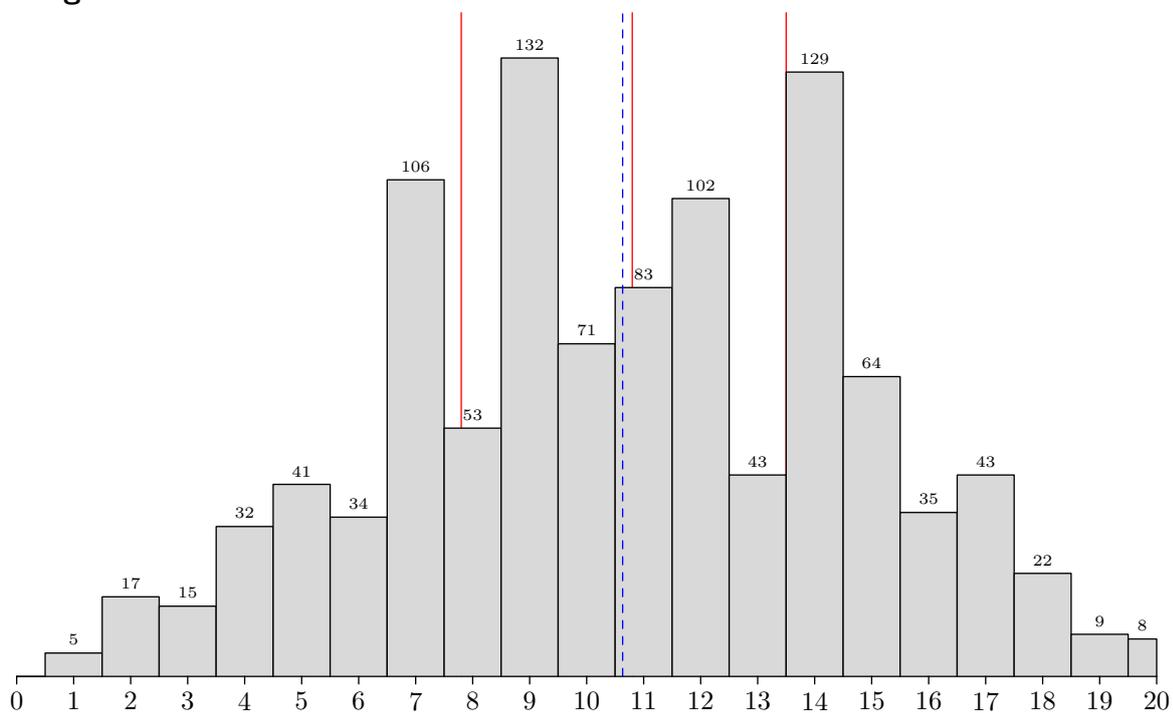
Rédaction



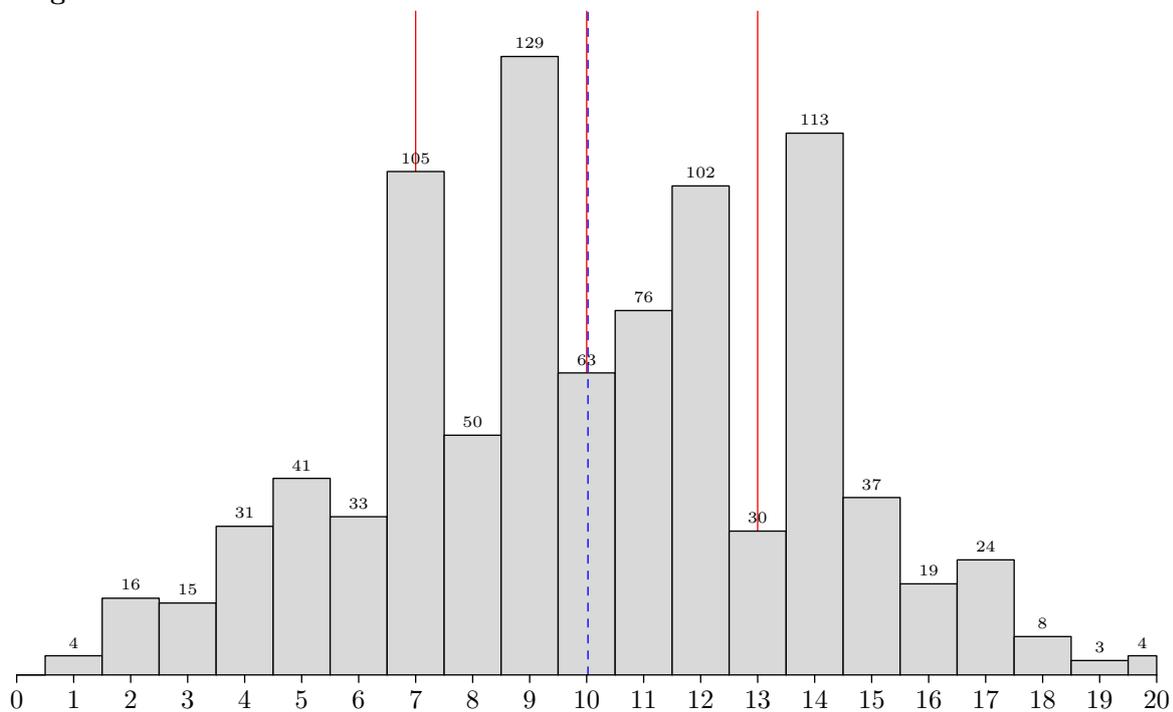
S2I



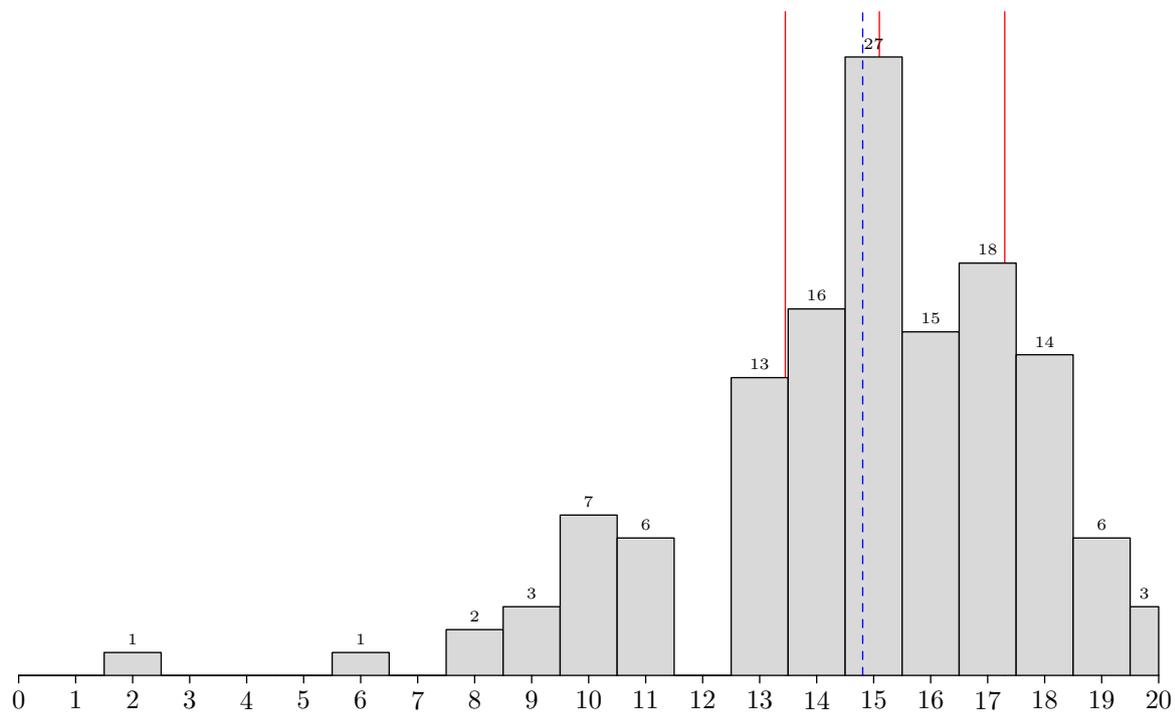
Langue



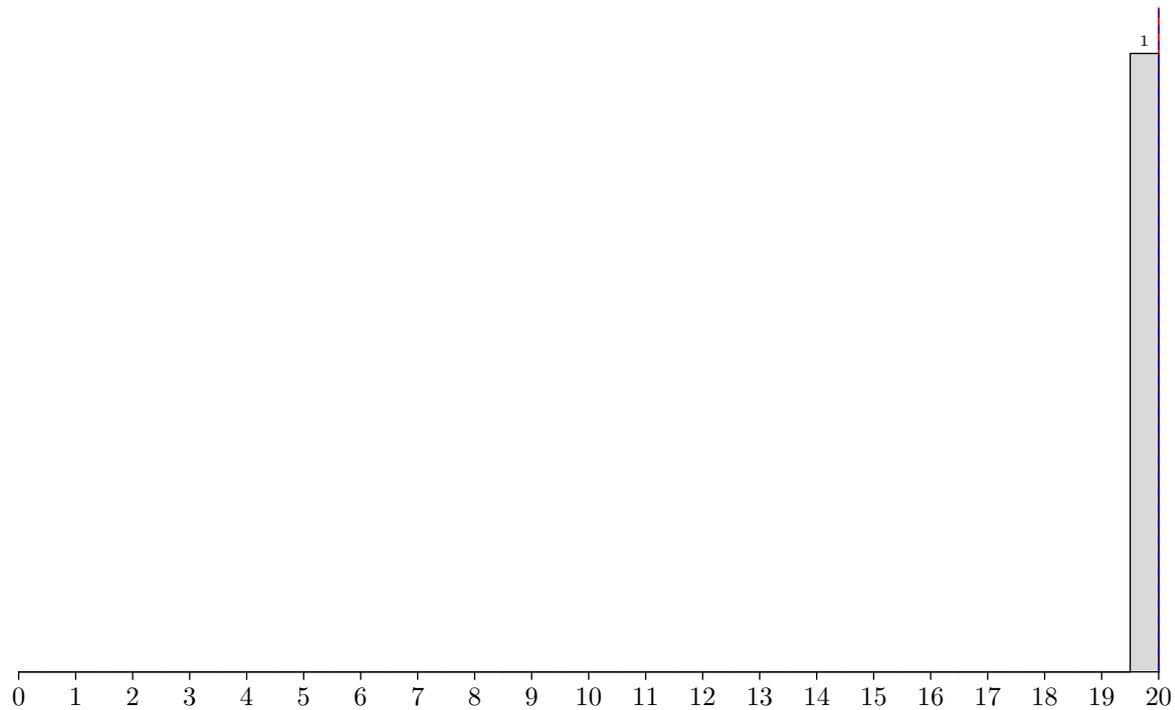
Anglais



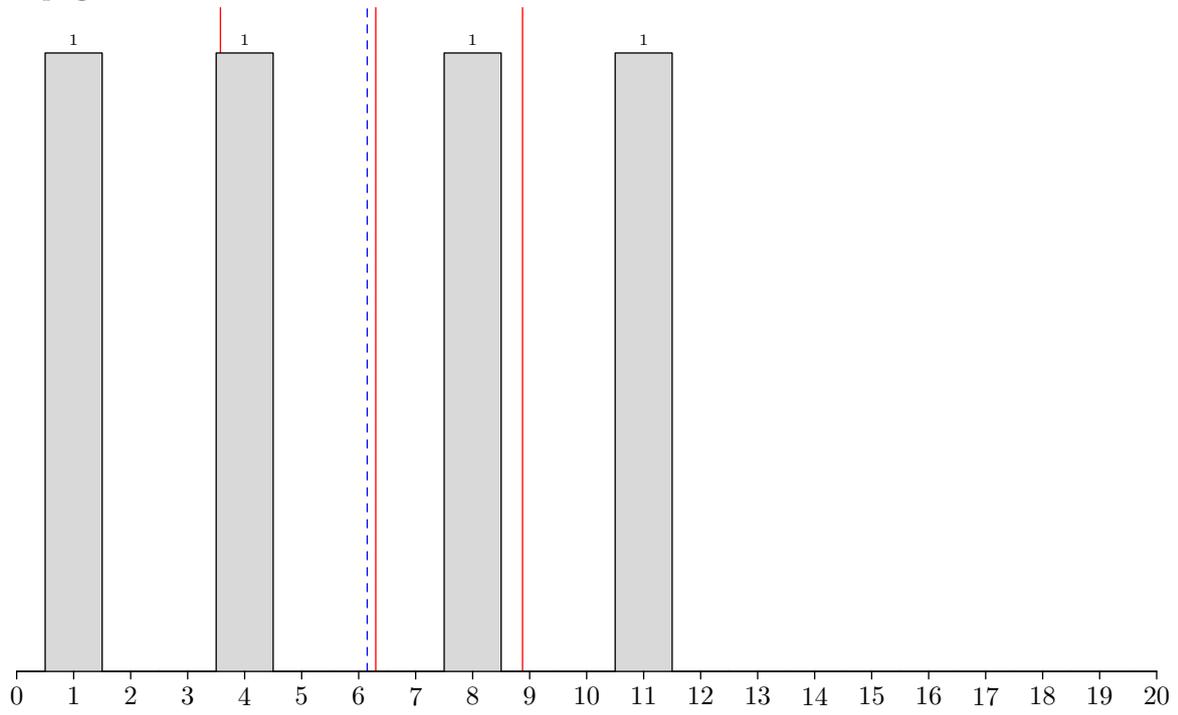
Arabe



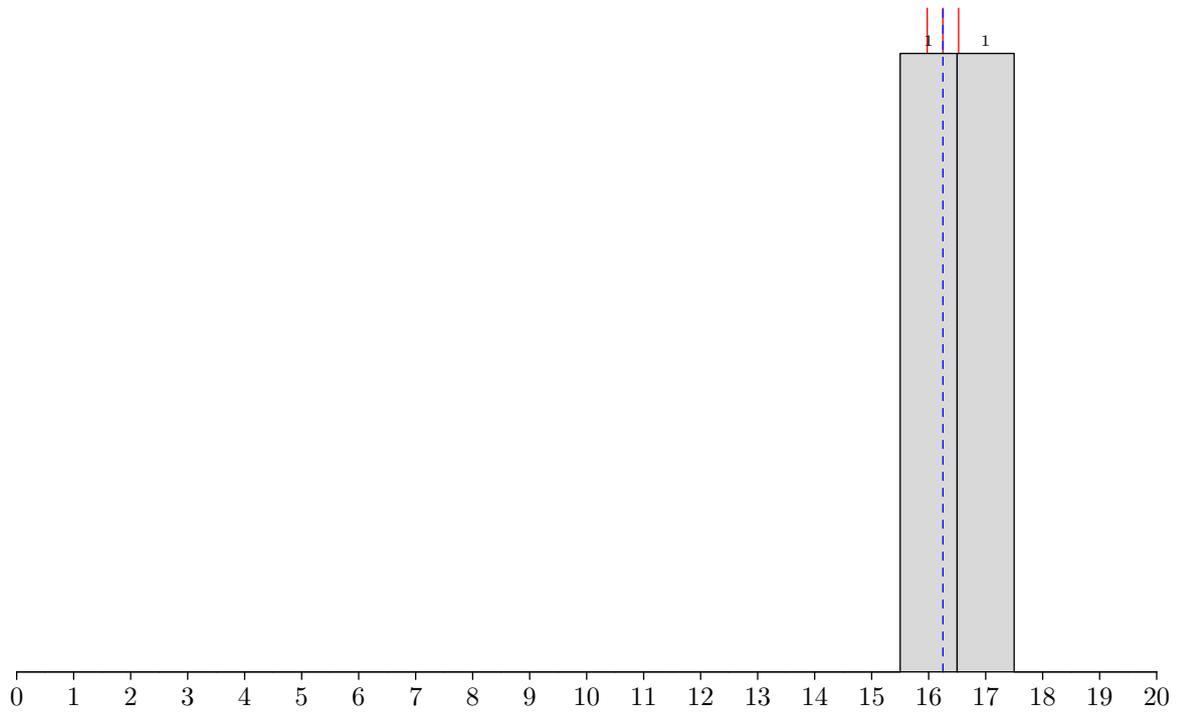
Chinois



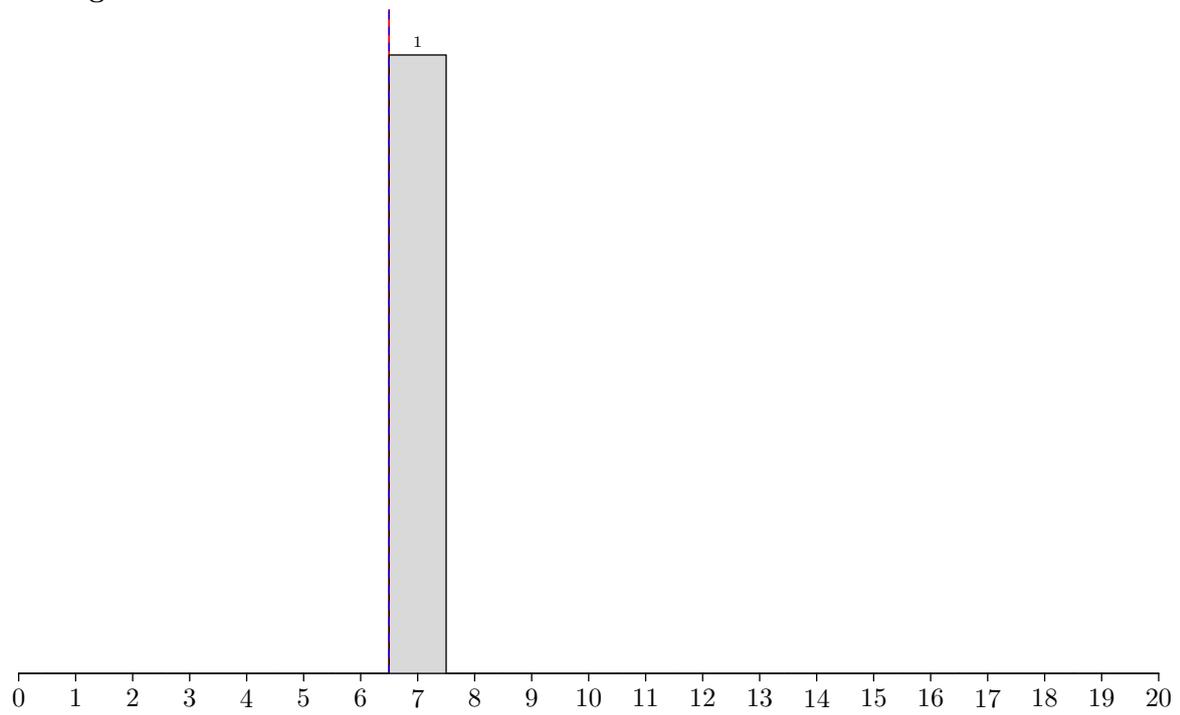
Espagnol



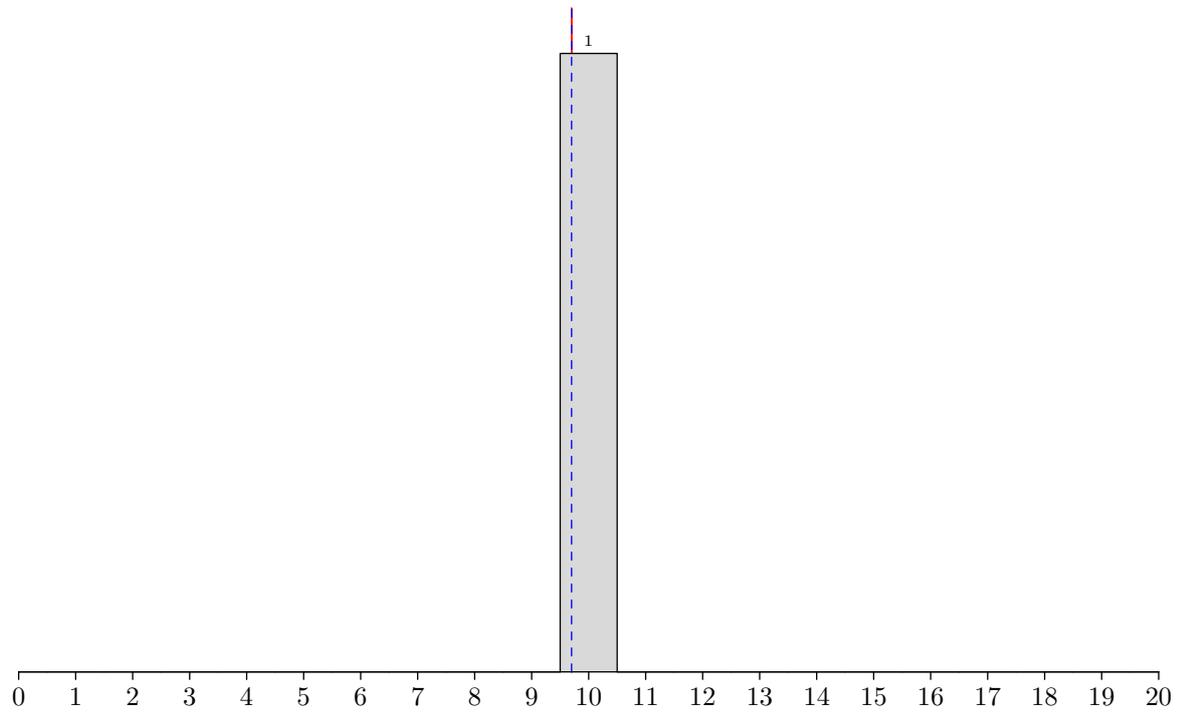
Italien



Portugais



Russe



Rédaction

Présentation du sujet

Le texte de François Jullien est extrait de l'ouvrage *Une seconde vie*, paru en 2018. Dans la continuité logique du titre, il propose une réflexion sur la possibilité offerte à tout un chacun de connaître une seconde vie. Après avoir rappelé la nature de l'existence, qui nous entraîne dans un flux inexorable, de notre naissance à notre mort, l'auteur envisage la possibilité d'un accès à une autre vie, une vie philosophique. Sans heurts, sans rupture existentielle, nous pouvons renaître dans la continuité même de notre existence première. Cette renaissance, longuement murie, s'accompagne d'un nouveau regard porté sur le monde et la vie. Regard lucide dont l'acuité rappelle les vérités révélées par la littérature plus que par la philosophie. Le sujet de dissertation invitait les candidats à s'interroger sur la possibilité même de cette seconde vie : « Dans quelle mesure pourrais-je recommencer de vivre, mais dans la continuité même de ma vie ? ». Le jury attendait que les candidats restituent les conditions et les caractéristiques de cette seconde vie proposée par François Jullien, puis qu'ils considèrent la possibilité de cette renaissance à la lumière des œuvres au programme cette année.

Analyse globale des résultats

Les résultats cette année furent comparables à ceux des années précédentes. Les copies excellentes se sont distinguées par une mise en forme irréprochable — graphie parfaitement lisible, style clair et syntaxe fluide, paragraphes visibles — ainsi que par un soin particulier apporté à la précision des arguments dans la dissertation, à la concision du propos dans le résumé. Nombre de dissertations ont nonobstant obtenu une note médiocre, voire décevante, faute de rigueur philosophique. L'exercice requiert un recours précis à des concepts dûment explicités et logiquement articulés ; ce point n'a pas été respecté par un nombre trop important de copies. À contrario, assez peu de copies incomplètes ont été rendues. Rares sont les candidats qui ont fait l'impasse totale ou partielle sur l'un des deux exercices. C'est heureux, car cette impasse constitue une mauvaise stratégie, qui conduit inéluctablement vers une note très basse.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Résumé

Les quatre paragraphes du texte de François Jullien pouvaient être regroupés en trois temps, trois paragraphes constituant le résumé. Le premier paragraphe s'attache à définir notre existence comme un flux continu, ce mouvement inexorable nous invite à saisir le moment présent ou à placer nos espoirs dans un au-delà. Les deux paragraphes suivants constituent le cœur du texte : le philosophe affirme la possibilité d'une seconde vie qui ne briserait pas le cours de notre existence, qui la prolongerait dans une élévation vers une nouvelle conscience du monde. Le dernier paragraphe établit un parallèle entre cette lucidité patiemment murie et la vision existentielle propre au genre romanesque ; il nous invite à nous interroger sur la signification de cette seconde chance. Le déroulement du texte était assez clair pour permettre à un candidat sérieux de proposer un résumé structuré, la thèse soutenue par l'auteur était suffisamment explicite pour prévenir toute forme de contresens. Nombre de copies ont toutefois consacré trop de temps à reformuler le début du texte, ce déséquilibre a conduit à un survol de la partie la plus difficile, la plus conceptuelle : les caractéristiques philosophiques de la seconde vie que propose François Jullien.

Trop de copies présentent encore des lacunes que le jury pénalise systématiquement. Nombre de résumés sont constitués d'un seul paragraphe, une telle absence de structure ne permet pas de refléter le

déroulement logique du texte. Quelques résumés sont au contraire trop fragmentés, au-delà de quatre paragraphes, le travail tend à devenir une liste décousue qui perd toute unité de sens. Rappelons qu'un paragraphe commence toujours par un alinéa ou un saut de ligne. Dans la mesure où le résumé doit restituer le déroulement du texte, l'enchaînement de paragraphes doit s'accompagner d'un recours à des connecteurs logiques qui rendent le fil de la pensée plus explicite. La syntaxe est parfois malmenée, les phrases trop longues sont souvent vouées à sombrer dans l'inintelligibilité. L'orthographe de certaines copies est objectivement défaillante, il s'agit d'un critère important dans l'évaluation. La lisibilité de la graphie est elle aussi d'une importance primordiale, il appartient au candidat de faire des efforts pour présenter un travail propre et correctement écrit ; les correcteurs n'ont pas à rentrer dans une démarche de déchiffrement. Rappelons enfin que les mots du résumé sont systématiquement recomptés par les correcteurs, tout décompte faussé entraîne des pénalités.

Dissertation

Les copies ont pour la plupart présenté cette année des qualités louables de structure et d'analyse. La citation de François Jullien entraine plus ou moins en conflit avec les œuvres au programme, ce paradoxe a souvent été souligné dans l'introduction, à juste titre. Rappelons ici les étapes de l'introduction : mise en contexte (« amorce ») simple qui manifeste que le sujet est compris ou citation — mieux vaut une simple amorce qu'une citation artificiellement exhumée d'un devoir fait dans l'année ; reprise de l'énoncé attribué à son auteur, en prenant soin d'orthographier correctement le nom de l'auteur ; formulation d'une problématique claire, reprise du titre des œuvres au programme et de leur auteur — sans fautes d'orthographe — et annonce d'un plan articulé.

Un plan en deux parties était cette année encore tout à fait recevable, au même titre qu'un plan canonique en trois parties. Le jury attendait bien évidemment, un travail critique, une étude des limites de la citation. Certaines copies se sont bornées à une défense et illustration de la thèse de l'auteur. Un tel travail ne saurait suffire, ni même prétendre au titre de dissertation. Que le candidat propose un plan en deux ou en trois parties, l'une d'elles doit impérativement être consacrée à la remise en question du point de vue offert par la citation.

Trop de copies ont présenté des défaillances sur le plan conceptuel. L'œuvre philosophique a régulièrement été réduite à une dimension purement et platement biographique : « Nietzsche était malade, il a réussi à guérir ». Une telle approche appauvrit la pensée. L'ouvrage philosophique doit offrir au candidat des concepts et non des anecdotes. Ces concepts doivent constituer l'armature de la dissertation. Chaque argument doit être accompagné d'exemples précis, dûment identifiés. Chaque argument devait être appuyé sur tel poème de Victor Hugo, tel protagoniste évoqué par Svetlana Alexievitch, tel concept philosophique défini par Nietzsche. Le plus souvent possible, les candidats doivent accompagner leurs exemples de citations ou à défaut, de références aux textes les plus précises possibles. Les copies qui ont pris le soin de citer les œuvres au programme et de s'appuyer sur les concepts nietzschéens ont été valorisées.

À contrario, essayer de « recycler » un sujet vu dans l'année, et plus ou moins maladroitement rapproché de la citation proposée, constitue une tentative immanquablement vouée à l'échec. Il arrive parfois que certaines copies proposent un développement sans aucun rapport avec le sujet, puis opèrent un retour acrobatique à la citation dans la conclusion. Il s'agit d'une tentative d'évitement qui ne trompe pas les correcteurs, et qui voue le travail à un échec total.

Certaines dissertations se sont caractérisées en outre par de graves lacunes formelles. Que le candidat propose un plan en deux ou en trois parties, ces dernières doivent impérativement être composées de plusieurs paragraphes, lesquels doivent toujours commencer par un alinéa ou un saut de ligne. Négliger la forme c'est obscurcir le propos. La profondeur de l'analyse et la finesse du raisonnement sont idéalement accompagnées d'une syntaxe maîtrisée, simple et claire. La recherche gratuite de la complexité dans l'expression porte préjudice à la concision du propos. Une orthographe approximative ne peut que desservir

une copie. Quant aux fautes encore trop fréquentes dans le nom des auteurs et dans les titres des œuvres au programme, leur effet est désastreux.

Conclusion

L'épreuve de rédaction, rappelons-le, forme un tout cohérent. Il convient de rédiger le résumé avant d'entreprendre la dissertation. Le respect de cet ordre chronologique permet aux candidats de saisir toutes les subtilités du texte et de mieux comprendre la citation en la situant dans la logique d'une pensée élaborée. Les deux exercices, le résumé et la dissertation, doivent être traités ; les copies qui font l'impasse sur l'un des deux exercices sont systématiquement et lourdement sanctionnées. Celles qui ne proposent que deux ou trois mots pour le résumé ou pour la dissertation sont elles aussi très sévèrement évaluées. Les copies qui offrent un aspect proche du brouillon — ratures répétées, graphie indéchiffrable, orthographe défectueuse — sont également particulièrement pénalisées. Afin d'améliorer la lisibilité du travail, et de ménager aussi bien la vue que la patience des correcteurs, rappelons qu'il convient de penser à écrire une ligne sur deux.

Mathématiques 1

Présentation du sujet

Cette épreuve comporte deux problèmes indépendants. Dans le premier, le calcul de la somme d'une série permet de modéliser une expérience aléatoire. Dans le deuxième, l'analyse de Fourier est utilisée pour résoudre sous certaines hypothèses l'équation de la chaleur se propageant le long d'une barre métallique rectiligne.

Ce problème fait appel à des notions de probabilité et d'analyse conformes au programme des deux années de la filière TSI.

Le premier problème commence par le calcul des dérivées successives de la somme géométrique. Leur valeur permet de déterminer la loi, l'espérance et la variance d'une variable aléatoire qui modélise un jeu de dé.

Le deuxième problème commence par la démonstration des propriétés des coefficients de Fourier. Il se poursuit par la construction d'un prolongement 2-périodique d'une fonction C^1 sur $[0, 1]$ nulle aux extrémités à l'aide d'arguments géométriques. Le sujet se termine par la recherche d'une solution de l'équation de la chaleur à une dimension à l'aide d'un développement de Fourier.

Analyse globale des résultats

Le sujet est parfaitement calibré pour cette filière. Équilibré et progressif, il permet de valoriser à la fois les capacités à justifier une propriété et les compétences calculatoires.

Le découpage du sujet en deux parties indépendantes a permis aux candidats en difficulté sur le premier problème de rebondir efficacement sur le second.

Le niveau général est faible face à un sujet ne présentant pas de difficultés majeures et faisant appel à de nombreuses méthodes très classiques. Un grand nombre de candidats ont abordé beaucoup de questions même celles plus théoriques en deuxième partie. Mais trop d'erreurs inattendues sont commises. À cela s'ajoutent un manque de rigueur et de justifications.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Le jury a relevé trois erreurs qui apparaissent dans un grand nombre de copies.

- Au moins 30 % des candidats écrivent qu'une fonction est soit paire soit impaire.
- Au moins 40 % des candidats pensent que les séries numériques $\sum u_n$ et $\sum n^2 u_n$ sont de même nature. Le cours sur le rayon de convergence des séries entières, mal assimilé, introduit une confusion.
- Une fonction nulle en un point n'entraîne pas que sa dérivée soit nulle en ce point. L'erreur consistant à écrire « $f(0) = 0$ donc $f'(0) = 0$ » est très répandue (environ 40 % des copies). Les coefficients directeurs des tangentes en des points où f s'annule sont très souvent annoncées comme étant égaux à zéro. Dans les deux dernières parties du deuxième problème, beaucoup de candidats ont confondu les notations proposées avec la notation usuelle $F' = f$. Ainsi l'hypothèse $f(0) = 0$ devient $F'(0) = 0$.

Beaucoup de candidats lisent l'énoncé sans l'analyser et le comprendre. En **Q19** par exemple, ils s'emparent de l'indication « intégration par parties », comme d'une technique pour résoudre **Q17** alors que dans cette question l'hypothèse de dérivabilité de F n'est pas nécessaire.

À plusieurs reprises, l'énoncé annonce un objectif ou admet un résultat. Plusieurs candidats éprouvent une grande difficulté à distinguer les différents statuts des assertions du sujet.

Par exemple, la formule $\sum_{n=k}^{+\infty} \binom{n}{k} x^n = \frac{x^k}{(1-x)^{k+1}}$ est indiquée comme un objectif de la sous-partie I.A

et ne doit pas être admise avant la fin de **Q7**. Le paragraphe entre **Q28** et la sous-partie II.C énonce un résultat admis qui repose sur l'hypothèse $f(0) = f(1) = f''(0) = f''(1) = 0$. Ces égalités ne doivent pas être supposées vraies dans la suite mais bien vérifiées à chaque fois que ce résultat doit être appliqué.

La partie probabilité porte sur une expérience aléatoire construite en deux étapes. La formule des probabilités totales est attendue. Elle n'est citée et appliquée que dans de très rares copies.

Pour chaque question, il est possible de proposer un début de réponse à défaut de pouvoir répondre complètement. Cependant ces tentatives doivent toujours faire sens dans le cadre de ce qui est attendu. Par exemple, les questions de synthèse **Q36** ou **Q38** nécessitent d'avoir parfaitement compris les notations et la démarche proposées dans l'énoncé. Trop de candidats ne se sont pas appropriés les questions qui y conduisent et proposent des réponses peu rigoureuses.

Quelques candidats répondent à certaines questions en recopiant simplement l'énoncé ou par une simple phrase affirmative sans justification. Tous doivent être conscients que dans chaque réponse on attend un argument mathématique qu'il s'agisse d'une hypothèse de l'énoncé, d'un point de cours ou d'un résultat montré dans une question précédente.

Enfin le jury insiste sur la nécessité d'une numérotation rigoureuse des pages et des questions qui permette au correcteur de se repérer dans la copie.

Remarques par questions

Q1. Les nombreux candidats qui ont déterminé la limite du quotient, ont réussi cette question. D'autres candidats partant de l'équivalent $n + 1 \sim n$ ont enchaîné les erreurs.

Q2. On rappelle que la règle de d'Alembert pour les séries entières est hors programme. Les candidats qui l'ont appliqué ont eu moins de points que ceux qui ont justifié cette règle pour les séries numériques.

Q4. L'énoncé d'un théorème du cours est demandé, ce qui n'a été fait que dans un nombre très faible de copies.

Q5. On demande de démontrer la formule de Pascal. L'indiquer comme un élément du cours ou invoquer le triangle de Pascal ne suffisait pas.

Q6. La maîtrise de la manipulation des indices de sommation jouait un rôle déterminant dans cette question.

Q7. Cette question est l'objectif de la première sous-partie et permet de prouver une formule utile pour la partie probabilité du problème. Les candidats ne doivent pas l'utiliser pour répondre aux questions antérieures.

En ce qui concerne la récurrence, dans la mesure où l'énoncé demande de montrer une égalité pour tout $k \in \mathbb{N}$, il fallait initialiser au rang $k = 0$. Environ 20 % des candidats ont utilisé la propriété demandée lors de la phase d'hérédité.

Q8, Q9. 50 % des candidats reconnaissent une loi géométrique mais seul un tiers d'entre eux justifie cette loi. La plupart des candidats ont traité ces questions. Cependant 20 % d'entre eux citent les formules du cours alors que le sujet demandait de les recalculer. Le lien avec les fonctions S_1 et S_2 n'a quasiment

jamais été fait. Au mieux, le théorème de dérivation terme à terme est appliqué. L'appropriation de la formule énoncée clairement en préambule du problème n'a pas été effective.

Q12. Question peu abordée. La formule des probabilités totales est invoquée seulement dans les meilleures copies.

Q13. Certains candidats ont judicieusement justifié cette égalité par un argument théorique même si un calcul était attendu. Environ un quart des candidats oublie le terme d'indice 0.

Q14. Trop peu de candidats justifient correctement l'existence de l'espérance en invoquant une convergence absolue de la série en cause.

Q15, Q16. Les candidats qui ont abordé ces questions (50 % environ) connaissent la formule de transfert. L'existence de $E(X(X - 1))$, bien que non explicitement demandée, était attendue et permettait de conclure à l'existence de la variance de X .

Q17, Q18. Comme la question **Q19** suggère une intégration par parties, beaucoup de candidats jugent utile de l'utiliser dès **Q17** ou **Q18** alors qu'il ne s'agit pas d'une technique qui permet d'aboutir. En **Q17**, beaucoup de candidats raisonnent à l'aide d'arguments géométriques. Ceci a été accepté quand tous sont justifiés. Pour ceux qui ont tenté un changement de variable, trop peu l'ont mené à bien.

Q19. Dans la mesure où l'énoncé donne le résultat, il faut expliquer les étapes pour y parvenir, notamment justifier la nullité du crochet. Un nombre important de candidats font une distinction de cas selon la parité de F en oubliant qu'une fonction n'est pas forcément paire ou impaire.

Q20. Beaucoup de candidats confondent le résultat demandé avec celui relatif aux séries entières selon lequel $\sum a_n z^n$ et $\sum na_n z^n$ ont le même rayon de convergence, ce qui est sans rapport avec la question.

Seules les très bonnes copies énoncent et justifient la continuité de F' pour appliquer le rappel ii).

Q23. Pour cette inégalité classique, l'obtention des valeurs absolues a causé des difficultés à de nombreux candidats.

Q25. Il est demandé dans ce type de questions d'être très précis sur les raisonnements et résultats de cours utilisés. Le résultat de comparaison des séries à termes positifs est trop peu invoqué. Il en va de même pour celui sur la nature d'une série dont le terme général est une combinaison linéaire de termes généraux de séries convergentes.

Q26, Q27, Q28. Ces questions ont très peu été abordées alors qu'un raisonnement basé sur un dessin permettait de conclure. Les candidats qui répondent sans se référer à des transformations géométriques ne peuvent espérer aboutir. Par exemple, la phrase « on répète le motif » n'est pas suffisante.

Un grand nombre de candidats s'imaginent à tort que les égalités $f(0) = f(1) = 0$ entraînent que les tangentes en 0 et 1 sont horizontales, ce qui pose question quant à la maîtrise des notions de base du calcul différentiel.

Q29. Un raisonnement appuyé sur le contexte physique proposé pouvait convenir : la température aux extrémités de la barre, étant maintenue constante, ne varie pas, donc les dérivées temporelles aux extrémités s'annulent. Quelques candidats ont proposé ce raisonnement. D'autres, là encore imaginent que la dérivée d'une fonction nulle en un point est nécessairement nulle. Il s'agit au moins d'une lacune majeure dans l'apprentissage du cours d'analyse. Beaucoup de candidats gèrent très mal les deux variables de la fonction température.

Q32. Il s'agissait d'utiliser le résultat admis après **Q28**. Trop peu de candidats comprennent que les égalités $g_t''(0) = g_t''(1) = 0$ sont nécessaires à l'obtention de la classe C^3 du prolongement.

Q33. Cette question sans difficulté nécessite l'application du théorème de Dirichlet rappelé dans le sujet. Parmi les candidats qui ont traité cette question, les hypothèses ne sont pas souvent vérifiées.

Q35. Un grand nombre de candidats pensent qu'on peut dériver terme à terme un développement en série de Fourier sans hypothèse particulière.

Q37. 90 % des candidats ont bien répondu à cette question. Cependant quelques-uns se lancent dans la recherche d'une solution particulière après avoir résolu l'équation homogène.

Conclusion

La connaissance du cours et la maîtrise de méthodes de raisonnement et de calcul au programme permettent de rendre une très bonne copie. À cet égard, le sujet valorise fortement les candidats qui ont fait un effort d'apprentissage et d'assimilation du cours et des exercices-types.

Malgré un nombre croissant de très bonnes copies, le jury constate, comme chaque année, une certaine carence dans l'acquisition des connaissances de base du cours de mathématiques. Certaines notions fondamentales comme la dérivabilité ou la théorie des séries sont mal assimilées. La partie probabilité du programme est dans l'ensemble mal maîtrisée. Les lois usuelles doivent être parfaitement connues.

Nous conseillons de ne pas faire d'impasse sur le programme. Un travail régulier est nécessaire. Rappelons qu'apprendre et comprendre le cours reste essentiel. Il faut savoir aussi l'appliquer en s'entraînant à résoudre des exercices de difficulté progressive.

Mathématiques 2

Présentation du sujet

Les thèmes d'étude proposés dans cette épreuve permettent de balayer l'ensemble du programme d'algèbre linéaire et de calcul matriciel des deux années. Le sujet comprend deux parties indépendantes dans une large mesure. La première partie permet d'étudier le commutant d'une matrice dans des cas particuliers et dans le cas général de matrices diagonalisables. La deuxième partie propose l'étude d'un ensemble de suites récurrentes linéaires d'ordre 3 à l'aide des outils algébriques du programme.

Analyse globale des résultats

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Commentaires généraux

Compréhension du sujet

Le sujet comprend plusieurs exemples de matrices de taille 3, ce qui a aidé de nombreux candidats à l'appréhender. Il est néanmoins regrettable que de nombreux candidats se limitent aux questions calculatoires au détriment des questions plus théoriques alors même que beaucoup étaient abordables par des étudiants ayant une bonne connaissance du cours d'algèbre linéaire.

Cours

Les notions de sous-espace vectoriel, base, famille libre, famille génératrice, dimension, isomorphisme, bijectivité devraient être mieux maîtrisées par les candidats.

- La donnée d'une base était demandée à de nombreuses reprises dans le sujet. Rappelons que lorsque la dimension de l'espace vectoriel est inconnue il faut *démontrer* que la famille est libre *et* génératrice. Un autre résultat utile et que l'énoncé suggérait d'utiliser à plusieurs reprises est le fait que l'image d'une base par un isomorphisme est une base.
- Dans le même ordre d'idées, pour démontrer qu'une application est un isomorphisme entre deux espaces vectoriels dont on ne connaît pas les dimensions il faut démontrer sa bijectivité. On ne peut se contenter de l'injectivité lorsqu'on n'a pas encore démontré l'égalité des dimensions, ce qui était justement l'objectif de la question.
- La notion de matrice de passage est mal assimilée. La formule de changement de bases n'est pas souvent citée et ne semble pas bien connue.
- Certains candidats trouvent des espaces propres réduits au vecteur nul, ou des matrices de passage avec une colonne nulle.

Calculs

- Le calcul des déterminants et des polynômes caractéristiques est dans la plupart des cas bien réalisé. Les candidats pouvaient utiliser leur calculatrice, mais dans ce cas il faut le préciser dans sa copie et bien montrer que les définitions et formules sont connues.
- Il est indispensable de savoir mener un calcul faisant intervenir des paramètres comme coefficients d'une matrice.
- Il est inutile lorsque cela n'est pas demandé de calculer l'inverse des matrices de passage.

Raisonnement, rédaction, présentation

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

Détails sur certaines questions

I.A - Propriétés générales

Q3. Le jury attendait une récurrence.

Q5. Il fallait prendre garde à raisonner par équivalence (ou double implication) et non par simple implication.

Q6 et Q7. Les espaces de départ et d'arrivée ne sont pas les mêmes.

Q8. Le jury attendait le rappel de la définition d'un isomorphisme. Ici les questions précédentes permettaient d'affirmer que les applications étaient des bijections réciproques.

I.B - Quelques exemples en dimension 3

Cette partie a été abordée par quasiment tous les candidats. Les calculs d'éléments propres ont permis à la plupart de gagner des points.

Q11, Q15, Q22. Les candidats ont souvent donné une réponse sans justification. La démonstration du caractère libre et générateur de la famille était attendu ou l'emploi de l'image d'une base par isomorphisme.

Q21. Il y avait une erreur dans l'énoncé où le coefficient d devait être pris égal à 0. Seule la question **Q22** utilisait le résultat de cette question dans la suite du problème.

Q22. L'erreur de la question **Q21** n'a pas pénalisé les candidats dans cette question, le jury ayant uniquement tenu compte de la démarche logique mise en œuvre.

I.C - Commutant d'une matrice d'ordre n ayant n valeurs propres distinctes

Q24. On attendait un calcul détaillé en mettant en évidence le calcul des puissances d'une matrice diagonale.

Q25. Il était utile d'utiliser le noyau pour montrer l'injectivité. Le lien entre le nombre de racines d'un polynôme et son degré permettait de conclure.

Q26. Peu de candidats ont fait le lien avec la question précédente qui permettait de prouver la bijectivité et de conclure.

La fin de la partie permettait au candidat ayant suffisamment de recul de faire la synthèse des résultats précédents.

À noter que d'assez nombreux candidats ont bien traité **Q33** mais n'ont malheureusement pas conclu à l'égalité des ensembles par double inclusion.

II Suites récurrentes linéaires d'ordre 3

Q36. Une démonstration par récurrence était attendue pour la relation $U_n = G^n U_0$.

Q40. C'est en démontrant que φ est un isomorphisme qu'on pouvait conclure que la dimension de F vaut 3.

Q41. Il fallait encore utiliser l'image d'une base par isomorphisme.

Q44. Il ne fallait pas oublier de prouver que les suites étaient éléments de l'espace vectoriel et d'utiliser le calcul du déterminant défini en **Q41**.

Conclusion

Ce sujet a permis d'évaluer la maîtrise de la plupart des notions d'algèbre linéaire au programme. De nombreuses questions faisant appel aux définitions et aux méthodes du cours ont permis à ceux des candidats ayant des connaissances solides du cours de se distinguer.

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

Cette épreuve s'intéresse à quelques aspects du fonctionnement d'un méthaniseur ou réacteur à biogaz. Elle aborde différentes parties du programme des deux années de la filière.

Dans un premier temps, le sujet aborde une modélisation électronique d'un pH-mètre et la régulation du pH. Dans une autre partie, on étudie la cinétique de décomposition du substrat dans le digesteur anaérobie. Enfin, on s'intéresse à la valorisation énergétique des biogaz, avec la production de chaleur et la cogénération par centrale à vapeur.

Analyse globale des résultats

Le sujet comporte 46 questions dont 12 en chimie. Aucune partie n'a été délaissée que ce soit en chimie ou en physique. La progressivité du sujet, sur des thèmes variés du programme, a permis à de nombreux candidats d'aborder toutes les parties.

La partie la plus sélective a été la thermodynamique qui concernait un tiers des questions. Le jury a vu quelques excellentes copies couvrir la quasi-totalité du sujet et arriver aux conclusions sur l'intérêt de la cogénération.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

De manière générale

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

La rédaction, les explications et la présentation constituent la première image que donnent les candidats aux correcteurs. Il est important de se préparer sur ce plan durant l'année.

Les résultats doivent être encadrés.

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

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

Le jury constate que la grande majorité des candidats présente convenablement les résultats du point de vue des chiffres significatifs.

Partie I

Q1 et Q2. Le diviseur de tension est en général mal appliqué.

Q3. Les candidats reconnaissent sans difficulté le montage suiveur.

Q4. Le spectre est très souvent faux. Il manque, la plupart du temps, la composante continue.

Q4. L'analyse du filtre est correctement traitée.

Q6 et Q7. Plutôt bien traitées malgré quelques confusions sur le gain confondu avec le gain en décibels.

Q8. La pulsation de coupure pose quelques difficultés aux candidats.

Q9 et Q10. Le diagramme de Bode est bien construit.

Q11. Question peu traitée. Les candidats ont des difficultés à expliquer quantitativement l'action du filtre tant sur l'amplitude que sur le déphasage.

Q12 et Q13. Des confusions sur la nature acide ou basique des espèces.

Q14 à Q16. Le comparateur est bien compris.

Q17 à Q19. Le potentiel V^+ apparaît dans beaucoup de copies. Des erreurs sont à regretter sur U_b^+ et U_b^- . La construction du cycle, quand il est juste, n'est pas souvent bien expliquée.

Partie II

Q20. Beaucoup de candidats ignorent ce qu'est un catalyseur.

Q21. Question de cours.

Q22 à Q24. Il ne faut surtout pas oublier l'unité de k .

Partie III

Q25 à Q27. Questions assez bien traitées, même si les justifications sont parfois mal exposées.

Q28 et Q29. Questions les moins abordées. Peu de candidats parviennent à trouver la température maximale.

Q30. Beaucoup de confusion sur les signes des grandeurs et donc sur la nature du cycle La suite est alors traitée de manière inexacte.

Q31 à Q34. Souvent justes quand le candidat a réalisé qu'il s'agit d'un cycle moteur.

Q35. La transformation isentropique $3 \rightarrow 4$ est mal représentée.

Q36 à Q38. L'utilisation du premier principe est assez bien appréhendée.

Q39 à Q42. La liquéfaction et le calcul de la fraction massique de vapeur pose des difficultés. Il en est de même pour les bilans d'entropie.

Q43. Peu de candidat mettent en perspective le résultat obtenu.

Q44 à Q46. En fin d'épreuve, ces questions sont rarement abordées, même si certains candidats arrivent à synthétiser correctement l'intérêt de la cogénération.

Conclusion

Le jury note une amélioration de la présentation des copies.

Il faut absolument soigner la rédaction des questions classiques et proches du cours. Elles sont toujours valorisées dans le barème de l'épreuve.

Un temps de relecture peut permettre d'éviter les oublis préjudiciables d'unité.

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

Cette épreuve rassemble quelques problématiques physico-chimiques autour du pétrole : de la détection d'une nappe dans le sol par analyse gravitationnelle (partie III) au transport de celui-ci par l'oléoduc BTC dont on évalue les pertes par viscosité et leur compensation énergétique par des stations de pompage et de relaying (partie I) puis les risques de détérioration mécanique et chimique (partie II).

Ce sujet fait la part belle à la mécanique enseignée en TSI dans le cours de physique puisqu'il évaluait pêle-mêle aussi bien les connaissances sur la résistance à l'écoulement d'un fluide visqueux et ses compensations de perte de charge, les actions mécaniques subies par un oscillateur dans une chaîne de ses semblables (sismique), l'obtention de l'équation différentielle du mouvement d'un pendule incliné (par les grandeurs énergétiques) ou encore le champ de force gravitationnel d'une couche de pétrole. Il convoque également des connaissances du cours de chimie relatives à la corrosion et à la protection d'une conduite d'acier. Il permet enfin d'investir pertinemment les bases du cours d'optique interférentielle à propos d'une méthode interférométrique d'accélérométrie.

Analyse globale des résultats

Même si l'épreuve teste majoritairement des compétences du thème de la mécanique du programme officiel de ces classes, elle se décompose clairement en 6 parties indépendantes. Les candidats avaient donc le loisir de repérer et résoudre les questions qui leur semblaient les plus abordables et de faire la preuve de leur maîtrise dans des modélisations physiques variées.

L'évaluation numérique des paramètres de l'écoulement visqueux (partie I), l'interprétation qualitative de la protection électrochimique de la conduite face à la corrosion (sous-partie II-A) et l'étude qualitative puis quantitative de l'anomalie gravitationnelle locale due à la présence d'une couche souterraine de pétrole (sous-partie III-A) ont permis aux candidats d'amasser l'essentiel de leurs points.

Les étudiants qui ont pris un net avantage sont clairement ceux qui ont justifié proprement :

- l'obtention de la résistance hydraulique de la partie I ;
- l'expression des forces subies à droite et à gauche du n -ième oscillateur dans la chaîne modélisée dans la sous-partie II-B ;
- l'identification et l'estimation de la constante de raideur équivalente (**Q28** sous-partie II-B) ;
- l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur fonction des angles θ et α (partie III-B) ;
- l'expression de la périodicité du mouvement pendulaire fonction de α (sous-partie III-B) ;
- les équations horaires d'une masse en chute libre (sous-partie III-C).

Le jury a donc été surpris de la faiblesse générale observée dans les démonstrations d'expressions littérales sur des systèmes mécaniques (élongations relatives à l'équilibre, projections, intégrations, logique et argumentation rédactionnelle...). Que les futurs candidats soient bien conscients qu'une réponse binaire ou une proposition d'expression littérale sans justification ne leur apportera jamais le moindre point si l'intitulé de la question n'est pas « Donner... ».

Les sciences physiques ne se résument pas à l'habileté au calcul littéral, ainsi les applications numériques de début d'épreuve permettent de tester d'emblée le sens des ordres de grandeur des candidats sur des

valeurs de vitesse, de débit, de pression et de puissance. Il semble utile de préciser que toute valeur aberrante impose la recherche de l'erreur numérique.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

I Étude de l'écoulement du pétrole dans l'oléoduc

Q1 à Q3. Confusion sur les vitesses débitantes demandées (« prévue » en moyenne en régime établi en **Q2** puis « lors de la première injection » en **Q3**). Erreurs de conversion de seconde en jour ou de litre en mètre cube. Ordres de grandeur aberrants.

Q4. Signaler clairement la différence entre le modèle de fluide parfait et les fluides réels visqueux. Invoquer de « grands » frottements ne signifie rien. Faire remarquer que la figure 2 du profil utilise cette condition aux limites n'a rien d'une justification.

Q5. Expressions des forces de pression erronées ou confusion entre les surfaces concernées par les contraintes (normale, tangentielle). Des vitesses sont parfois assimilées à des forces !

Q6. Attention : une particule de fluide peut accélérer dans un écoulement stationnaire. L'argument n'est pas suffisant.

Q7. Certains ont vu étrangement une solution exponentielle à l'équation différentielle donnant $v(r)$.

Q8. Le calcul de débit par intégration a rarement été mené à terme (jusqu'à obtention de R_H).

Q9. Les interprétations sont souvent erronées.

Q10. Un nombre important de copies pose comme point de départ la forme locale de l'équation de la statique des fluides sous le seul effet de la pesanteur alors que l'on s'intéresse à une perte de charge par viscosité dans une conduite horizontale.

Q12. Fréquentes erreurs de signe ou d'unité.

Q14. Absence de réflexion sur la pression minimale qui conduit la grande majorité à conclure à la nécessité de 6 stations au lieu de 5. Des valeurs parfois totalement aberrantes.

Q15. C'est un commentaire sur l'ordre de grandeur de la puissance obtenue qui est attendu, par exemple au moyen d'une comparaison.

II.A - Protection contre la corrosion

Q17. Une justification du positionnement latéral relatif des domaines de prédominance (ou d'existence) de la forme acide et de la forme basique d'entités de même nombre d'oxydation pour le fer est exigée. On rappelle à ce propos que le « pH d'une espèce acide ou basique » n'a aucun sens, le pH quantifie une propriété de solution aqueuse.

Q20. On ne peut pas faire une généralité de la polarité d'une cathode (ou d'une anode) : cela dépend du fonctionnement de l'ensemble (pile ou électrolyse). Une cathode est le lieu d'une réduction (globale) = les électrons arrivent toujours du circuit électrique extérieur vers la cathode = le courant électrique arrive toujours du circuit électrique extérieur vers l'anode.

Q23. Attention : des électrons « libres » ne peuvent pas migrer dans une solution aqueuse.

II B - Risque sismique

Q24. Forces de rappel à droite et à gauche majoritairement fausses ou injustifiées.

Q25. Termes de « pulsation spatiale » ou encore « norme du vecteur d'onde » largement inconnus.

Q26. Un manque de rigueur dans l'utilisation de la notation complexe.

Q28. La section à prendre en compte est celle d'un cylindre creux et non la section de la conduite avec son contenu. Signalons que cette question « non-guidée » était largement valorisée : autant que l'ensemble des questions 27, 29, 30 et 31 réunies.

Q30. Les estimations graphiques sont exigées pour les 3 paramètres, les étapes de calcul et les mesures numériques préalables à l'estimation doivent donc apparaître sur la copie.

Q31. Penser à la cohérence entre les valeurs et à la cohérence d'ordre de grandeur.

III A - Estimation de l'anomalie gravitationnelle

Q32. Être attentif à l'énoncé : on demande l'action de B sur A . Confusions fréquentes entre vecteurs et projections scalaires.

Q33. Une analogie n'est pas une égalité.

Q35. Surface fermée de Gauss d'intégration du flux à définir très précisément ainsi que sa décomposition en plusieurs surfaces. Le résultat littéral étant donné, il convient de faire preuve de beaucoup de rigueur dans la démonstration.

Q36. Absence quasi systématique de justification rédactionnelle par le principe de superposition.

III B - Mesures des variations au pendule pesant

Q37 et **Q38.** L'expression de l'énergie potentielle est souvent donnée sans justification, cette démarche est peu valorisée. Obtention de l'équation différentielle parfois sans aucune rigueur ou parfois « hors-sujet » lorsque le candidat utilise le théorème du moment cinétique scalaire alors qu'une démonstration énergétique était exigée.

Q39. Confusions entre T et T_0

Q40. Quasiment aucun candidat ne pense à dériver (ou différentier) l'expression pour estimer la sensibilité.

III C - Méthode interférométrique

Q42. La condition de synchronisme (isochronisme) est connue. L'explication de la cohérence des trains d'onde un peu moins. Certains s'égarent dans les conditions de Gauss de l'approximation de l'optique géométrique.

Q43. La majorité des copies ayant traité cette question cherche curieusement à exprimer $z(t)$ en fonction de $\Delta\varphi$! Relation donnée dans l'énoncé !

Q45. La notion d'ordre d'interférence n'est manifestement pas maîtrisée par la quasi totalité des candidats : presque personne n'a pu finaliser l'estimation de g .

Conclusion

La correction des copies de cette épreuve a mis en évidence d'importantes lacunes des étudiants de TSI dans le domaine de la mécanique du point matériel au programme de physique de cette filière.

Pourtant ce thème est l'occasion idéale de faire preuve de sens commun.

Le jury encourage donc les étudiants à se donner plus de repères en matière d'ordre de grandeur pour éviter de proposer des résultats aberrants, à travailler les projections vectorielles, à schématiser davantage pour alléger la rédaction et surtout à éviter de penser que les sciences physiques se limitent à un catalogue de formules littérales.

Les candidats doivent être particulièrement attentifs à la qualité de la rédaction, notamment sur le plan de la syntaxe et de la logique. Ce point est aussi pris en compte dans l'évaluation globale de la copie.

Dans cette épreuve, nous avons été toutefois rassurés sur la compréhension de certaines connaissances de base (comme la chimie de l'oxydo-réduction, les invariances par opérations de symétrie ou encore les conditions d'interférences). Quelques copies étaient également de très bonne qualité.

Sciences industrielles de l'ingénieur

Présentation du sujet

Le support de l'épreuve 2021 concerne l'étude des performances de la base TC200, conçue par Tecdron. Il s'agit d'un chariot dont la mise en mouvement est effectuée notamment par quatre roues holonomes motorisées, supportant un bras de robot collaboratif de vissage automatisé de pièces d'avionique dans une carlingue. Ce sont les exigences associées au déplacement de la base TC200 qui sont validées dans ce sujet.

La première partie du sujet permet de valider la structure de la base TC200, notamment les consignes cinématiques à imposer au niveau des quatre motorisations pour suivre une trajectoire de consigne de la base définie dans le plan de mouvement. Cette partie valide aussi le dimensionnement de l'articulation de l'essieu avant, rendu mobile par rapport au châssis pour limiter l'hyperstatisme de la structure.

La seconde partie permet de valider le choix des machines, des contrôleurs et capteurs associés. La base TC200 étant pilotée de manière globale en vitesse, cette partie s'intéresse aux performances du contrôle interne du couple — et donc du courant — pour chaque moteur synchrone brushless. Elle fait notamment appel à des résultats de simulation d'un modèle multiphysique d'un moteur.

La troisième partie a pour objectifs de justifier ou de mettre en place un modèle dynamique de la base TC200, dont chaque motorisation est asservie en vitesse, pour que la base suive au mieux les consignes de vitesse. Les hypothèses de simplification du mouvement à un mouvement de translation permettent de limiter la complexité des lois de mouvement.

La quatrième partie, utilisant les modèles mis en place précédemment, permet de simuler le suivi d'une trajectoire de consigne, compte tenu du réglage des asservissements de vitesse de chaque motorisation. Les perturbations influençant nettement la précision du positionnement à chaque poste de vissage, la nécessité d'un asservissement global en position de la base TC200 par des capteurs externes est mise en évidence. La conclusion de l'étude permet de justifier que le robot de vissage doit être équipé de sa propre commande en position par caméra pour satisfaire les exigences de précision dans la mise en position des vis.

Analyse globale des résultats

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

À nouveau cette année, le jury note que les questions de synthèse sont très rarement traitées et que les candidats ont encore des difficultés à analyser correctement les résultats de simulation fournis en fin de sujet. Ces derniers permettent pourtant de conclure par rapport aux exigences présentées en début de sujet et à la problématique.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Une erreur typographique sans conséquence était présente dans le tableau 1 puisque la roue 40 est la roue arrière droite (et non gauche). Dans la mesure où seules les relations au niveau de la roue 10 faisaient l'objet d'un questionnement spécifique et que le modèle cinématique d'une des motorisations est rappelé figure 17, cette erreur typographique a été sans conséquence.

Questions 1 à 6 : analyse de la solution de déplacement de la base TC200

Les fonctions classiques (traiter, acquérir puis moduler, transmettre et agir) des constituants de la chaîne fonctionnelle d'une des motorisations sont mal connues des candidats. De plus, de nombreux candidats ont eu des difficultés pour s'approprier la structure. L'analyse de l'hyperstatisme des deux modèles proposés de la base TC200 est décevante. Les contacts entre les rouleaux des roues holonomes et le sol sont la plupart du temps omis, les mobilités ne sont pas correctement énumérées. Le jury note des calculs de degré d'hyperstatisme d'un modèle conduisant à des résultats négatifs non remis en cause par les candidats. Le jury conseille aux candidats de s'appuyer sur un graphe des liaisons correctement effectué au préalable.

L'hypothèse de roulement sans glissement demandée est rarement évoquée, le jury regrette que les candidats évoquent plus souvent des hypothèses de système à l'arrêt, de problème plan ou de liaisons parfaites pour justifier les deux relations cinématiques proposées, liant les vitesses de la base aux vitesses de rotation d'une des roues motorisées. Si le modèle inverse permettant d'exprimer les paramètres « articulaires » (vitesses angulaires des roues) à partir des paramètres cinématiques du châssis est bien compris, le modèle direct est moins bien abordé car il repose sur l'analyse précédente de l'hyperstatisme et sur la redondance des équations.

La lecture d'un graphe d'états permettait de tracer une trajectoire de consigne type pour ce robot. Le jury constate qu'une très grande majorité de candidats n'aborde pas cette question. Pour les rares candidats ayant abordé cette question, elle est souvent correctement traitée en dehors d'un non-respect de l'échelle du document réponse.

Questions 7 à 10 : validation du dimensionnement de l'articulation de l'essieu avant

Le dimensionnement de l'articulation de l'essieu avant, nécessaire à la réduction de l'hyperstatisme, fait appel aux modèles de flexion en résistance des matériaux : flexion plane simple et flexion pure. Le jury note des problèmes de signe, des confusions entre résultante et moment et l'absence de vérification de l'homogénéité des expressions proposées par certains candidats.

Questions 11 à 15 : validation des machines et des contrôleurs

Le jury remarque des confusions entre nombre de paires de pôles et nombre de pôles. La relation entre la vitesse de rotation du moteur et la pulsation des courants statoriques est mal connue.

L'écriture de la loi des mailles en notation complexe a souvent posé problème. En prenant appui sur le diagramme de Fresnel, un nombre trop important de candidats ne parvient pas à justifier correctement l'intérêt d'opter pour un angle $\Psi = 0$. De nombreux candidats n'ont pas réussi à utiliser le diagramme de Fresnel pour déterminer les grandeurs demandées, avec notamment des confusions entre la force électromotrice et la tension d'alimentation.

Les candidats ne parviennent pas à prendre encore suffisamment de recul par rapport aux courbes simulées par le modèle multiphysique pour justifier et repérer le couple résistant variable à l'origine du phénomène de baisse de la vitesse et d'augmentation de l'intensité du courant. Dans l'exploitation des courbes simulées, il y a une confusion entre amplitude et valeur efficace.

La validation du codeur incrémental choisi par rapport à la fréquence maximale du signal entrant dans le contrôleur est trop rarement abordée.

Questions 16 à 18 : étude de la boucle de courant

De nombreux candidats traitent correctement cette partie. Le jury regrette néanmoins que certains candidats ne parviennent toujours pas à passer du domaine temporel au domaine symbolique de Laplace pour trouver des fonctions de transfert, et qu'il reste des grandeurs physiques dans les fonctions de transfert proposées, voire la variable temporelle t . Dans le cadre de l'asservissement de courant, le sujet propose de déterminer la fonction de transfert $I_q(p)/V_q(p)$ alors que certains candidats déterminent la FTBF $\Omega_m(p)/V_q(p)$ en raison d'une mauvaise lecture de l'énoncé et de l'application sans réflexion de la formule de Black.

Questions 19 à 21 : commande particulière étudiée dans le cas de la translation

Cette partie a pour objectif de lier les efforts tangentiels exercés par le sol sur les rouleaux aux paramètres du mouvement à l'aide des théorèmes généraux de la dynamique dans le cadre simplifié du mouvement de translation du châssis par rapport au sol. La justification du modèle d'action mécanique du sol sur les rouleaux est incomprise par la plupart des candidats, qui, au lieu d'appliquer le théorème du moment statique au rouleau selon l'axe de la liaison pivot rouleau-roue, proposent des justifications incohérentes. La confusion entre action mécanique et mouvement est à souligner. Dans cette partie, où les hypothèses clairement énoncées suppriment la rotation du châssis par rapport au sol, certains candidats font apparaître cette vitesse de rotation dans leurs expressions ce qui montre une mauvaise lecture des hypothèses et de l'énoncé. Le jury rappelle ici que les théorèmes généraux de la dynamique se décomposent en deux : théorème de la résultante dynamique (en projection selon un ou plusieurs axes à définir), théorème du moment dynamique (en un point et en projection selon un ou plusieurs axes à définir). Le jury regrette l'application beaucoup trop vague du principe fondamental de la dynamique.

Questions 22 à 24 : équation du mouvement pour chaque motorisation

Dans le cadre de cette modélisation comportant deux degrés de liberté en translation, il est surprenant que la plupart des candidats envisage d'utiliser le théorème de l'énergie cinétique ; seul le théorème du moment dynamique appliqué à l'ensemble (roue+rouleau), en un point de son axe et en projection selon l'axe de rotation de la roue permet de justifier l'expression proposée. C'est l'utilisation de l'ensemble des modèles mis en place précédemment qui permet alors d'exprimer le moment d'inertie équivalent d'une motorisation, dans lequel apparaît le rapport de réduction au carré.

Le jury conseille aux candidats de valider leur résultat en le comparant aux expressions usuelles qu'ils ont obtenues dans l'année car il est impossible de voir apparaître un rapport de réduction qui n'est pas au carré dans l'expression du moment d'inertie équivalent d'une chaîne de motorisation.

Questions 25 à 30 : étude de l'asservissement en vitesse d'un moteur

Cette partie est généralement bien traitée dans la mesure où, après simplification de la boucle de courant interne, la fonction de transfert en boucle fermée de l'asservissement de vitesse est un système du premier ordre. Seul le gain (unitaire) de cette fonction de transfert pose quelques soucis puisque certains candidats ont omis le gain K_{cod} dans la chaîne directe. Le jury note néanmoins des confusions sur la justification de la stabilité et la valeur de la marge de phase. Il est ainsi surprenant de voir que la stabilité se justifie par la présence d'un intégrateur dans la boucle ouverte. Il apparaît là une confusion entre stabilité et précision dans certaines copies.

L'identification de la FTBO de type intégrateur à partir du diagramme de Bode fourni pose des soucis car la lecture du diagramme de gain et de ses échelles n'est pas acquise. La pulsation de l'intégrateur est souvent confondue avec le gain pour la plus petite pulsation du diagramme de gain.

Questions 31 à 33 : validation des performances du suivi de trajectoire

Il s'agit ici de relever et de valider les performances de la base TC200 à partir de courbes simulées. L'écart de trajectoire est un scalaire qui se base sur la norme de l'écart de position entre la trajectoire de consigne et la trajectoire réelle. Il est surprenant de trouver dans les copies des expressions non scalaires de cet écart. De plus, il est possible de valider l'écart en régime permanent à chaque poste de vissage en analysant le comportement des courbes à l'arrivée au poste de vissage. Cet écart est nul en l'absence de perturbation et trop important dans le cas de l'introduction d'une perturbation. Les candidats confondent souvent l'écart en régime permanent (à l'arrivée au poste de vissage) et l'écart dynamique à chaque instant entre la trajectoire de consigne et la trajectoire réelle. Le jury note aussi des réponses non justifiées par une référence précise aux courbes de simulation fournies.

Quelques solutions technologiques intéressantes permettant de réduire l'écart en présence de perturbations ont été proposées par les candidats.

Questions 34 : conclusion

Le jury note que les candidats éprouvent des difficultés à faire une synthèse de la démarche utilisée dans le sujet pour vérifier l'exigence de positionnement de la base TC200, mise à mal par la prise en compte des perturbations. La conclusion permettait de justifier la présence d'un contrôle par caméra de la position du bras manipulateur implanté sur la base TC200 pour le vissage des vis dans la carlingue pour suppléer le manque de précision de la base TC200 par rapport au sol. Très peu de candidats ont évoqué cette présence, justifiant qu'une précision de 1 cm était suffisante pour le positionnement de la base TC200. Certaines justifications sont d'ailleurs surprenantes, ce qui montre un manque de lecture de l'énoncé.

Conclusion

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

Informatique

Présentation du sujet

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

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

Le problème envisage successivement :

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

Analyse globale des résultats

Le sujet était complet mais relativement long. Les questions de la première partie ont été globalement relativement bien traitées. Celles liées à la géométrie ont posé des soucis à un certain nombre de candidats mais elles n'étaient pas bloquantes pour la suite du sujet. Les étudiants allant jusqu'aux questions algorithmiques ont pu montrer leur capacité à implémenter des algorithmes. Le sujet a permis un étalement convenable des notes et d'identifier les bons candidats malgré un nombre important de copies très faibles.

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

Si les bases du langage Python (syntaxe, indentation, valeurs de retour, ...) semblent assez bien maîtrisées, certaines erreurs persistent comme le sens de l'affectation (qui n'est pas une égalité mathématique).

La base d'une requête du langage SQL (`SELECT ... FROM ...`) est globalement acquise mais cela ne suffit pas pour réaliser la plus part des requêtes du sujet qui nécessite l'utilisation de `COUNT`, `GROUP ... BY ...` ou de réaliser des jointures.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Q1, Q2, Q3 et Q4. Beaucoup trop d'étudiants ne réutilisent pas les fonctions qu'ils ont réalisés dans les premières questions. C'est à la fois une perte de temps pour eux et un indice qu'ils ne maîtrisent pas la programmation.

Q5. Attention à ne pas décrire ligne à ligne les fonctions mais à prendre le recul nécessaire pour expliquer ce que font les fonctions.

Q8. Attention au type de retour attendu.

Q9. Accompagner l'explication géométrique d'un schéma aide à lever les ambiguïtés.

Q12. La connaissance des opérations sur les tableaux `numpy` simplifie l'implémentation.

Q14, Q15, Q16 et Q17. Il est important de savoir faire plus que `SELECT ... FROM ...`, pour répondre aux questions liées à SQL. Attention aux colonnes attendues en retour d'une requête. La clause `GROUP ... BY ...` n'est pas maîtrisée.

Q21, Q22, Q25, Q27 et Q29. Une étape indispensable pour bien réaliser ces questions est de savoir identifier qu'elles sont les types de valeurs de retour attendues et d'être capable d'initialiser correctement les valeurs renvoyées.

Q23, Q24 et Q28. les résultats de complexité doivent être justifiés.

Conclusion

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

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

Allemand

Présentation du sujet

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

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

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

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

Analyse globale des résultats

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

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

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

L'évaluation a, sans surprise, pris en compte l'analyse détaillée de tous les documents, la formulation d'un titre informatif et précis, qui ne se limite pas à constater de vagues problèmes ou de vagues défis,

d'une problématique englobant l'ensemble des documents, la proposition d'une synthèse structurée et l'interaction entre les documents. Si les registres lexicaux sollicités étaient dans l'ensemble bien maîtrisés, le jury regrettera néanmoins dans certaines copies une tendance, heureusement en régression, à abuser de la citation, à s'abstenir de reformuler, ce qui va à l'encontre des recommandations faites aux candidats. Une synthèse n'est pas une paraphrase ni un collier de citations. L'incorrection grammaticale, dans la mesure où elle nuit à l'articulation logique des arguments et à la réception globale du message, a été également sanctionnée, le critère principal étant ici l'intelligibilité. Dans l'ensemble, la méthode de la synthèse semble désormais être maîtrisée par la majorité des candidats. Toutefois certains candidats se limitent à une apparence de structuration, à une simulation d'enchaînement ordonné, à un simulacre d'interaction. Ils sont invités à prendre confiance en leurs capacités à se plier à ces contraintes naturellement, et de ce fait aussi à faire confiance au sujet qui rend possible le déploiement sans artifice de toutes ces compétences.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La synthèse et sa méthode

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

Pour mémoire, la synthèse exclut tout commentaire. Les candidats sont donc invités à ne pas se laisser aller à un commentaire personnel, aussi pertinent soit-il, que ce soit dans l'introduction ou dans la conclusion. Le titre devait renvoyer à l'ensemble du corpus et non à un aspect saillant d'un des documents. On se doit de proscrire les titres « passe-partout » et les titres qui ne font pas sens à force de vouloir être accrocheurs. Les jeux de mots ont rarement l'efficacité voulue et il convient de rester prudent. L'introduction est la première démarche de la synthèse et se distingue de l'introduction à un commentaire composé. Il convient d'y présenter brièvement les sources, à condition de les caractériser, c'est-à-dire d'en donner la nature et d'en dégager aussitôt l'argument principal. Ceci présente l'avantage de renforcer l'intelligibilité de la synthèse qui suit. Il est en outre attendu de bien définir la problématique générale dans l'introduction. Elle se doit de prendre en compte l'ensemble des documents et les candidats doivent s'efforcer de prendre du recul pour ne pas proposer de problématique partielle ou biaisée. Il faut en outre se garder de toute contextualisation abusive dans l'introduction. Ainsi les considérations sur les théories du complot à l'heure du coronavirus étaient-elles inopportunes. Les candidats ont ensuite le choix : soit présenter les axes de leur synthèse en fin d'introduction, soit se contenter de bien marquer au cours de leur développement tout changement de perspective, à condition que ces changements ne soient pas abrupts mais respectent et marquent une logique de progression. Surtout, l'introduction ne doit pas être trop gourmande en mots, ce qui conduirait à déséquilibrer l'ensemble.

Il va de soi que la structuration de la synthèse gagne à être subtile et à dépasser les constructions convenues du type problèmes-causes-solutions ou avantages-inconvénients-synthèse ou phénomène-conséquences-dangers. Là aussi certains candidats relèvent le défi tandis que d'autres se réfugient dans des schémas préconçus, ce qui les conduit souvent à se répéter. La synthèse se doit aussi de bien hiérarchiser les éléments de l'argumentation et de ne pas négliger les éléments qui nuancent les constatations générales.

Parmi les arguments qui ont parfois été négligés cette année :

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

Conclure n'est pas une obligation absolue. S'il s'agit de répéter ce qui a déjà été dit ou de glisser un commentaire personnel, mieux vaut s'abstenir. Mais s'il s'agit de finir par un élément particulièrement convaincant, tiré d'un des documents, ou de clore la synthèse par une phrase percutante, c'est-à-dire de produire un effet de conclusion, c'est tout à fait bienvenu.

La synthèse et les compétences linguistiques qu'elle mobilise

La qualité de la langue et la capacité de reformulation sont évidemment des critères très importants et vont souvent de pair avec la pertinence de la synthèse. De façon générale, il est impératif de rester exigeant quant à l'usage de la virgule, qui n'est pas une convention superflue, mais dont l'usage est absolument nécessaire pour garantir l'intelligibilité immédiate du propos. L'introduction, la présentation éventuelle des documents et la problématisation mobilisent également un lexique spécifique (dates, sources, interrogation indirecte, hiérarchisation, marqueurs logiques et chronologiques, etc.). Trop de candidats ne maîtrisent pas correctement des termes aussi courants dans ce type d'exercice que *das Bild (-er)*, *der Artikel (-)*, *die Gefahr (-en)*, *das Problem (-e)*. La synthèse et l'enchaînement ordonné supposent aussi un entraînement à la formulation de l'opposition, du parallélisme, du paradoxe, du constat de faits. Il convient enfin de ne pas faire de fautes sur des mots donnés dans le sujet comme par exemple les titres ou les sources des documents.

Les candidats sont également encouragés à viser la correction morphologique et syntaxique, dont l'absence ne saurait être compensée par une bonne compréhension ou une synthèse habile. On ne peut ici que renvoyer aux rapports précédents et insister sur les lacunes principales constatées cette année : accord sujet/verbe, place du verbe conjugué dans la principale, la subordonnée et l'indépendante, construction du complément du nom, construction du passif, déclinaison du groupe nominal, cas régis par les prépositions, usage du comparatif, etc.

Conclusion

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

Anglais

Présentation du sujet

L'année 1969 marque l'événement du premier pas de l'homme sur la Lune, qui est célébré cette même année par deux des documents qui composent le dossier, à savoir un éditorial de *The Economist* et la chanson de David BOWIE, *Space Oddity*. Cinquante ans plus tard, le dessin de presse de Dave GRANLUND représentant un Neil ARMSTRONG désabusé face à deux touristes qui s'apprêtent à embarquer à bord d'une navette spatiale d'une compagnie privée, ainsi qu'un second éditorial de *The Economist*, qui revient sur celui de 1969, viennent mettre en perspective ce désir effréné de conquête de l'espace et s'interrogent sur le sens même de l'exploration spatiale. Les quatre documents soulèvent les enjeux suivants : comment l'exploration spatiale a-t-elle évolué au cours de ces cinquante années ? Que signifie, de nos jours, la conquête spatiale ? L'analyse du dossier, riche et complexe, explore plusieurs axes de réflexion parmi lesquels l'évolution du coût de la conquête spatiale et ses retombées économiques, ceux qui participent à cette exploration, notamment les acteurs publics et privés, les démonstrations de pouvoir et les inéluctables enjeux géopolitiques qui y sont liés ou encore la démocratisation de l'espace. Qu'il s'agisse de 1969 ou de 2019, tous les documents, chacun à sa manière, proposent une critique nuancée du sujet. Les points de vue de chaque auteur, une fois mis en parallèle et confrontés, témoignent des ambitions et espoirs suscités par la conquête spatiale, mais également des déconvenues et échecs qui en découlent.

Analyse globale des résultats

Rares ont été les copies blanches. Les candidats ont généralement été inspirés par le sujet.

Dans l'ensemble, la méthode a été respectée. Cependant, les documents artistiques ont été généralement très mal compris, voire pas du tout.

La richesse linguistique a été plutôt limitée et de nombreux barbarismes ont été relevés. La plupart des candidats ne maîtrisent pas la forme interrogative.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le titre

Le titre doit apparaître au tout début du devoir, certains candidats l'ont, de façon étrange et illogique, placé à la fin.

Le titre doit être clair et informatif. Quelques bons titres ont été proposés comme par exemple *The evolution of space exploration* ou *From the moon landing to space tourism*. Il est déconseillé d'inventer des titres trop originaux dont les jeux de mots ne renseignent pas sur la thématique précise du dossier, comme par exemple *To infinity and beyond!*

Le titre et la problématique doivent être distincts. C'est pourquoi il n'est pas conseillé de formuler son titre sous forme de question puisqu'il ne s'agit pas de problématiser à ce stade mais d'indiquer simplement la thématique du dossier. Le titre doit inclure tous les enjeux du dossier et ne pas se concentrer sur une seule question. *Space tourism* par exemple est trop ciblé. À contrario, *Space technology* est trop général.

Introduction et problématisation

L'introduction doit commencer avec une ou deux phrases d'amorce qui sont une entrée en matière objective. Par exemple, des accroches telles que *The dream of living in space is becoming real, even more today*

with the growing number of private investments by a new generation of young entrepreneurs, ou More than fifty years ago Armstrong and Aldrin set foot on the Moon. What if it became an ordinary thing in the next fifty years? permettent de contextualiser le dossier. Les informations extérieures au dossier sont à proscrire, même si la tentation était grande sur ce sujet cette année : à l'heure où les candidats composaient leur épreuve d'anglais, Thomas PESQUET quittait la terre pour rejoindre la station spatiale internationale.

La présentation des documents est indispensable pour pouvoir ensuite y faire référence dans le corps de la synthèse. Il faut donc donner le nom de l'auteur (nom et prénom), la nature et la source du document que l'on souligne obligatoirement (même si dans un texte imprimé, l'emploi de l'italique est préféré), ainsi que la date. L'année suffira sauf quand le mois revêt une importance particulière. Trop de candidats ne soulignent pas les sources (*The Daily Courrier, The Economist*). Il est inutile de recopier les titres des articles, qui sont souvent longs et n'apportent aucune information significative supplémentaire. Cette année en revanche, les titres pouvaient aider à distinguer les deux articles issus de *The Economist*. Il n'est pas judicieux d'évoquer le contenu des documents car cela ne permet pas de présenter le point de vue de l'auteur dans sa complexité et cela conduit à des introductions trop longues.

Cette année, les meilleures copies ont proposé une contextualisation succincte mais bienvenue : cinquante ans séparent les deux articles de presse issus de *The Economist*, ainsi que la chanson de David Bowie — 1969 est par ailleurs l'année des premiers pas de l'homme sur la lune. Cette contextualisation permettait immédiatement d'envisager un éclairage diachronique sur les enjeux du dossier.

La problématique doit apparaître sous la forme d'une question directe ou indirecte, contrairement au titre. Une phrase telle que *The dossier raises the issue of space exploration* présente le thème et n'est pas une question de problématique. Voici quelques exemples de problématiques pertinentes trouvées dans les copies : *Are the new possibilities of space exploration worrying?* (question directe) et *We can wonder what the impact of space exploration is for mankind* (question indirecte).

Les bonnes copies ont proposé une problématique à question unique, et non une question multiple ou plusieurs questions, qui sont autant d'annonces de plan déguisées, comme par exemple : *We can wonder why space exploration is fascinating and why it can be dangerous*, qui n'est pas une problématique, mais la présentation d'un plan. Ce qui est attendu est une question simple, générale et bien ciblée, prenant en compte tous les documents du dossier, comme, autre exemple, *How has space exploration evolved throughout the ages?*

Nombre de problématiques ont été partielles, axées sur le futur de la conquête spatiale, ou sur le développement du tourisme ou sur les enjeux économiques de l'espace, laissant ainsi de côté les autres aspects du sujet, comme, par exemple, l'étude diachronique.

Il ne faut pas annoncer de plan puisque le développement veillera à commencer chaque partie par une *topic sentence*, c'est-à-dire une phrase qui annonce l'argument de la partie, et à lier les arguments entre eux. Les mots de liaison et les verbes logiques sont très utiles à cet égard (*thus it entails; because it was triggered by*). De nombreuses problématiques demeurent des plans déguisés. De même, il y a trop d'annonces de plan, souvent formulées de façon maladroite (*In the first part, we will see...then in the second part...*).

Il fallait éviter de présenter un plan binaire composé d'une partie dédiée à 1969 et une à 2019 car la confrontation entre tous les documents devenait impossible, la réduisant ainsi à deux documents seulement.

Restitution

Encore cette année, quelques candidats ont omis de faire référence aux documents du dossier transformant de fait leur synthèse en essai personnel. Il est arrivé que chaque document ne soit mentionné qu'une seule fois dans toute la synthèse.

En général, les documents artistiques ont été très mal compris (voire pas du tout) et donc mal exploités. La chanson de Bowie est l'exemple le plus criant. La phrase *there's nothing you can do* a été, de façon récurrente, sortie de son contexte pour être accolée à n'importe quel autre document afin de dire qu'« il n'y a rien à faire dans l'espace ».

Quelques candidats ont pensé que c'est Bowie qui parle à Major Tom ou que *Major Tom is so happy that he committed suicide to watch the earth forever*. Dans de rares cas, il y a eu un problème d'anachronisme : certains attribuent à la chanson de Bowie des revendications environnementales actuelles, arguant du fait qu'il admire la planète qui est bleue à cause de la montée des eaux liée au changement climatique. Très souvent, la chanson n'a pas été mentionnée.

Certaines synthèses ont manqué de mise en tension, de recul sur les enjeux du dossier (les conflits géopolitiques ont été mal compris et donc laissés de côté). Le manque de compréhension a parfois conduit les candidats à des interprétations subjectives des documents.

Certains n'ont pas perçu l'élément diachronique du dossier et ont traité les deux articles de *The Economist* comme s'ils étaient contemporains, passant ainsi sous silence l'un des enjeux principaux de la synthèse.

Synthèse

La rédaction d'une synthèse nécessite des qualités de reformulation concise et de condensation des idées exprimées par les auteurs des documents ou par les points de vue mentionnés dans les documents. Il est donc demandé aux candidats d'utiliser leurs propres mots et de ne pas copier-coller ni juxtaposer des phrases ou des expressions, extraites des documents. Une bonne synthèse montre une bonne compréhension et une assimilation des informations relevées dans le dossier, qui sont hiérarchisées de façon claire et rigoureuse. Les idées doivent être très régulièrement confrontées, c'est-à-dire comparées, rassemblées, opposées ou nuancées.

Chaque partie commence par une phrase directrice précise (*topic sentence*), qui inclut des mots-clés et qui annonce l'enjeu de la partie. On ne peut donc pas commencer une partie par un détail ou un exemple d'importance mineure, issu de l'une des sources. Les sources justement (au minimum trois par partie) viennent ensuite étayer cet argument dans un même paragraphe. Ne faire référence qu'à deux documents, voire parfois un seul, n'est pas satisfaisant. Nous invitons donc les candidats à approfondir l'étude et l'analyse du dossier en amont afin d'avoir suffisamment de contenu pour préciser les éléments du dossier. Certaines copies ont par exemple fait allusion au progrès technologique sans en préciser la nature ni les conséquences (par exemple, les technologies héritées de la conquête spatiale comme les satellites de télécommunication ont intégré notre vie quotidienne).

Par ailleurs, les candidats ne peuvent pas se contenter de citer les documents les uns à la suite des autres dans des paragraphes distincts, donnant ainsi l'impression d'illustrer des arguments différents. Faire référence à un document en se contentant de le mentionner sans l'analyser n'est pas suffisant : il faut expliquer la raison pour laquelle cette référence est pertinente. Par exemple, faire allusion au dessin humoristique pour étayer l'idée du tourisme spatial n'est pas suffisant. Il faut y voir la démocratisation des transports spatiaux en signalant que les deux touristes ont l'air de personnes ordinaires. Certaines copies, par un raccourci hâtif avec *The Economist* de 2019, ont fait un contresens en pensant que seuls les riches pouvaient aller dans l'espace, alors que, dans le paragraphe suivant, l'auteur nous informe que messieurs MUSK et BEZOS envisagent d'envoyer respectivement des colonisateurs et des millions de gens sur Mars dans un futur lointain.

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

(soulignées) ou la nature (*the editorial, the cartoon, the song*). Le dossier cette année était composé de deux articles de *The Economist*, il était nécessaire de bien les distinguer en indiquant la date par exemple, *The 1969 Economist article*.

Rassembler toutes les sources sous l'expression *According to all documents* est dangereux car il est rare que tous les auteurs soient unanimes, et certains documents contiennent d'autres points de vue à nuancer. Qui plus est, il serait alors difficile ensuite d'évoquer de façon plus fine et détaillée les opinions variées des auteurs concernés.

La conclusion n'est pas nécessaire. Certains candidats ont donné une conclusion subjective sur le danger de l'exploration spatiale (avec des expressions modalisées comme *should* ou *must*). Or, le point de vue personnel n'a pas sa place dans une synthèse de dossier.

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

Aspects linguistiques

Lexique

La richesse lexicale a été plutôt limitée lors de cette épreuve. Tout d'abord, il reste de nombreux barbarismes comme : • *investissement* pour *investment*, to • *evoluate* pour *to evolve*, • *advancement* ou • *change-ment* pour *advance, change, to* • *conquest* pour *to conquer*.

Il y a également eu des fautes d'orthographe qui nuisent sérieusement à la compréhension : notamment *where* utilisé à la place de *were*, voire même des confusions de mots telles que *to heat* (chauffer) pour *to hit* (frapper).

Il y a eu d'autres types de barbarismes qui nuisent moins à la compréhension mais dénotent un manque de rigueur dans l'usage du vocabulaire usuel, notamment en mettant la terminaison « -ie » à des mots tels que *technology, economy*.

Il faut encourager les futurs candidats à connaître les mots de présentation des documents tels que *a drawing* ou *a song*. Il convient de rappeler que l'anglais utilise « *by* » pour désigner l'auteur : *lyrics by David Bowie, a cartoon by Dave Granlund*.

Grammaire

Si la présentation des documents était souvent correcte, il reste des erreurs sur des verbes irréguliers fréquents tels que *written by*, fréquemment orthographié • *writed, writted, wrote*. D'autres verbes irréguliers ne sont pas sus, ou les candidats mélangent forme prétérit et participe passé.

Le sujet étant l'évolution de la conquête spatiale, il était important de bien respecter les différences temporelles. Or de nombreux candidats ont tendance à tout exprimer au présent et n'utilisent pas assez le prétérit et autres temps du passé.

Le jury a également relevé une méconnaissance de structure des temps, notamment des ajouts d'auxiliaires inexplicables, par exemple : • *space would be create some trouble* (il faut dire : *space would create some trouble*) et • *Is space development are breaking countries' relationships?* (au lieu de : *Is space development breaking countries' relationships?*).

Les difficultés liées aux verbes prépositionnels et aux prépositions ont entraîné des erreurs fréquentes. Les formes correctes sont : *to answer someone* (pas de *at* ni *to*), *to discuss something* (et pas *about*), *to deal with* (pas *about*), *to go to space* (pas *in*), *to enter a place* (pas *in* ni *into*).

Les erreurs sur les adjectifs sont souvent liées au fait qu'ils sont invariables et qu'il ne faut donc pas ajouter de 's' au pluriel. Il y a également eu des erreurs sur la formation du comparatif des adjectifs courts : on dit *easier* (pas *•more easy*).

Certains candidats ne savent pas utiliser la ponctuation : des virgules apparaissent entre sujet et verbe ou verbe et COD. Autre exemple, l'utilisation des deux points dans *•after the moment when: Neil Armstrong set foot on the moon* est fautive puisque la seconde partie de la phrase n'est pas une explication ou une justification de la première partie mais une suite syntaxique logique.

Syntaxe

La plupart des candidats ne maîtrisent toujours pas la forme interrogative, qui est indispensable pour poser la problématique de la synthèse. La syntaxe des questions s'est considérablement dégradée. Il semblerait qu'à peine 10 % des problématiques soient formulées correctement. La plupart sont des phrases affirmatives auxquelles un point d'interrogation a été ajouté mais dans certains cas, un nouvel auxiliaire est introduit, rendant la phrase pratiquement incompréhensible : *•Did the space exploration is worth for humanity?* ou *•why does humanity have always been interested in space?*.

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

Enfin, les candidats maîtrisent peu l'utilisation de la forme V-ing quand un verbe est sujet d'un autre verbe : *•go to space is...* au lieu de *going to space is...*

Conclusion

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

Mais deux points sont encore à parfaire : la grammaire anglaise de base, que l'on apprend au collège et qui permet d'écrire des phrases simples et compréhensibles, et l'écriture qui, si elle est défectueuse comme cela a souvent été le cas cette année, est aussi un obstacle à la clarté nécessaire pour passer quelque message que ce soit.

Arabe

Présentation du sujet

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

Analyse globale des résultats

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

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Problématique

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

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

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

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

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

Restitution

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

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

Langue

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Conclusion

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

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

Chinois

Présentation du sujet

Le dossier proposé aux candidats est constitué des documents suivants :

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

Les candidats doivent rédiger en chinois et en 500 caractères environ une synthèse des documents en utilisant des caractères simplifiés ou complexes et un écart de 10 % en plus ou en moins est accepté. L'usage de tout système électronique ou informatique est interdit dans cette épreuve.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 25 candidats se sont présentés à cette épreuve. Le sujet était bien adapté à leur niveau, puisque le jury a eu le plaisir de corriger d'excellentes copies montrant une bonne maîtrise de la langue. Comme les années précédentes, les candidats ont un bon niveau de chinois et sont capables de montrer la richesse de leur vocabulaire et de leur structure grammaticale dans la synthèse.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

- Problématisation (titre, problématique et sources) : problématique en cohérence avec l'ensemble du document ; sources exploitées en rapport avec la problématique.
- Restitution des informations : informations complètes et hiérarchisées.
- Synthèse : regard critique porté sur le dossier ; argumentation solide et cohérente.
- Richesse linguistique : vaste répertoire, proche d'une langue authentique.
- Correction linguistique : de rares erreurs peuvent apparaître, mais l'ensemble est proche d'une langue authentique.

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

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

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

Le jury relève également des problèmes de grammaire :

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

Les candidats doivent faire attention à éviter les répétitions et à utiliser un vocabulaire approprié en évitant les faux amis. Ils doivent aussi veiller particulièrement aux spécificités et aux différences d'expression chinoise. Sans l'usage de tout système électronique ou informatique, il leur faut soigner de près les tournures syntaxiques chinoises.

Conclusion

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

Espagnol

Présentation du sujet

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

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

Analyse globale des résultats

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Sur le plan méthodologique

Titre et introduction

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

Développement

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

Conclusion

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

Sur le plan linguistique

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

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

Conclusion

Le jury n'ignore pas que les candidats ont dû surmonter de grandes difficultés durant la préparation de ce concours, notamment à cause de la situation sanitaire. C'est pour cela qu'il est doublement content de la performance de cette année, car le niveau général n'a pas été affecté et la plupart des candidats ont fourni un effort louable pour respecter les enjeux de cette épreuve. Le jury espère que cette tendance continuera lors des prochains concours et conseille vivement aux futurs candidats de suivre les recommandations prodiguées visant à améliorer la compétence méthodologique et linguistique.

Le jury ne voudrait pas manquer de remercier les collègues de classes préparatoires pour l'excellente préparation des candidats et la qualité de leur enseignement.

Italien

Présentation du sujet

Le dossier proposé aux candidats est composé de trois documents :

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

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

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

Analyse globale des résultats

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

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

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

Conclusion

Le jury félicite les candidats et les enseignants du niveau général qui est tout à fait satisfaisant surtout en ce qui concerne les compétences linguistiques.

Portugais

Présentation du sujet

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

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

Analyse globale des résultats

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

Conclusion

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

Concours Centrale-Supélec 2021

Épreuves d'admission

Filière TSI

Table des matières

Table des matières	1
Résultats par épreuve	2
Mathématiques	13
Physique-chimie	17
Travaux pratiques de physique-chimie	23
Sciences industrielles de l'ingénieur	31
Anglais	43
Espagnol	45

Résultats par épreuve

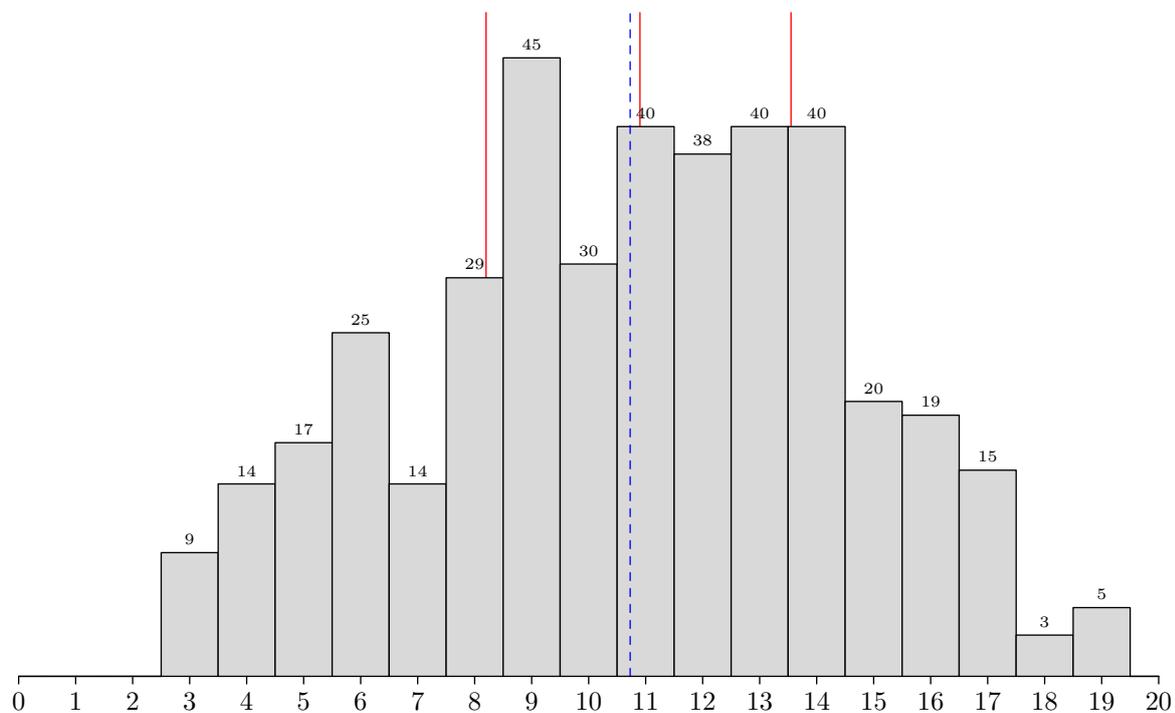
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

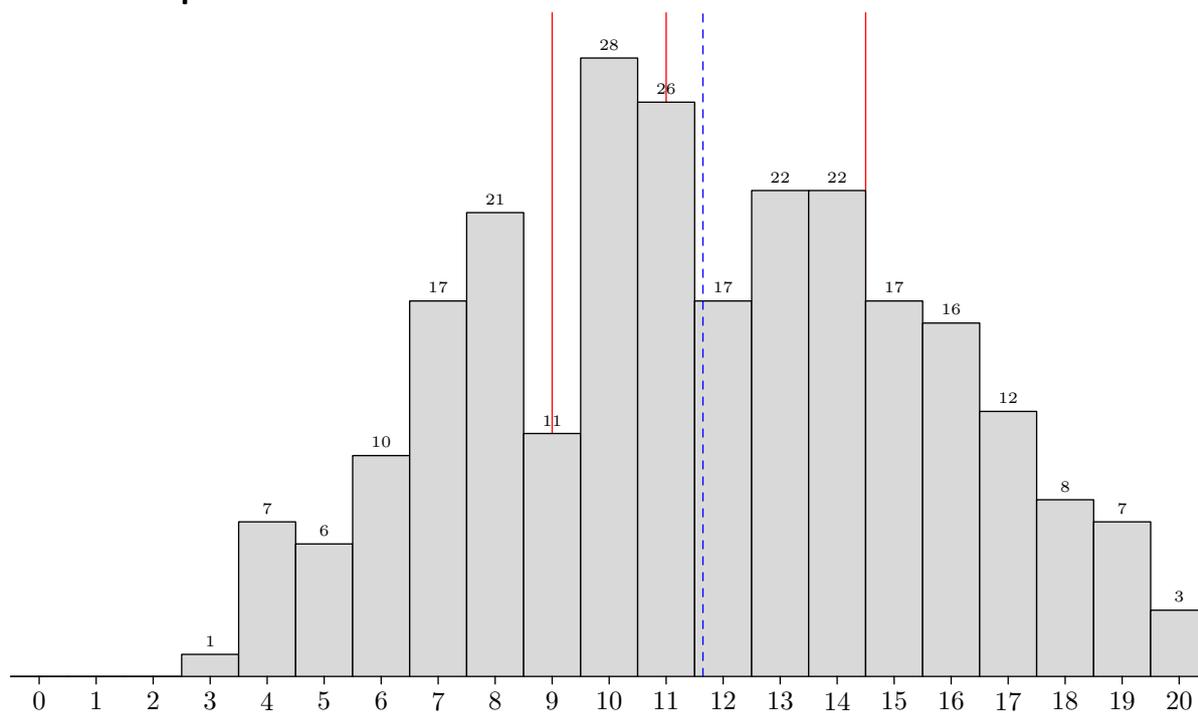
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	481	16,2%	403	10,73	3,70	8,20	10,90	13,55	5,35
Mathématiques 1	282	11,0%	251	11,65	3,89	9,00	11,00	14,50	5,50
Mathématiques 2	282	11,3%	250	12,13	3,73	10,00	13,00	15,00	5,00
Physique-chimie 1	282	11,3%	250	11,05	4,41	7,00	12,00	15,00	8,00
Physique-chimie 2	282	11,7%	249	9,90	3,58	7,00	10,00	13,00	6,00
TP physique-chimie	282	11,0%	251	10,81	4,07	8,00	11,00	14,00	6,00
Langue obligatoire	543	30,6%	377	13,33	3,88	11,00	14,00	16,00	5,00
Anglais	488	33,6%	324	12,82	3,82	11,00	13,00	15,00	4,00
Arabe	52	0,0%	52	16,50	2,53	15,00	17,00	19,00	4,00
Langue facultative	32	0,0%	32	12,88	4,78	10,25	13,50	16,25	6,00
Anglais	28	0,0%	28	12,36	4,77	7,75	13,00	15,25	7,50
Arabe	1	0,0%	1	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00	0,00
Espagnol	3	0,0%	3	15,33	2,49	14,00	16,00	17,00	3,00
S2I	301	11,0%	268	11,98	3,42	10,00	12,00	15,00	5,00

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

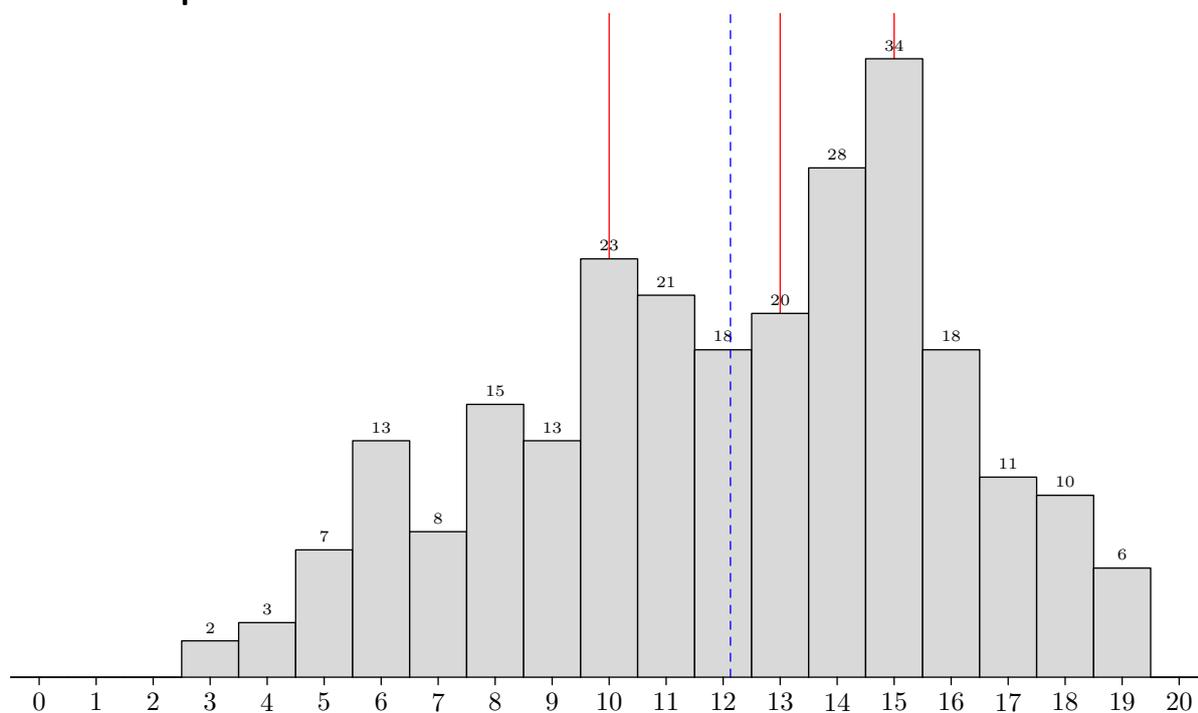
TIPE



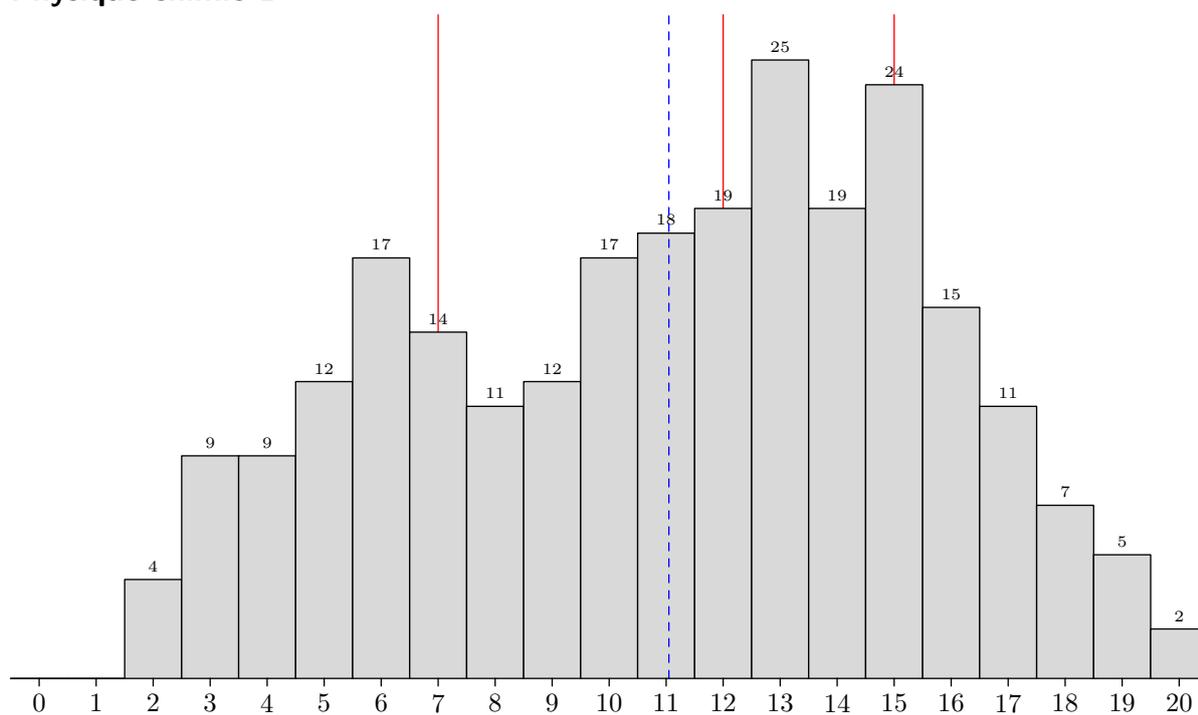
Mathématiques 1



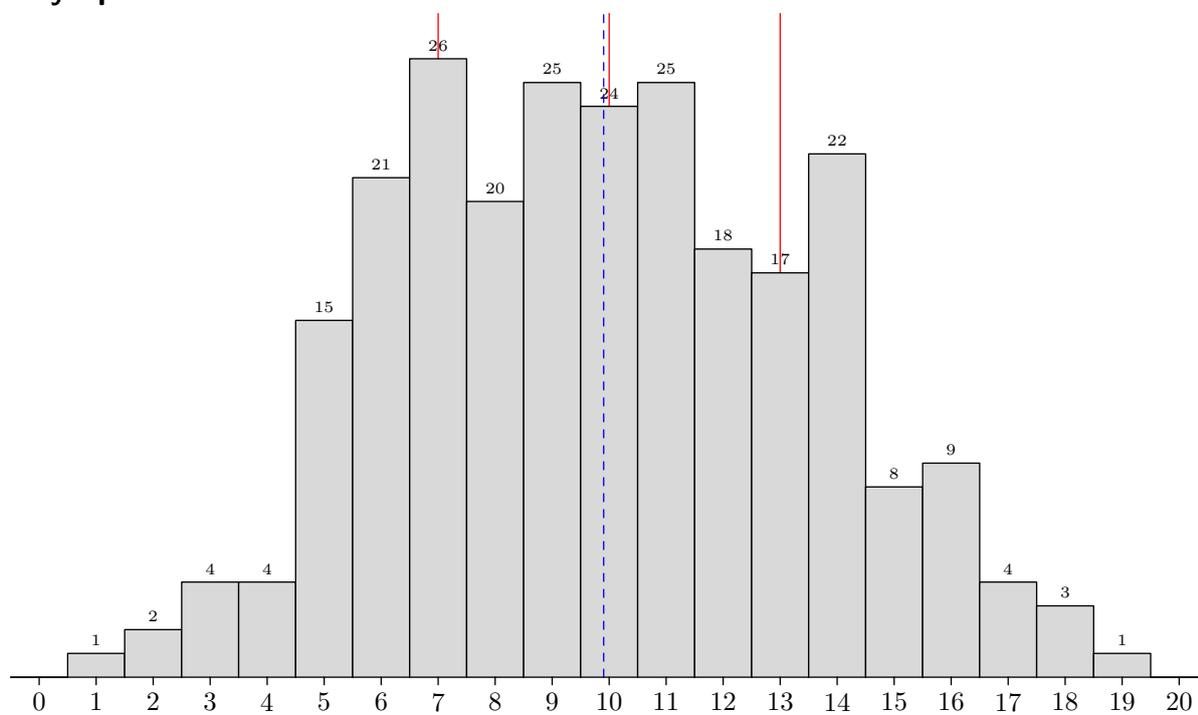
Mathématiques 2



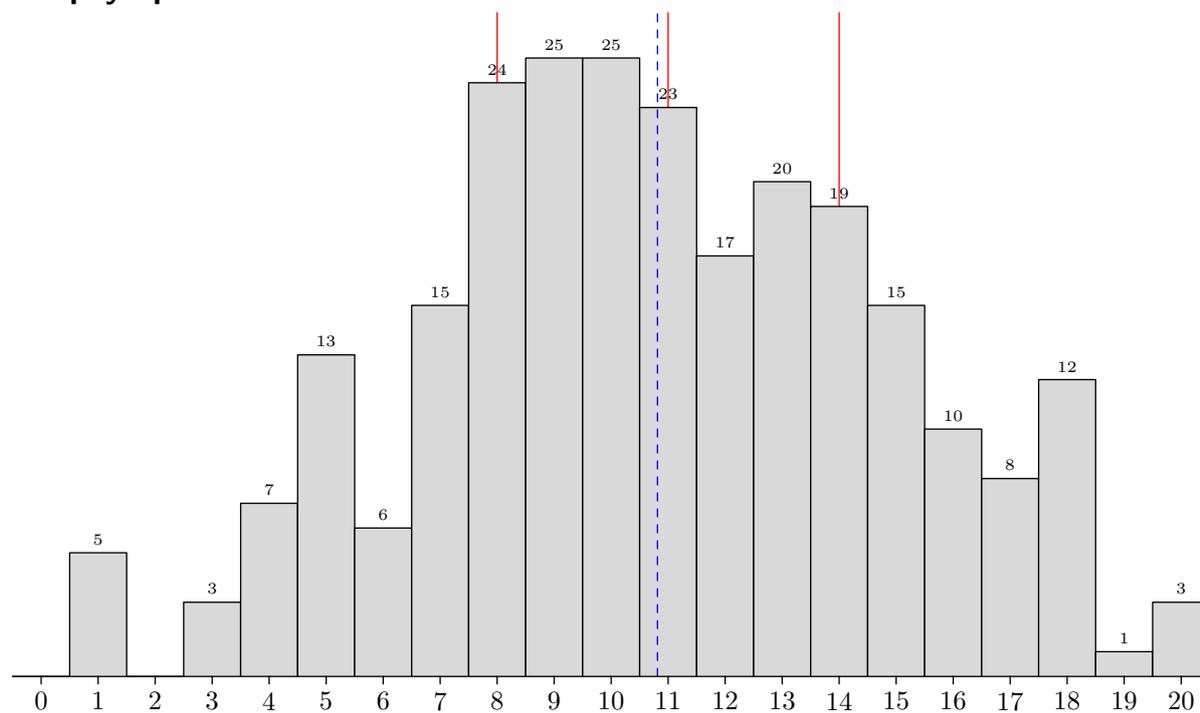
Physique-chimie 1



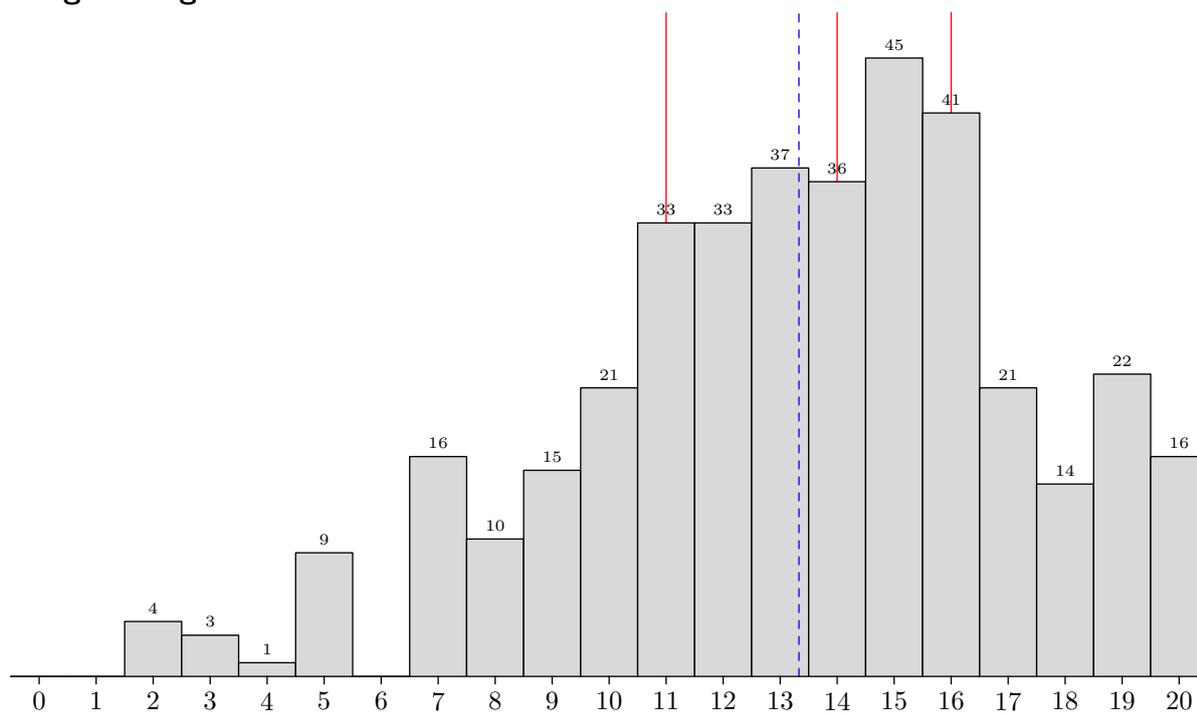
Physique-chimie 2



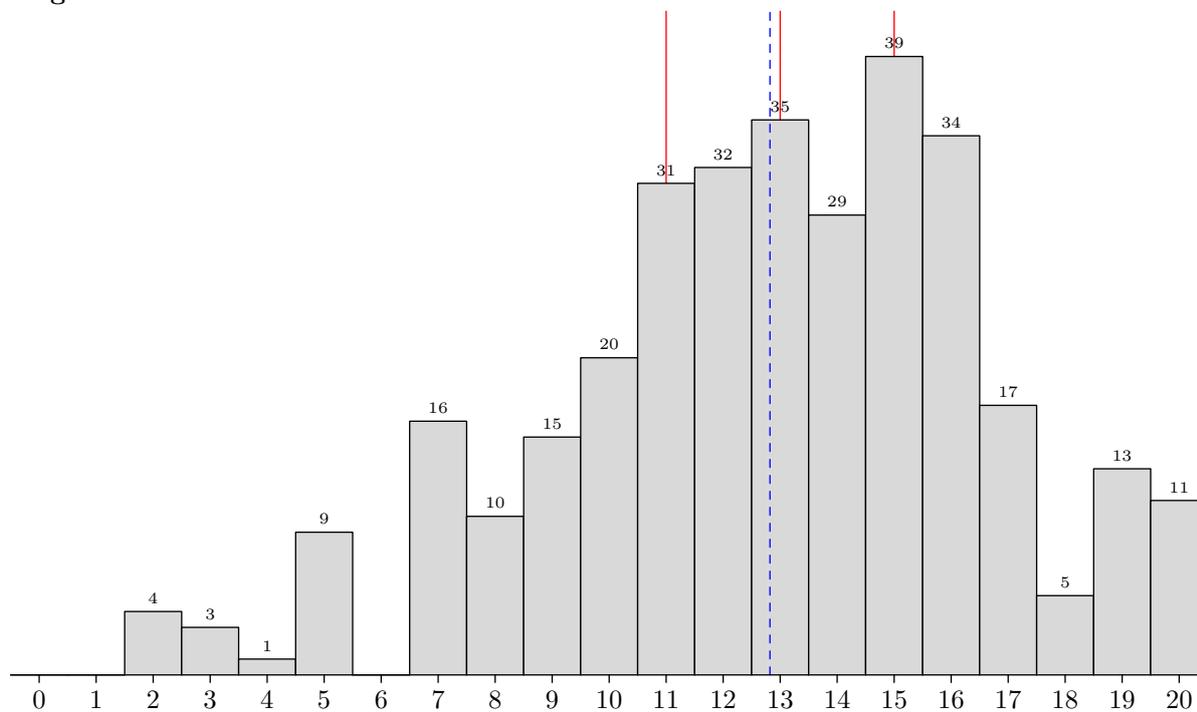
TP physique-chimie



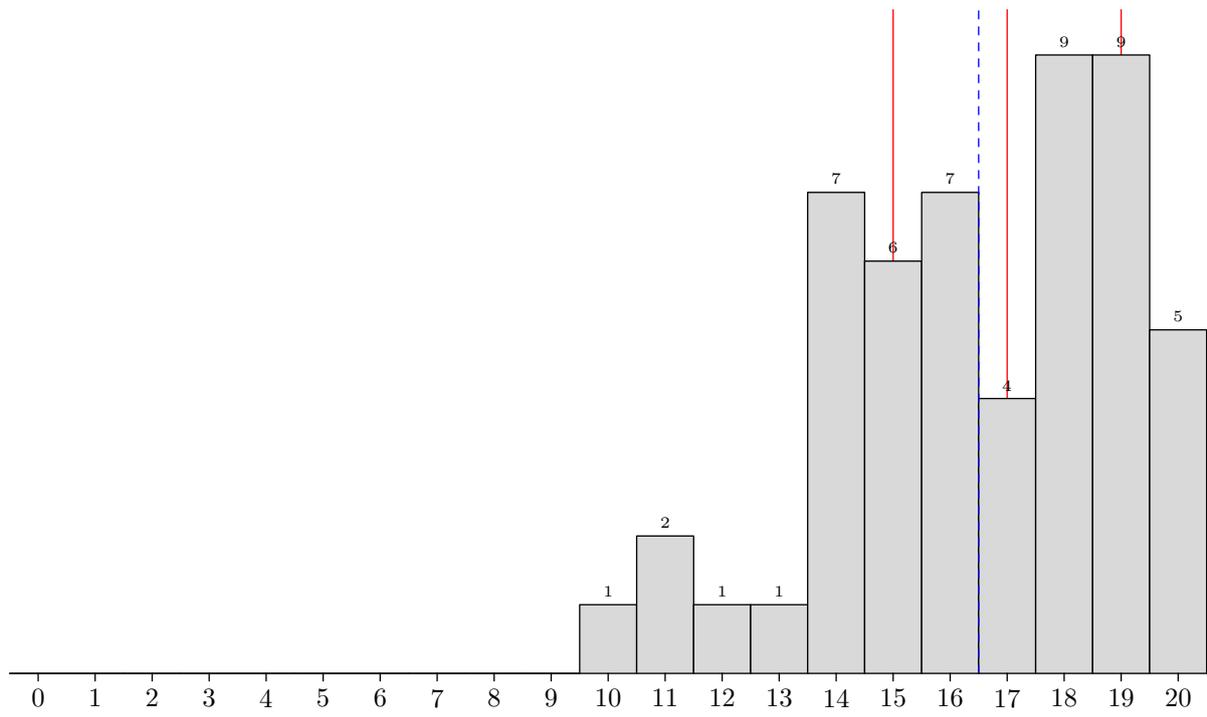
Langue obligatoire



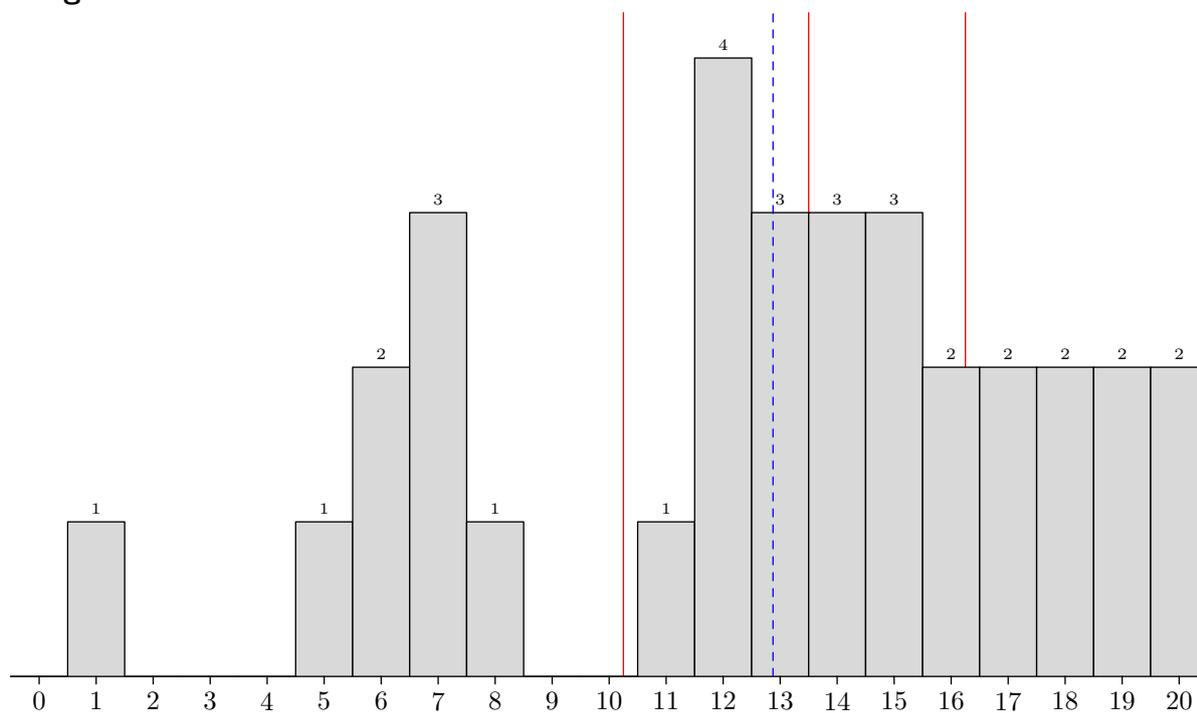
Anglais



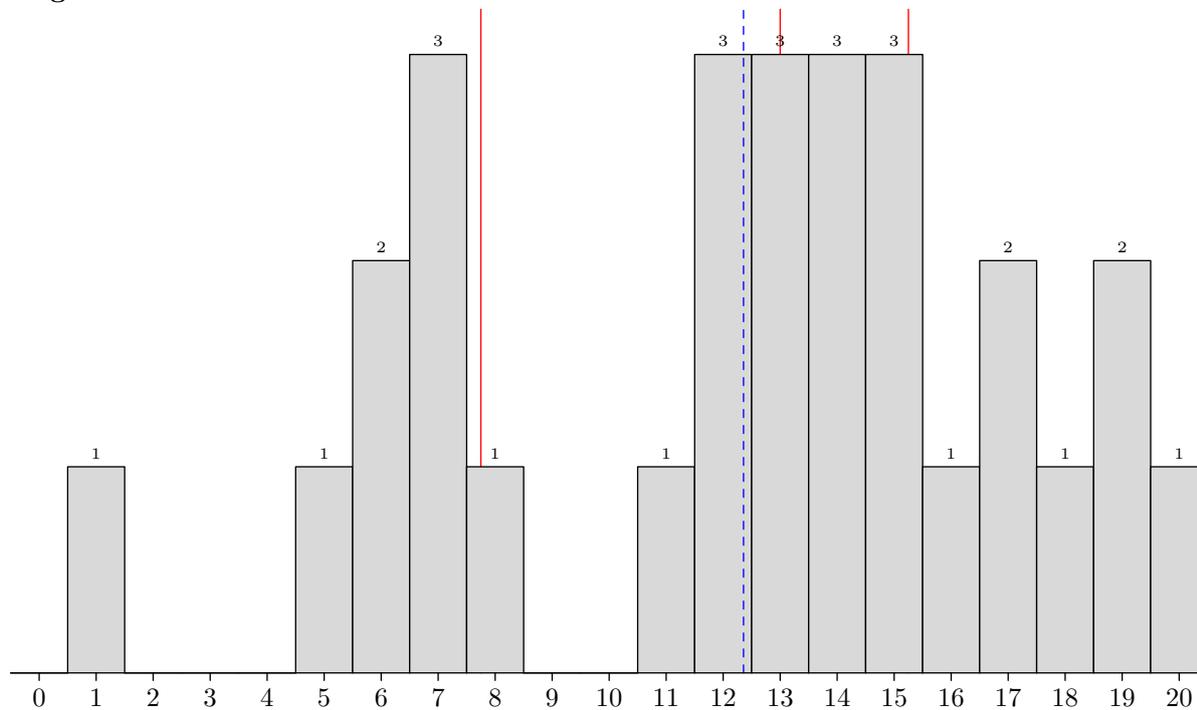
Arabe



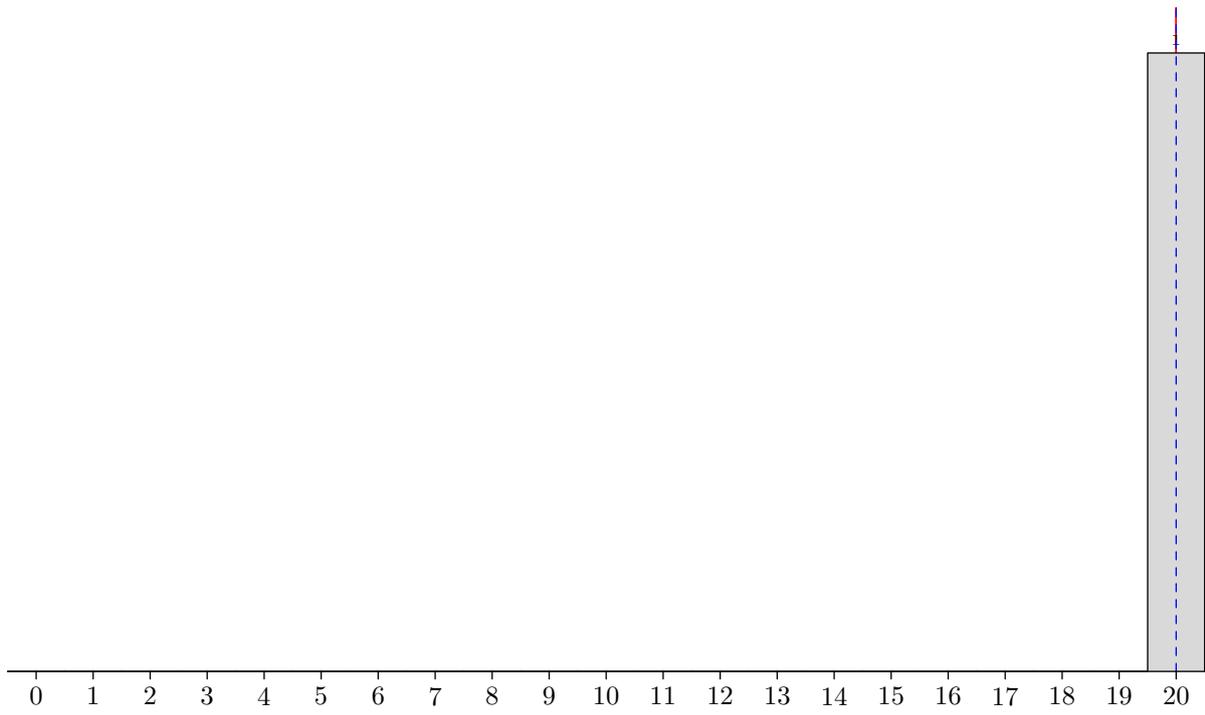
Langue facultative



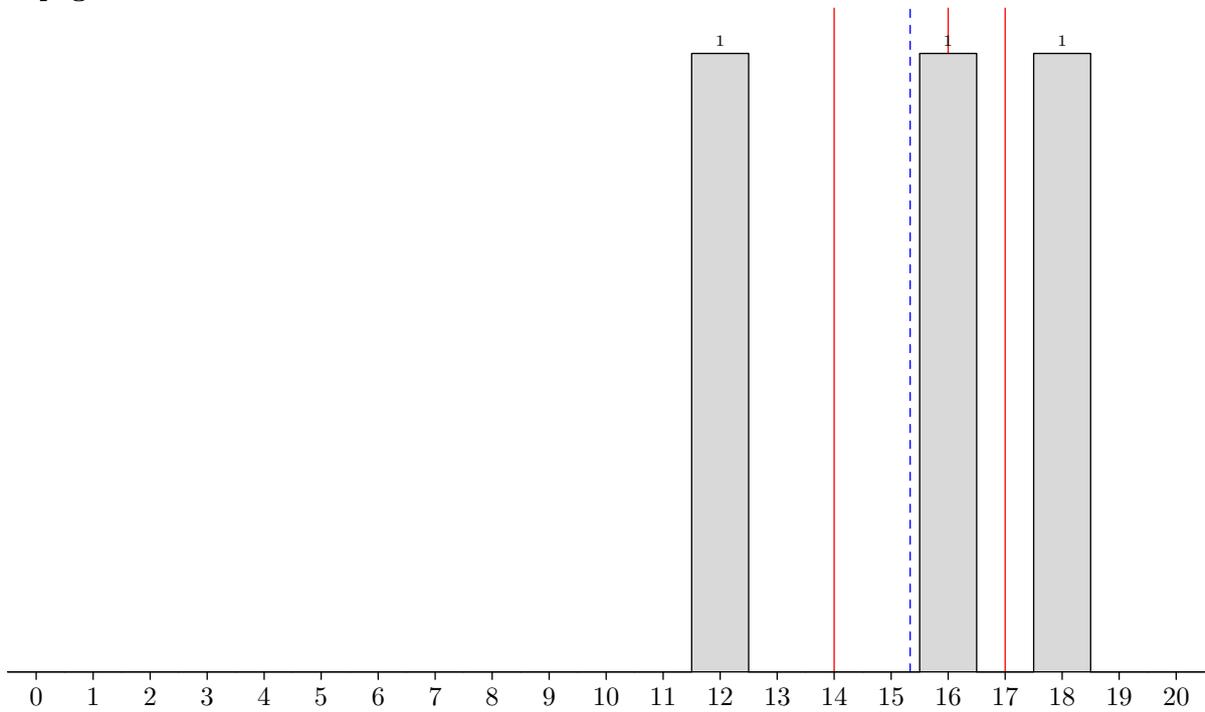
Anglais



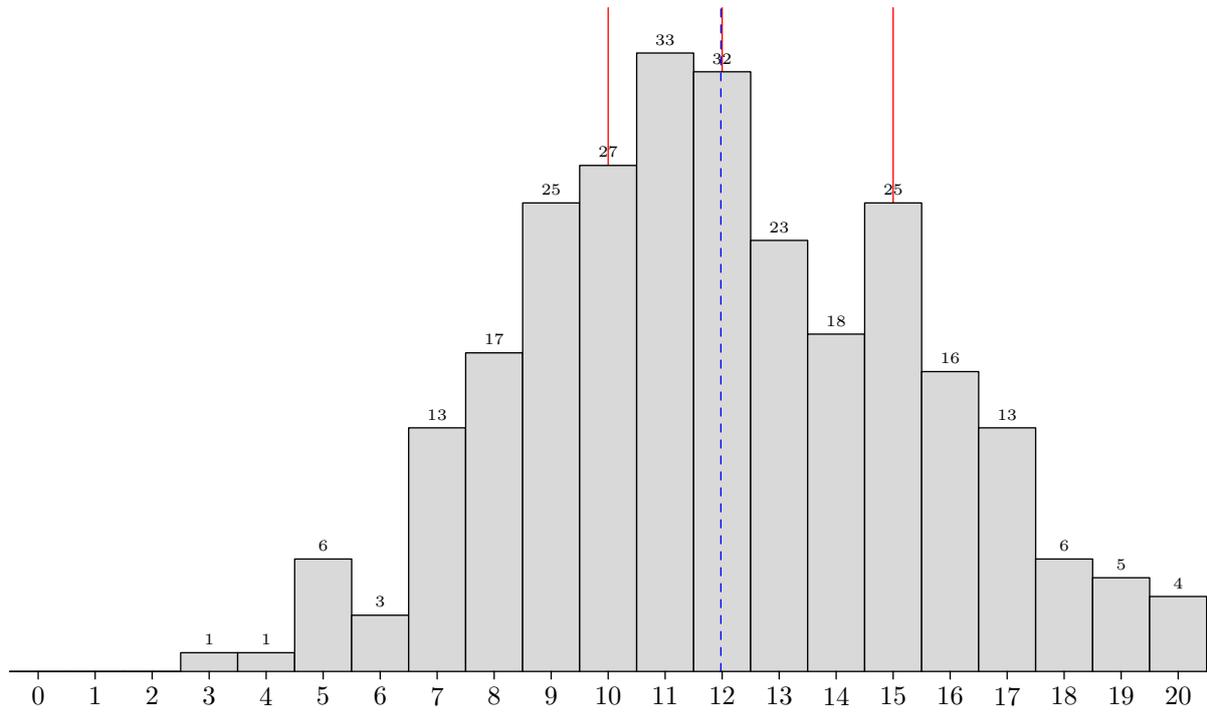
Arabe



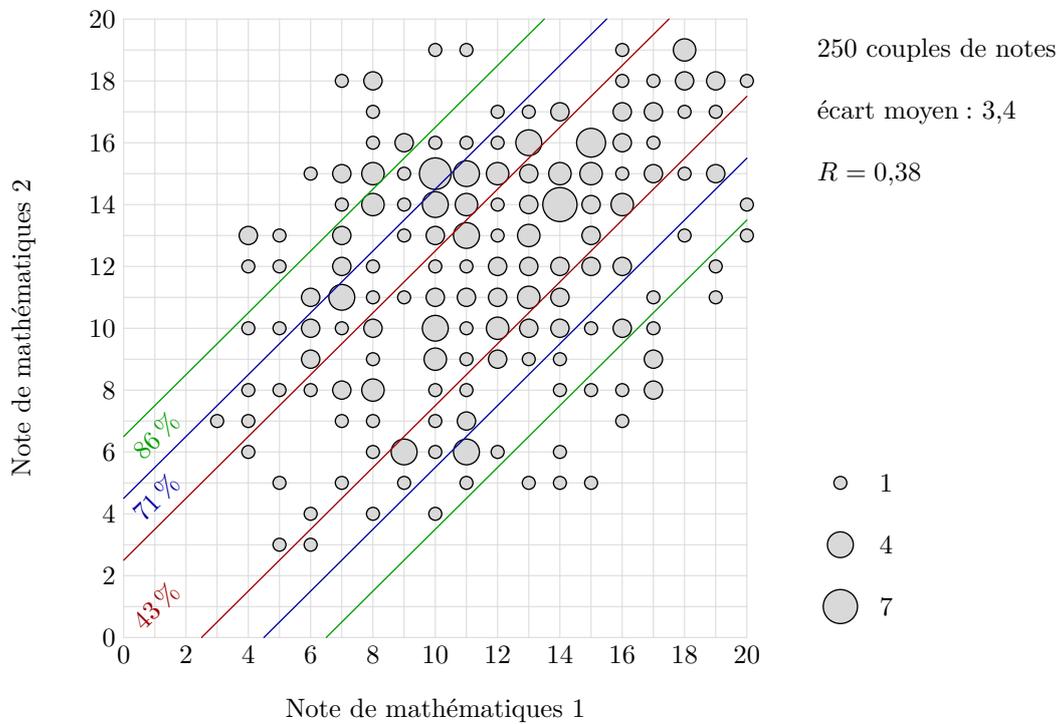
Espagnol



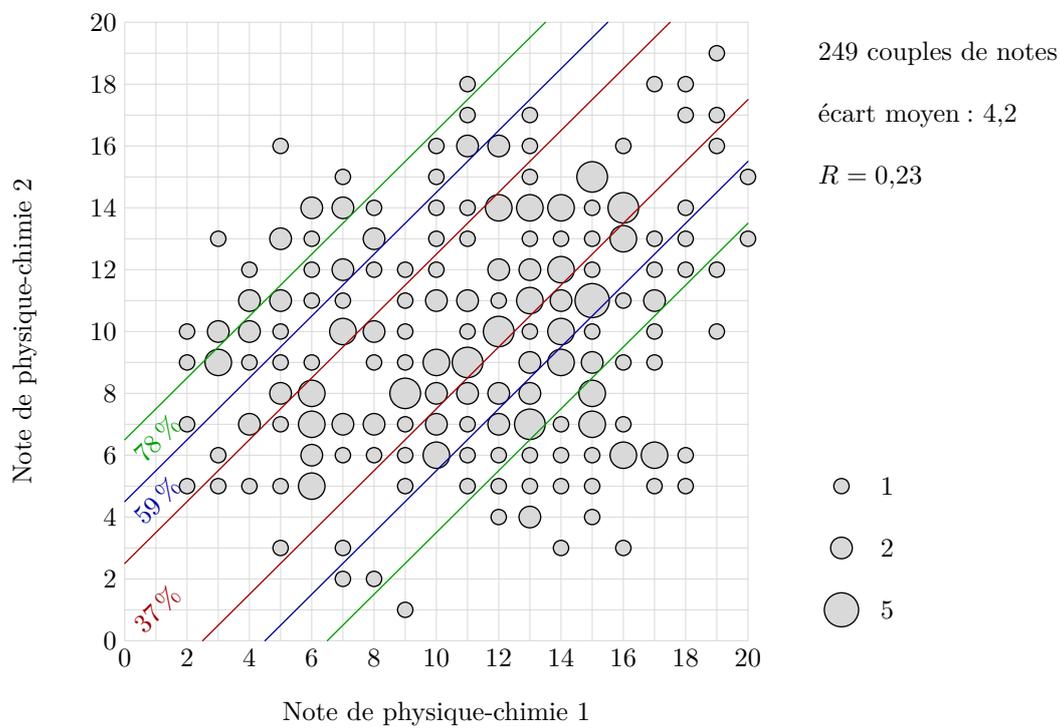
S2I



Corrélation entre mathématiques 1 et mathématiques 2



Corrélation entre physique-chimie 1 et physique-chimie 2



Mathématiques

Présentation des épreuves

Au cours de l'épreuve orale de mathématiques 1, d'une durée de 30 minutes sans préparation, les candidats sont interrogés sur un ou deux exercices portant sur le programme de première et seconde année.

Le jury est bien entendu attentif aux qualités mathématiques des candidats, mais aussi à leur autonomie, leur capacité à communiquer, leur vivacité et réactivité face aux questions ou remarques du jury. Le jury ne s'attend nullement à une réussite exhaustive et immédiate, mais à la présentation d'une réflexion organisée, où les candidats exposent leurs réflexions, pistes et idées. Le jury apprécie particulièrement les candidats avec lesquels il est possible de mettre en place un dialogue fructueux afin d'aider ceux-ci à progresser dans l'exercice proposé.

L'épreuve orale de mathématiques 2 porte également sur le programme de mathématiques des deux années de TSI, ainsi que sur le programme d'informatique pour tous. Les candidats ont 30 minutes environ pour préparer une solution (partielle) de l'exercice proposé et rédiger le ou les programmes demandés. L'examen de ceux-ci se fait avec eux devant l'ordinateur. Même si le programme n'a pas abouti, si l'idée de départ est bonne et la syntaxe connue, l'évaluation en tient compte. Quant à la partie purement mathématique du sujet, les candidats l'exposent au tableau.

Les programmes et algorithmes, même simples, doivent obligatoirement être rédigés en Python et non sur une calculatrice. Les calculs numériques éventuels peuvent avantageusement être également effectués avec Python. Cette année les ordinateurs étaient équipés de Python version 3.6.0, les candidats ayant le choix entre les environnements `pyzo` et `spyder`. Pour ceux qui ont étudié avec EduPython, si le jury a tenu compte de la gêne éventuelle de certains candidats devant un environnement différent, l'interface est très proche de celle de `pyzo` et cela ne peut excuser une prestation trop faible. L'aide Python standard est à disposition à côté de l'ordinateur.

Le niveau est très hétérogène, tant en mathématiques qu'en algorithmique et connaissance de Python. La plupart des candidats ont fait un réel effort de présentation, de dynamisme, et de dialogue avec les examinateurs. Le jury rappelle qu'il est inutile de reprendre au tableau les calculs effectués lors de la préparation.

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

Analyse globale des résultats

En mathématiques 1, les résultats et observations sont stables par rapport aux années 2019 et précédentes. Le jury a cette année rencontré peu de candidats très brillants ; inversement, le nombre de candidats faibles n'augmente pas et est même en légère régression. Les candidats sont dans leur majorité convenablement préparés et se révèlent solides dans des situations fléchées. Néanmoins, pour un nombre important d'interrogations, la dynamique de l'oral est créée par le jury qui doit, à chaque étape, encourager les candidats à poursuivre. Cette passivité est à déplorer.

En mathématiques 2, après les deux années chaotiques vécues par les candidats, le jury s'attendait à des prestations plus faibles qu'en 2019. Le constat est nuancé. Le programme de seconde année est, sauf en probabilités, assez bien maîtrisé, en revanche de grosses lacunes sur celui de première année ont souvent été remarquées.

Rappelons qu'il s'agit d'une épreuve orale et que le tableau n'est pas une copie de concours. Il est préférable de s'exprimer au maximum, d'énoncer ses résultats et les théorèmes utilisés, de n'écrire au tableau que les étapes importantes du calcul.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Les candidats proposent globalement une présentation orale satisfaisante. Néanmoins, certains articulent peu et ne parlent pas assez, tandis que d'autres parlent trop et surtout sans avoir pris la peine de réfléchir au préalable.

Le jury rappelle que l'oral n'est pas une épreuve de vitesse, et le but n'est pas d'en faire le plus possible. Certains candidats (pourtant de bon niveau) enchaînent les erreurs de calcul à force de vouloir aller trop vite, ce qui ne peut que les pénaliser.

Quelques candidats ont invoqué des outils hors programme (conditions de Monge pour la recherche d'extrema, formule de l'inverse d'une matrice à l'aide de la comatrice...). Le jury tient à préciser que tous les exercices proposés peuvent être traités et ne doivent être traités qu'avec les outils du programme.

Enfin, le jury note une grande disparité entre les candidats qui ne prennent pas la peine (souvent par méconnaissance) de mentionner les résultats de cours utilisés, ou qui le font de façon très approximative, et ceux qui, au contraire, s'efforcent d'énoncer clairement et distinctement les théorèmes (et parfois avec brio). C'est l'occasion de rappeler aux futurs candidats que *la connaissance du cours est la clé de tout*.

Algèbre linéaire

Des lacunes importantes sur les points suivants :

- les polynômes dans leur ensemble, y compris les notions de degré, racines, coefficients ;
- l'algèbre linéaire de première année (familles libre, base, matrice d'un endomorphisme dans une base donnée).

D'autres points sont à améliorer :

- détermination de l'inverse d'une matrice par exploitation d'une égalité du type $AB = Id$;
- utilisation du théorème du rang ;
- les techniques de diagonalisation sont plutôt bien connues. Néanmoins trop de candidats se précipitent sur le calcul du polynôme caractéristique, sans examen circonstancié de la matrice étudiée ;
- lien entre l'inversibilité d'une matrice et le fait que 0 soit ou non valeur propre ;
- obtention d'une base orthonormée de vecteurs propres pour une matrice symétrique réelle ;
- théorèmes fondamentaux de diagonalisation et trigonalisation d'une matrice carrée, confusion classique entre condition nécessaire et condition suffisante ;
- expression du projeté orthogonal, distance à un sous-espace vectoriel de dimension finie dans un espace préhilbertien.

Toutefois les exercices de géométrie euclidienne ou préhilbertienne ont donné lieu plusieurs fois à des prestations honorables, preuve que les candidats de TSI peuvent montrer de bonnes capacités d'abstraction.

Analyse

Certains thèmes pourtant très classiques sont très mal maîtrisés par les candidats, faute d'avoir une idée claire sur le plan d'attaque :

- définition et utilisation d'équivalents ;
- primitives de fonctions usuelles, comme les fonctions puissance ;
- développements limités usuels et réticence à les utiliser ;
- convergence d'une série, elle s'étudie presque toujours à partir du terme général et pour une série à termes positifs un simple équivalent suffit souvent.

Pour les points à améliorer :

- lien suite-série, sommes télescopiques ;
- analyse de première année : suites adjacentes, théorème de la limite monotone, théorème des valeurs intermédiaires, théorème de la bijection, théorème de Rolle, prolongement d'une fonction C^1 ;
- manipulation des inégalités ;
- changement de variable, intégration par partie, y compris pour une intégrale sur un segment !
- hypothèses des théorèmes de Parseval et Dirichlet ;
- formules de trigonométrie ;
- notion de point critique, d'extremum local ou global pour une fonction de deux variables à valeurs réelles.

Probabilités

Les prestations des candidats en probabilités sont souvent faibles, faute de maîtriser suffisamment le formalisme, voire pour certains parce que les notions de bases comme l'indépendance ou le conditionnement ne sont pas comprises.

Grosses lacunes sur les points suivants :

- non-sens comme la probabilité d'une variable aléatoire ou l'intersection de deux variables aléatoires ;
- méconnaissance des lois usuelles et de leur espérance et variance ;
- confusion entre indépendance et incompatibilité ;
- notion de systèmes complet d'événement.

Plus généralement, les candidats ont beaucoup de mal à modéliser une expérience aléatoire par la mise en place d'un système complet d'événements, et à utiliser la formule des probabilités totales et la formule de Bayes.

Python

Le niveau des candidats est très hétérogène, certains sont excellents et d'autres bloqués par des instructions élémentaires.

Grosses lacunes sur les points suivants :

- fonctions récursives ;
- mise en place de la méthode d'Euler, quasiment toujours ignorée, et de la méthode par dichotomie ;
- gestion des listes et des matrices, en particulier `if A == B` : où A et B sont des matrices n'est pas correct.

Pour les points à améliorer :

- tracé de courbes, de points, souvent problématiques ;
- la fonction `log` de `math` ou `numpy` a posé beaucoup de problèmes cette année.

Conseils aux futurs candidats

Les théorèmes doivent être connus parfaitement. Il faut en vérifier les hypothèses avant de les appliquer.

Ne faire aucune impasse, y compris sur l'algorithmique et l'informatique pour l'épreuve de mathématiques 2 :

- utiliser les 30 minutes de préparation pour faire les calculs les plus techniques et la partie Python ;
- ne pas perdre trop de temps tant dans la préparation que dans l'exposé sur les questions très faciles pour essayer d'aborder les plus compliquées.

Conclusion

Comme cela a été signalé dans l'introduction, les lacunes les plus importantes concernent surtout le programme de première année. Cela montre l'engagement des étudiants et de leurs professeurs pour assurer, malgré des conditions difficiles, une formation rigoureuse et exigeante dès qu'on leur en a laissé la possibilité. Plusieurs candidats ou candidates ont réussi à exposer avec méthode, voire parfois avec brio, les solutions qu'ils proposent et ont assimilé un programme important. Ces qualités leur permettront de suivre avec profit le cursus des écoles d'ingénieur et d'y développer à la fois connaissances et compétences.

Physique-chimie

Présentation des épreuves

Deux épreuves orales de physique-chimie, de natures très différentes, sont proposées aux candidats.

Dans l'épreuve de physique-chimie 1, les candidats découvrent un sujet assez court et doivent le résoudre lors d'un oral de 30 minutes au tableau et sans préparation. Cette épreuve permet d'évaluer la réactivité et la capacité des candidats à mobiliser leurs connaissances rapidement et avec rigueur dans une situation proche du cours. Leur autonomie dans la résolution est également un critère important de réussite dans cette épreuve.

Dans l'épreuve de physique-chimie 2, les candidats disposent d'une préparation de 30 minutes et d'un passage à l'oral de 30 minutes pour s'approprier un sujet plus long. Ils doivent mettre en application les acquis du programme de physique-chimie dans une situation fortement contextualisée, plus éloignée du cours, et à priori inconnue. Ils doivent, selon les sujets, utiliser des résultats issus de programmes informatiques en Python ou extraire des informations de documents. Leur capacité à mener une discussion scientifique de qualité avec le jury est ici particulièrement évaluée.

L'évaluation des deux épreuves se fait à l'aide d'une grille de compétences qui prend en compte :

- d'une part, les compétences de communication, d'autonomie et de réalisation de démonstrations classiques.
- d'autre part, les compétences de réalisation de tâches complexes, s'approprier un problème, analyser physiquement une situation et valider les résultats obtenus.

Pour chaque épreuve, le poids des compétences est modulé en fonction du format proposé. De plus, l'organisation des épreuves est telle que la thématique support d'un exercice de l'épreuve de physique-chimie 1 est nécessairement différente de celle d'un oral de physique-chimie 2. Les candidats peuvent être interrogés sur l'intégralité des programmes de première et deuxième année.

Analyse globale des résultats

Le déroulement des oraux a permis d'assister à un ensemble de présentations très hétérogène. Le jury note une dégradation de la connaissance du cours, par rapport à la session précédente (2019). Celle-ci est très probablement une conséquence de la crise sanitaire, mais relève peut-être également de la poursuite d'une tendance de fond observée ces dernières années.

Comme chaque année, de très bons candidats ont fourni d'excellentes prestations et ont su mener avec le jury une discussion scientifique intéressante et de qualité. Ponctuant leur présentation de commentaires subtils, d'hypothèses bienvenues et sachant interagir avec le jury de manière très constructive, ils ont montré une très bonne aptitude à résoudre des problématiques complexes. Ils ont, toutefois, été plus rares que d'habitude.

À l'inverse, une proportion grandissante de candidats (de l'ordre de la moitié environ) ne possède pas une connaissance suffisante des bases du cours pour réussir l'oral. Comment s'approprier un contexte nouveau, analyser les ressorts physiques ou chimiques d'une situation si l'on bute sur les résultats les plus élémentaires étudiés pendant les deux années de préparation ? De même, la physique-chimie ne se résume ni à chercher la bonne formule « toute faite » à appliquer ; ni à raisonner en utilisant uniquement les unités des grandeurs disponibles pour, au final, proposer des relations ne possédant aucun sens. La compréhension des phénomènes et la signification des relations du cours est essentielle. Face à une situation

à étudier, il convient d'abord de schématiser et modéliser le problème, de formuler des hypothèses et de produire un raisonnement à l'aide d'arguments issus du cours et d'un vocabulaire adapté.

Alors que cette situation devrait être la norme à l'oral du concours Centrale-Supélec, ceux, trop rares, qui ont réussi à appliquer correctement les méthodes du programme dans les cas les plus simples ont tiré leur épingle du jeu en s'assurant des bonnes notes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Introduction

Toutes les remarques et conseils reportés dans les rapports des années précédentes sont toujours valables et le jury encourage les candidats à les lire régulièrement au cours de l'année. Voici quelques points plus spécifiques à la session 2021.

Le jury insiste sur la nécessité de lire les rapports : des candidats arrivent encore souvent à une épreuve sans en connaître le format.

En physique-chimie 2, la majorité des candidats s'efforce d'effectuer une présentation du sujet avant de le résoudre. Il ne faut toutefois pas hésiter à approfondir cette présentation et faire ressortir la logique de l'exercice proposé ainsi que sa problématique. En revanche, en physique-chimie 1, les candidats oublient très souvent de présenter leur exercice. Même si l'absence de préparation ne permet pas une analyse détaillée de l'exercice, il convient d'en faire une description succincte. Par ailleurs, commencer son oral par la réalisation d'un schéma modélisant la situation étudiée est très apprécié.

L'intervention du jury est toujours bienveillante et a pour but d'aider les candidats à montrer l'étendue de leurs compétences. Une intervention de l'examinateur n'est pas synonyme de « perte de point » et des candidats qui ont su mener un dialogue de grande qualité avec l'examinateur ont eu de très bonnes notes. En revanche, les candidats qui s'agacent des interventions de l'examinateur (par exemple, lorsqu'il demande des précisions) ne se valorisent pas. De plus, il faut, dans la mesure du possible, parler en regardant l'examinateur.

Parfois, lors de phases de calcul au tableau, certains candidats arrêtent de parler pendant plusieurs minutes en écrivant. Il faut éviter de faire durer ces longues minutes et essayer d'expliquer tout en écrivant ce que l'on fait : ce n'est pas toujours simple, mais la dynamique de l'oral est nettement améliorée.

Il convient par ailleurs de ne pas effacer une partie du tableau sans en avoir demandé, au préalable, l'autorisation à l'examinateur. Parfois, des résultats intéressants sont effacés... et les retrouver fait perdre du temps au candidat.

Lors des phases de réflexion, après avoir pris le temps de bien s'approprier ce qui est demandé, les candidats ont tout à gagner à développer oralement le cheminement de leur raisonnement plutôt que de rester silencieux trop longtemps. Face à des questions complexes, le jury valorise fortement les candidats qui avancent doucement, émettent des hypothèses, complètent leurs schémas, essayent de relier la situation à une situation connue... À contrario, ceux qui se plongent directement dans les unités des données pour déterminer quelle combinaison des grandeurs numériques proposées par l'énoncé fournit un résultat compatible avec l'unité attendue ne comprennent pas ce qui est attendu d'eux. Bien sûr, l'analyse dimensionnelle est parfois utile pour avancer dans un problème ou pour valider un résultat... mais elle n'a pas valeur de preuve. De même, le réflexe d'utiliser une formule de cours avant toute analyse de la situation étudiée est à corriger. Une telle démarche aboutit rarement à un résultat correct.

Une fois un résultat fourni, *il ne faut pas attendre une approbation de l'examinateur*. Certains candidats sont particulièrement insistants : ils s'arrêtent et attendent. Si le jury n'intervient pas, c'est qu'il attend que le candidat contrôle lui-même si son résultat est plausible. Il peut, pour cela, vérifier l'influence des

paramètres du problème sur le résultat, faire une application numérique pour la commenter ou encore procéder à une analyse dimensionnelle. Moins de 5 % des candidats valident spontanément les résultats qu'ils trouvent. Ceux qui s'efforcent de le faire (même de manière rapide) sont valorisés. En effet, la validation est un élément essentiel : tout candidat a le droit de faire une erreur de calcul, de se tromper sur une formule... mais il doit être en mesure de s'en rendre compte si cela mène à une incohérence notable.

Bien entendu, la maîtrise du cours est un prérequis indispensable au bon déroulement de l'oral. Il est normal qu'un candidat ne sache pas toujours quelle direction prendre pour résoudre un problème. Le jury est là pour l'aider en lui donnant des indices. En revanche, si les résultats fondamentaux du cours ne sont pas maîtrisés ou si les concepts phares de la physique-chimie de CPGE sont ignorés, il est très difficile de réussir l'oral. Le jury a tenu compte de l'effet de la crise sanitaire et a pu parfois tolérer des « oublis » de cours sur certains points, mais, régulièrement, ce sont des pans entiers qui étaient mal connus. Les points les plus délicats relevés cette année sont présentés dans la suite.

D'un point de vue pratique, le jury conseille aux candidats de préparer à l'avance : convocation, pièce d'identité, calculatrice et, pour l'épreuve avec préparation, stylos. Les candidats gagnent alors du temps sur leur oral. Certains perdent plusieurs minutes à retrouver leurs affaires. De même, à la fin de l'oral, il convient de ne pas « prendre son temps » lors de l'effacement du tableau ou du rangement des affaires personnelles. Ces points sont importants pour que tous les candidats puissent bénéficier d'un temps effectif d'interrogation égal.

Thermodynamique

Le premier principe de la thermodynamique est souvent mal maîtrisé. Lors d'un calcul de transfert thermique, la formule $Q = mc\Delta T$ est très souvent donnée sans aucune justification. Quand elle est vraie, elle doit absolument être déduite du premier principe appliqué sur un système à définir et entre des instants à préciser. Les écritures $U = Q + W$, ou $dU = Q + W$ apparaissent aussi régulièrement. On note beaucoup de confusions entre d , δ et Δ : ces notations sont certes un peu difficiles mais la rigueur quant à leur utilisation est indispensable pour une bonne compréhension de la situation étudiée.

L'étude des diagrammes enthalpiques est plus souvent réussie.

La différence entre le premier principe et le premier principe appliqué aux fluides en écoulement n'est pas toujours comprise. Trop souvent, on entend que l'on passe de l'un à l'autre « en divisant par la masse ». Les confusions sont régulières entre W et w_i et la signification des grandeurs massiques souvent non assimilée.

Énergie interne ou enthalpie sont souvent confondues et l'étude des changements d'état régulièrement mal menée.

Il est alors évident que les candidats qui savent citer et utiliser correctement les théorèmes du cours sont tout de suite valorisés. De même, ceux qui font la différence entre le sens conventionnel choisi pour un transfert thermique et son sens réel (à l'aide notamment d'un schéma, particulièrement utile quand deux systèmes sont en jeu) se distinguent nettement des autres.

Les notions de résistance thermique ont été correctement utilisées dans l'ensemble. En revanche, le laplacien ΔT apparaissant dans l'équation de la chaleur a plusieurs fois été confondu avec une variation de température.

Mécanique des fluides

Il est rare d'avoir à la fois un énoncé juste du théorème de Bernoulli associé à ses conditions d'application (et à leur signification).

La capacité exigible du programme « établir un bilan de puissance pour un circuit hydraulique ou pneumatique avec ou sans pompe » est particulièrement mal maîtrisée. Le jury est souple sur la méthode utilisée par le candidat (premier principe sur fluide en écoulement, théorème de Bernoulli généralisé, ou bilan macroscopique) mais il y a souvent des confusions et des impossibilités de développer des raisonnements sur ce type de questions.

Mécanique

La mécanique, qui était un domaine plutôt bien maîtrisé les années précédentes, a montré davantage de prestations décevantes qu'à l'accoutumée. C'est probablement la première année que des candidats ne savent plus énoncer la deuxième loi de Newton et écrivent « $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{v}$ » ou des relations erronées du même type. C'est encore relativement rare, mais suffisamment significatif pour être évoqué.

Régulièrement, des confusions ont lieu entre force et moment. Le calcul du moment par bras de levier mène régulièrement à des erreurs de signe. De manière générale, la plupart des candidats ne prennent pas le temps de faire un schéma clair de la situation, de définir correctement le système et de dessiner les actions mécaniques en présence... engendrant ainsi de multiples erreurs. Même si, individuellement, elles n'ont pas de gravité, leur accumulation fait perdre un temps considérable (bien plus que le temps de dessiner un schéma) et laisse une impression mitigée à l'examineur. Les erreurs de projection de forces, de calculs des moments et des confusions sur les théorèmes utilisés sont souvent remarquées (utiliser le TEC/TEM pour chercher une vitesse inconnue, et le TPC/TPM pour déterminer l'équation différentielle régissant le mouvement).

Optique

En optique, c'est probablement l'optique interférentielle à deux ondes qui a été la mieux réussie. Il faut toutefois que les candidats connaissent et comprennent la formule de Fresnel, sachent calculer la différence de marche au point étudié, et connaissent les conditions d'interférences constructives/destructives. Dans ce cas, alors, la prestation est souvent intéressante et l'exercice bien mené. Les confusions entre les conditions d'interférences portant sur le déphasage, la différence de marche ou l'ordre d'interférence sont malheureusement régulières. Sur un dispositif de type « trous d'Young » avec observation à l'infini, les candidats qui ont clairement su expliquer l'utilisation du théorème de Malus combiné au principe de retour inverse de la lumière ont été fortement valorisés.

Les exercices sur les réseaux ont mené à des prestations contrastées. Chez certains, elles se résument à présenter la formule des réseaux sans en connaître la signification et sans savoir à quoi correspondent les angles γ apparaissant. L'ordre d'interférence (souvent noté p) a régulièrement été interprété comme le pas du réseau. Il y a là un exemple typique d'application d'une formule sans réelle compréhension. En revanche, d'autres ont bien assimilé cette notion et ont alors réalisé une bonne prestation.

En optique géométrique, la relation, issue des lois de Descartes, reliant les angles formés par les rayons incidents et réfractés par rapport à la normale a plusieurs fois été écrite de manière erronée. Par ailleurs, la conjugaison des foyers et de l'infini est rarement clairement connue. La construction de rayons, l'utilisation de foyers secondaires ou encore la manipulation des longueurs algébriques posent de nombreux problèmes.

Électromagnétisme

À la question « Pouvez-vous présenter le phénomène d'induction ? », le jury attend, à minima, la présence d'un champ magnétique variable traversant un circuit et qui génère une force électromotrice en son sein. Certains candidats ont par ailleurs approfondi en présentant les deux cas (circuit fixe par rapport à champ uniforme variable, circuit mobile) ce que le jury a apprécié. Toutefois, beaucoup d'explications fausses ont été données, notamment celle qui consiste à dire que l'induction est le fait qu'un courant (parfois devant être variable) génère un champ magnétique.

L'étude des circuits électriques à mutuelle inductance pose souvent problème.

Le programme de première année de TSI mentionne que les candidats doivent pouvoir décrire qualitativement le fonctionnement de diverses machines électriques (synchrone, asynchrone et courant continu) : à chaque fois que cette question a été posée, elle a généré de grandes difficultés.

Les équations de Maxwell sont généralement connues, même si leurs noms sont parfois inversés. Leur signification et leur lien aux équations macroscopiques associées sont moins souvent compris par les candidats.

De nombreuses confusions ont été constatées entre le théorème de Gauss et le théorème d'Ampère. Les études des symétries et invariances, quand elles sont effectuées, sont souvent peu rigoureuses et incomplètes. Enfin, les contours et surfaces d'intégrations sont rarement précisés et orientés clairement.

Électricité

Face à des circuits à ALI, l'identification du fonctionnement linéaire ou non par analyse de la rétroaction a été souvent bien menée. Les conséquences sur la valeur de $\epsilon = V_+ - V_-$ ne sont pas toujours connues ; et les hypothèses associées à l'ALI idéal pas toujours maîtrisées. De nombreux étudiants utilisent le théorème de Millman, mais le jury rappelle qu'aucun exercice ne le justifie a priori. Ponts diviseurs, lois des mailles et lois de nœuds sont suffisants dans tous les cas. Établir des fonctions de transfert simples par pont diviseur est souvent bien mené. L'analyse des pentes hautes et basses fréquences du diagramme de Bode en gain d'un filtre, à partir de sa fonction de transfert est régulièrement réussie.

Le jury insiste toutefois sur le fait qu'un exercice d'électronique n'est pas une succession de calculs. Par exemple, la compréhension de la notion de spectre d'un signal est essentielle pour anticiper le rôle d'un filtre dans une application donnée et pouvoir ainsi le dimensionner.

Si donc l'électricité a mené à des prestations correctes, il y a un domaine qui pose de gros problèmes : l'étude des oscillateurs. Les candidats doivent pouvoir reconnaître et savoir étudier, à partir de la description des blocs qui les constituent, les oscillateurs quasi-sinusoidaux et à relaxation. À la question : « Quels types d'oscillateurs connaissez-vous en électronique ? » que le jury pose pour guider la réflexion, la réponse quasi-systématique est « l'oscillateur harmonique, les oscillateurs pseudo-périodiques... ». Les exercices sur les oscillateurs sont fortement discriminants : soit ils mènent à des prestations assez décevantes, soit à d'excellents (mais trop rares) oraux pour des candidats qui maîtrisent ce point de cours.

L'électrocinétique de première année a également posé de nombreux problèmes avec notamment des difficultés dans la manipulation de la notation complexe.

Chimie

Alors que, usuellement, la chimie était une thématique qui était satisfaisante, le manque de rigueur dans l'application des méthodes usuelles a, cette année, souvent été regretté.

De nombreuses confusions ont été observées sur l'interprétation du signe de $\Delta_r H^\circ$: difficile pour beaucoup de candidats de trancher entre exo et endothermique.

Les lois de modération concernant les déplacements d'équilibre sont souvent connues de manière imprécise. La différence de nombre de molécules de gaz entre produits et réactifs est souvent évoquée, tout comme le caractère exo ou endothermique... mais souvent la conclusion est inverse de celle attendue ou, pire, l'influence de la pression est associée au caractère endo(exo)-thermique et celle de la température aux molécules de gaz...

Pour la méthode de la température de flamme, trop souvent, c'est l'analyse des unités des grandeurs présentes dans les données qui est le seul argument présenté pour justifier les raisonnements effectués. Le

jury a toutefois apprécié et valorisé quelques candidats sachant expliquer clairement les différentes étapes de raisonnement associées à cette méthode.

Par ailleurs, le jury a conscience que nombre de calculatrices sont capables de mémoriser la structure électronique d'un élément quelconque. Il convient donc d'énoncer les lois utilisées pour déterminer cette structure et de savoir les expliquer à l'oral.

Des erreurs sont régulièrement observées lors du calcul du quotient de réaction. Sa confusion avec la constante thermodynamique d'équilibre est courante. En oxydo-réduction, la détermination de la constante thermodynamique d'équilibre par égalité des potentiels redox est assez mal réussie. De même, des confusions entre oxydation/réduction ou anode/cathode sont souvent observées.

Informatique

Le jury rappelle que, lorsque l'on évoque la fonction `nom_fonction(paramètres)` du module `nom_module`, il suffit de l'appeler (un aide-mémoire est d'ailleurs fourni pour rappeler comment effectuer cette action) et non de la programmer. Dans la grande majorité des sujets, il suffit d'appliquer les fonctions en choisissant les paramètres adéquats et d'interpréter les résultats obtenus.

Quand il faut programmer une fonction, l'énoncé le demande clairement.

Conclusion

Malgré une rédaction de ce rapport qui peut paraître sévère, le jury a bien entendu conscience des fortes perturbations qui ont ponctué la préparation des épreuves durant les deux années de préparation. Il a pu tolérer des oublis et a accepté, plus que d'habitude, le fait que certains points essentiels du cours aient été mal compris. Si les candidats faisaient preuve d'esprit critique, savaient rebondir sur les indications du jury et avançaient pas à pas pour construire des raisonnements de qualité... alors ils ont été très valorisés.

En revanche, la tendance grandissante à escamoter les raisonnements en présentant une formule non justifiée, la volonté de ne raisonner qu'avec les unités ou la difficulté pour un candidat d'expliquer la démarche qu'il entreprend sont grandissantes et le jury ne peut les accepter. Il convient pour les futurs candidats d'être très vigilants sur ces points.

Le jury n'attend pas des prouesses de calcul sur des exercices techniques ou la connaissance d'astuces sur des exercices « type » ; il cherche juste à évaluer le degré de maîtrise des capacités exigibles identifiées dans le programme, ainsi que la capacité des candidats à s'approprier des situations nouvelles par une lecture attentive des informations de l'énoncé. Certains y sont bien parvenus et ont réussi de très beaux oraux. Le jury les félicite.

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

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

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

L'évaluation s'articule le plus souvent autour de trois composantes : les échanges oraux qui conduisent la plupart du temps à l'élaboration ou à l'explication de protocoles, les gestes techniques, c'est-à-dire la mise en œuvre des protocoles et enfin le compte-rendu. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou sont à proposer par les candidats. Parallèlement aux échanges avec l'examinateur, les candidats rédigent un compte-rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses aux questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé aux candidats d'analyser et de valider les résultats, de répondre de façon argumentée à la problématique posée, d'effectuer une synthèse montrant qu'ils ont compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore de répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

Le matériel fourni diffère d'un centre d'examen à l'autre. Par défaut, les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Les copies et les brouillons sont en revanche toujours fournis par le concours. Les appareils connectés (et en particulier les téléphones portables) et les clés USB sont interdits. Les montres sont interdites dans certains centres d'examen (par exemple à l'IUT Orsay) mais tous les centres mettent un réveil ou une horloge à disposition des candidats. Pour les manipulations de chimie et pour des raisons de sécurité, les candidats doivent porter un pantalon et des chaussures fermées, les cheveux longs doivent être attachés. Ils doivent se munir d'une blouse en coton à manches longues et apporter leurs lunettes de protection. Les lentilles de contact ne sont pas autorisées.

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

Analyse globale des résultats

Si globalement, les candidats sont bien préparés à l'épreuve de TP de physique, on a pu noter cette année, un peu plus de difficultés et de lenteurs dans la réalisation des protocoles expérimentaux. Par ailleurs, le jury déplore le niveau très bas d'un nombre assez important de candidats, insuffisamment préparés ou même sans aucune préparation aux épreuves expérimentales. De plus, le jury a constaté un manque de combativité de ces candidats durant l'épreuve, malgré la bienveillance des examinateurs à leur rencontre. Cette situation pourrait s'expliquer en partie par la situation sanitaire, qui n'aurait pas permis, dans certains lycées, une préparation suffisante à cette épreuve.

En TP de chimie, un grand nombre de candidats de la filière TSI semblent avoir eu quelques difficultés dans les manipulations et manquent de dextérité. Le jury a conscience que la préparation a certainement dû être plus difficile en raison du contexte sanitaire. Certains candidats sont néanmoins de brillants expérimentateurs et font des analyses très fines.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attitude

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

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte-rendu, une fois les explications et consignes données. En chimie, le rangement de la paillasse et la vaisselle se font en dehors des trois heures.

Les candidats sont responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Le jury recommande l'usage de brouillons ou, pour les TP de physique, du compte-rendu lors des échanges avec l'examinateur et regrette que ces échanges ne soient pas plus précoces, ce qui permettrait au candidat de disposer de plus de temps pour traiter la suite du TP. En chimie, mais également en optique ou en électronique, certains candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examinateur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les annexes et les tableaux de données. Identifier les différentes manipulations à réaliser et les éventuels « temps d'attente » (notamment en chimie : chauffage ou agitation de quelques minutes, acquisitions automatiques en cinétique, attente d'un appel) permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité. L'analyse des données fournies est importante. En chimie, elle permet de reconnaître la réactivité des espèces chimiques étudiées (acides, bases, oxydants, réducteurs...) et les grandeurs physico-chimiques qui les caractérisent (E° , pK_a , pK_s) donc de prévoir ou de comprendre les protocoles permettant, par exemple, de les doser.

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

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

Le jury attend que les candidats préparent ces appels :

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

Suivant le cas, un protocole est fourni à l'issue de l'appel, que la proposition faite par le candidat soit correcte ou non. Par ailleurs, les candidats doivent faire la différence entre un test qualitatif et une mesure précise de manière à ne pas perdre de temps. Ainsi, de nombreux candidats n'ont pas le temps d'effectuer le dernier appel, ou sinon dans de mauvaises conditions.

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

Interaction avec l'examineur

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

Sécurité

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

Le port des lentilles de contact est strictement interdit et les lunettes, sur-lunettes ou visières sont obligatoires pendant toute la durée des manipulations. Cette année, le jury a mis à disposition des candidats des visières afin d'éviter la buée sur les lunettes due au port du masque. Le jury a constaté que les candidats ont bien mieux supporté ces visières que les lunettes de sécurité et réitérera sa démarche pour les années futures.

Aspects pratiques en TP de physique

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

L'oscilloscope numérique est souvent employé comme instrument capable de tout mesurer (à la place du voltmètre par exemple). Nombre de candidats en attendent des fonctions évoluées (calcul de valeur crête, de valeur moyenne...) mais manquent d'esprit critique quant aux résultats obtenus (par exemple dans le cas d'échelles horizontales ou verticales inadaptées, de valeurs relevées en position AC ou DC). Un mauvais choix de fonctions par certains candidats (maximum ou tension crête-à-crête au lieu d'amplitude, retard au lieu de phase...) rend les mesures moins précises ou moins faciles à effectuer. Beaucoup de candidats attendent que l'appareil mesure les déphasages et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque cette fonction n'est pas disponible. Enfin certains candidats font confiance à la fonction *measure* alors même que le signal est à peine visible à l'écran.

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

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

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

Parmi les candidats qui décident d'utiliser une résistance pour effectuer cette mesure à l'oscilloscope (via une mesure de différence de potentiel), la plupart ne sait pas justifier le choix de la valeur de la résistance.

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

Une confusion entre courant alternatif et continu, des erreurs de branchement de câbles coaxiaux et des erreurs de calcul de pente en échelle logarithmique ont parfois été constatées.

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

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

Aspects pratiques en TP de chimie

Environ 15 % des admissibles au concours ont réalisé une épreuve de travaux pratiques portant sur la chimie. Le jury souhaite donner quelques conseils spécifiques aux futurs candidats pour que ceux-ci puissent réaliser au mieux dans le temps imparti les différentes manipulations proposées.

Les sujets de chimie portent sur le programme des deux années. Ils demandent la réalisation de manipulation concernant un grand nombre de thématiques, par exemple :

- chimie analytique (réalisation de titrage ou de dosage par étalonnage, études de transformation acido-basique ou d'oxydoréduction, précipitation) ;
- cinétique chimique (détermination d'ordre, d'énergie d'activation) ;
- thermochimie (détermination d'enthalpie de réaction, mise en œuvre d'une technique de calorimétrie) ;
- oxydoréduction (mise en œuvre d'une démarche expérimentale s'appuyant sur un diagramme potentiel-pH.)

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

Choix de la verrerie

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

Réalisation de solutions

Le jury attend des candidats qu'ils soient capables :

- de préparer avec précision une solution par dissolution d'un solide en utilisant une balance de précision, une fiole jaugée et en récupérant de façon quantitative le solide. La masse réellement pesée plus ou moins proche de la masse demandée n'est généralement pas utilisée dans l'exploitation des manipulations par le candidat. Le terme transvasement quantitatif est source d'incompréhension. Le jury rappelle aux candidats qu'un transvasement quantitatif consiste à verser la totalité du prélèvement en rinçant la coupelle ou le contenant avec le solvant. Cette année, beaucoup de candidats ont réalisé les dissolutions en utilisant des béchers au lieu de fioles jaugées. Par ailleurs, le jury regrette l'absence d'homogénéisation (aussi bien quand la fiole jaugée n'est remplie qu'aux deux-tiers qu'en fin de réalisation) si bien que dans certaines solutions préparées, il reste encore du solide au fond de la fiole jaugée. Retourner cinq fois une fiole bouchée permet souvent une excellente homogénéisation ;
- de réaliser une dilution précise en utilisant pipette jaugée et fiole jaugée. Là encore, l'homogénéisation est souvent défailante induisant un gradient de concentration qui peut poser problème lors de l'utilisation des solutions. De même, trop souvent, on a pu regretter l'utilisation de béchers ou d'éprouvettes.

Titrage

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

Dans un second temps, les candidats doivent chercher une méthode de détermination de l'équivalence. Puis, lors de l'élaboration d'un protocole, il convient d'écrire la relation à l'équivalence, de supposer

un volume équivalent cohérent ; les candidats pourront ainsi en déduire la nécessité ou non de diluer la solution titrée et de choisir le volume du prélèvement adapté.

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

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

Par ailleurs, les différentes techniques de suivi d'un titrage ne sont pas toutes connues ou maîtrisées. Le suivi par potentiométrie est ainsi rarement proposé. Cette année encore, le suivi par potentiométrie est confondu avec celui par conductimétrie ou même par pH-métrie. De même, le suivi conductimétrique est confondu avec celui de la pH-métrie. Le jury rappelle que lors d'un dosage suivi par conductimétrie, la grandeur mesurée est la conductivité alors que celle mesurée lors d'un dosage suivi par potentiométrie est une différence de potentiel.

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

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

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

Le jury recommande également de tracer la courbe de façon simultanée à la prise de valeur ce qui permet aux candidats de resserrer les points si nécessaire. L'utilisation d'un tableur (Regressi, Latis-pro, Excel, Libre-office Calc) est recommandée. Par ailleurs, les candidats qui utilisent les tableurs, entrent leurs mesures directement mais ne pensent pas (ou ne savent pas) afficher les courbes au fur et à mesure. Ils déterminent mal l'équivalence, le volume versé à l'équivalence est alors obtenu de façon très imprécise. De plus, certains candidats sont si peu à l'aise avec le logiciel choisi qu'ils ne savent pas l'utiliser pour déterminer le volume versé à l'équivalence à partir de la courbe tracée.

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

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

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

Calorimétrie

Cette année, les mesures de calorimétrie ont posé de gros problèmes aux candidats. La méthode des mélanges permettant de mesurer la capacité thermique d'un calorimètre est mal connue. La mise en pratique de la méthode des mélanges s'avère délicate. Les masses d'eau introduites dans le calorimètre doivent être connues avec précision. Il est par exemple possible de verser un volume d'eau correspondant approximativement à la masse d'eau souhaitée dans un bécher, de peser le bécher plein, de verser l'eau dans le calorimètre puis de peser le bécher vide pour connaître par différence la masse d'eau introduite.

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

Oxydoréduction

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

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

Exploitation des résultats

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

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

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

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

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

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

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

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

Compétence « communiquer »

À l'oral

L'épreuve comporte une part de communication orale et la capacité des candidats à exposer clairement leur démarche est largement évaluée. Les candidats sont invités à appuyer leur raisonnement sur un schéma clair ou un calcul effectué proprement au brouillon. On attend un langage précis, une expression claire. Le jury recommande de limiter l'expression « du coup » qui est trop souvent utilisée.

Les échanges avec l'examinateur sont aussi l'occasion d'orienter les candidats qui se sont parfois trompés. Le jury évalue favorablement ceux d'entre eux qui écoutent et mettent en pratique les conseils prodigués. Comme indiqué précédemment, nous recommandons aux candidats d'interagir avec l'examinateur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Un compte-rendu succinct est attendu, il doit comporter les réponses aux questions posées dans le sujet. Toutefois, il n'est pas nécessaire de développer les commentaires des résultats et de présenter le détail des protocoles qui ont été précédemment abordés à l'oral car ils ont déjà été évalués. Enfin, les candidats doivent s'efforcer de rédiger leur compte-rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible. Les résultats doivent être soulignés ou encadrés. Les explications doivent être concises et répondre aux questions posées. Les tableaux de mesures sont trop rares alors qu'ils sont très appréciés. En fait, trop de candidats se satisfont d'une seule mesure. L'épreuve est certes en temps limité, mais répéter une mesure est utile pour comprendre quels effets peuvent intervenir dans l'évaluation de l'incertitude associée la mesure. Le jury recommande aux futurs candidats ne pas négliger la rédaction du compte-rendu. Il a été noté que la qualité des comptes-rendus s'est globalement dégradée dans les dernières années.

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

Conclusion

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

Ce rapport pointe principalement les erreurs et l'absence de maîtrise de capacités techniques et compétences expérimentales observées chez les candidats mais le jury n'en oublie pas moins les qualités de beaucoup d'entre eux.

Sciences industrielles de l'ingénieur

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

Présentation de l'épreuve

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

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

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

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

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

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

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

Organisation de l'épreuve

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

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

Les objectifs, le déroulement et les compétences évaluées dans ces différentes parties sont décrits plus précisément dans la section 3.

Supports matériels utilisés

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

- nacelle gyrostabilisée ;
- compacteur solaire communicant ;
- drone didactique contrôlé ;
- hoverboard ;
- slider de caméra ;
- robot nettoyeur de vitres.

Capacité de synthèse et de communication

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

Analyse globale des résultats

La session 2021 a permis d'évaluer 268 candidats. Le jury constate que la grande majorité connaît les attendus, l'organisation des sujets et la structuration de l'épreuve de TP de sciences industrielles de l'ingénieur. En particulier, les attendus de la partie réalisée en autonomie sont bien compris.

En dépit des périodes de confinement subies et des contraintes dues au contexte pandémique actuel, les prestations montrent que les fondamentaux de sciences pour l'ingénieur sont bien présents dans les compétences des candidats. Le jury a néanmoins noté une légère augmentation des difficultés liées à la prise en main des aspects expérimentaux et une perte en autonomie, peut-être imputables aux contraintes sanitaires lors de la préparation des candidats.

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

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

Les capacités à réaliser une synthèse globale en temps limité sont en progression très perceptible. La majorité des candidats a bien intégré la contrainte en temps limité et propose une synthèse de qualité. Des progrès sont cependant possibles en évitant des propos trop génériques hors du contexte de l'étude, en s'appuyant sur des données quantitatives à l'occasion de la mise en évidence de la problématique et de la conclusion et en veillant à une synthèse dans le temps imparti de trois minutes. La capacité à effectuer une synthèse globale en temps limité fait partie des compétences recherchées pour un ingénieur, elle peut être développée au moyen des conseils donnés dans la suite de ce rapport.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

La première partie est conçue pour une durée d'environ quarante-cinq minutes. L'ensemble des activités amène les candidats à montrer leur capacité à s'approprier le support matériel fourni, analyser un système complexe, vérifier un ensemble d'exigences attendues du système industriel associé et comprendre la problématique objet de l'étude. Pour cela, les activités de cette partie sont conçues de façon à permettre aux candidats :

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

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

- de préciser les fonctions constitutives, de localiser sur le système les différents constituants associés et de décrire leur principe de fonctionnement (par exemple les capteurs les plus classiques) ;

- de présenter la structure des capteurs et leur principe de fonctionnement, de préciser le type de signal de sortie, ses propriétés, etc.).

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

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

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

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

Dans tous les cas, toute mise en équation, lorsqu'elle est nécessaire, reste limitée à des relations simples, et l'objectif est généralement de définir la forme du modèle qui sera identifié ou recalculé.

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

À noter que la démarche amenant à une solution au problème étudié est rarement unique. Ainsi, des démarches ou hypothèses différentes peuvent conduire à des solutions distinctes du problème abordé lors de cette deuxième partie. Les examinateurs s'attachent à dissocier l'exactitude des valeurs trouvées de la cohérence et de la pertinence de la démarche. Le jury évalue les capacités à prendre des initiatives, à formuler des hypothèses, à évoluer en autonomie, à critiquer les choix effectués, à justifier les solutions apportées aux problèmes rencontrés et enfin à aboutir à une démarche structurée menant à une solution.

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

La troisième partie est conçue pour amener les candidats à l'exploitation, entre-autres, des modèles développés lors de la deuxième partie. Les éléments complémentaires seront fournis, si nécessaire, afin de permettre une progression dans la troisième partie indépendante de la partie précédente. Les activités

proposées dans cette partie ont pour objectif global la prévision des performances et de l'évolution du système en vue de satisfaire le besoin exprimé. Elle doit permettre :

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

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

Capacité de synthèse et de communication

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

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

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

L'évaluation tient compte des capacités à utiliser les informations données dans le sujet et les documents techniques mis à disposition ou les aides ponctuelles des examinateurs, de la clarté et précision des explications et de la capacité de synthèse.

Pour la présentation des résultats, les postes informatiques disposent d'un ensemble complet de suites bureautiques (Microsoft Office et / ou Libre Office) permettant de conserver temporairement des courbes suite à des mesures ou de rassembler des graphiques dans un document, pour faciliter les échanges avec l'examinateur et en vue de préparer la synthèse. Il est rappelé néanmoins qu'aucun compte-rendu écrit n'est demandé.

Logiciels utilisés

Cette épreuve de travaux pratiques fait appel à l'outil informatique et plus précisément à des logiciels de modélisation / simulation de systèmes dynamiques et de programmation informatique prévus dans le programme de CPGE (Python et Scilab). Pour l'utilisation de ces langages et logiciels, un aide-mémoire est

systématiquement fourni sous la forme d'un document ressources (y compris pour Python) et l'ensemble du programme de l'informatique pour tous en CPGE peut être utilisé lors de cette épreuve.

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

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

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

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

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

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

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

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

Appropriation du sujet et présentations orales

Les sujets de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur comportent une importante quantité d'informations. Le jury attire l'attention des candidats sur le besoin de lire précisément les sujets et la documentation technique. En ce sens, des approches proposées ou des informations fournies (par exemple afin de faciliter la démarche de modélisation ou la réalisation d'un protocole expérimental)

ne sont pas toujours scrupuleusement suivies. Les excès de précipitation peuvent conduire à des erreurs qui, finalement, se traduisent par une perte de temps pénalisante pour la progression de l'étude.

Une part des candidats oublie de restituer oralement l'ensemble des activités menées. Le jury rappelle que *seuls les éléments verbalisés* sont pris en compte pour l'évaluation. Pour la session 2021, les questions formulées par les examinateurs lors des interrogations ont généralement permis néanmoins de rattraper ces oublis au bénéfice des candidats.

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

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

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

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

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

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

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

Partie en autonomie

Le principe de la partie en autonomie encadrée semble bien connu et le jury constate un effort, et de la ténacité, de la part des candidats pour progresser. Cette partie étant conçue autour d'une problématique de modélisation, une meilleure appréhension de la modélisation et la connaissance des attendus conduit à une meilleure préparation des candidats et, in fine, à des progrès se traduisant par des meilleures prestations.

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

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

En écho à la remarque sur la précision de lecture de sujets, les candidats qui par précipitation ne s'imprègnent pas suffisamment du contenu (et donc des pistes d'études proposées) et ne voient pas un certain nombre d'informations simples données en vue de faciliter leur progression (récupération de données constructeurs par exemple) se pénalisent. De manière générale, le jury conseille aux candidats de commencer cette partie par une étape préalable de réflexion sur la démarche qu'ils vont suivre, avant de se lancer immédiatement dans la réalisation de calculs, de mesures ou de schémas.

Analyse

Les éléments composant les chaînes fonctionnelles d'information et d'énergie sont bien connus, les difficultés constatées consistent à les situer précisément sur le support et à faire une présentation formalisée de leur organisation mettant en évidence l'architecture du système analysé (alimentation, pré-actionneur, actionneur, effecteur, etc.). Par ailleurs, le vocabulaire technologique est parfois peu approprié et approximatif. Le jury note en particulier qu'un certain nombre de candidats présente des chaînes d'information et d'énergie constituées de composants classiques rencontrés durant leur formation, sans se poser la question de leur présence réelle ou non sur le système considéré durant l'épreuve. Le jury rappelle à ce titre que les diagrammes SysML fournis (notamment les diagrammes de définition des blocs et des blocs internes) doivent permettre d'identifier les constituants et de comprendre l'architecture d'une chaîne fonctionnelle.

Sur un aspect expérimental

Les mesures sont souvent interprétées à minima, ce qui traduit un manque d'analyse. Une comparaison de résultats souvent non chiffrée et sans valeur quantifiée n'est pas admise. Les expressions « cela satisfait les exigences », « les mesures ressemblent à la simulation », « la courbe est bonne », « les résultats sont similaires », etc. ne sont pas acceptables.

L'absence de vérification de l'homogénéité des relations manipulées et de la validation des modèles utilisés (effectuée expérimentalement ou en utilisant la simulation numérique) conduit une part non négligeable de candidats à des erreurs d'analyse. Ce constat est particulièrement mis en évidence lors de l'utilisation de documents techniques où les valeurs des différents paramètres ne sont pas systématiquement données dans les unités SI (en particulier l'oubli assez récurrent de conversion d'une vitesse de rotation donnée en tours/min en rad/s).

Le jury note souvent un manque de rigueur dans la comparaison de résultats (issus de simulation ou de mesures). Les indicateurs liés à cette comparaison doivent être systématiquement chiffrés (valeurs maximale, finale, dépassement...). Une validation uniquement qualitative du type « on constate que c'est à peu près pareil... » n'est évidemment pas suffisante.

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

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

En automatique

Le choix ou la justification d'une loi de commande (structure, correcteur, etc.) repose souvent sur des critères trop généraux, non argumentés à l'aide d'arguments quantifiés et contextualisés liés au cas d'étude concerné. On peut choisir par exemple les critères usuels comme la marge de phase au regard d'une pulsation de coupure souhaitée, la nécessité (ou non) d'une action intégrale selon le type de consigne ou la présence de perturbations, etc. ;

Les comparaisons entre les courbes réponses simulées et les courbes réponses du système réel sont souvent très mal réalisées (effet des conditions initiales, stimuli injecté, comparaison modèles simplifiés/modèles plus complexes/système réel) ;

La connexion entre les résultats d'analyse harmonique/comportement système dans le domaine temporel ne sont pas suffisamment connus ;

Les capacités à manipuler et exploiter les réponses fréquentielles en boucle ouverte (diagrammes de Bode) pour déterminer des critères de performances classiques (stabilité, marges de stabilité) sont en progrès mais des améliorations sont encore possibles. Le jury conseille aux candidats de conserver des formes factorisées des fonctions de transfert considérées et de manipuler des formes canoniques simples.

L'analyse du fonctionnement d'une structure d'électronique de puissance n'est souvent comprise que si elle est présentée en détails dans le sujet. Ainsi, l'analyse du fonctionnement de circuits simples en commutation (convertisseurs statiques) pose des problèmes importants à la majorité de candidats : un candidat de la filière TSI doit être capable d'analyser et de justifier les formes des tensions et des courants, de préciser les relations caractéristiques, etc.

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

Modélisation

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

- le jury attire l'attention sur la nécessité de préciser le système isolé, le bilan exhaustif des actions mécaniques extérieures, le théorème utilisé (TRD, TMD ou TEC), la direction éventuelle de projection, le point de réduction pour le théorème du moment, les hypothèses de modélisation, etc. Retrouver des relations par analyse dimensionnelle sans être capable de les justifier avec les différents théorèmes vus en cours n'est pas acceptable ;
- l'utilisation du théorème de l'énergie cinétique (TEC) pour l'établissement des lois de comportement dynamique n'est pas assez maîtrisée. La présence d'une inertie équivalente dans une loi (par exemple

pour le modèle de la machine à courant continu) impose l'utilisation du TEC ce qui ne semble pas acquis par tous les candidats ;

- la notion de quantités équivalentes rapportées à l'axe d'un actionneur est mal connue (inertie/masse équivalente, couple/force équivalent(e), coefficient de frottement équivalent). Leur utilisation est pourtant indispensable pour construire le modèle de comportement utilisé pour la conception et la mise au point de la commande asservie d'un système.

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

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

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

Le jury note des difficultés pour la mise en équation de circuits électriques simples lorsqu'une démarche n'est pas précisée d'une façon explicite, par exemple lors d'activités préparatoires à l'identification des valeurs des paramètres du circuit ou pour définir la forme d'un modèle à identifier.

Aspects expérimentaux

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

Les candidats ne sont que rarement sensibles aux gains des sondes utilisées (sondes de courant et sonde différentielle) d'où des mesures fausses.

Le jury a souvent l'impression que les candidats n'osent pas réaliser des mesures sur le système (des protocoles adaptés sont souvent proposés mais sans les mettre en œuvre peut être par appréhension d'une mauvaise utilisation du matériel mis à disposition). Le jury encourage les candidats à s'engager dans les aspects expérimentaux.

Utilisation de l'outil informatique

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

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

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

Synthèse globale

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

Il reste néanmoins que des candidats, en faible nombre, semblent hésitants sur les attendus de la synthèse globale mais ce constat est à nuancer car peut être lié au contexte actuel et à l'absence d'oral pour la session 2020. Lors des présentations effectuées, certains candidats ont tendance à rentrer dans des détails inutiles. En plus de déborder du temps imparti, un niveau de détails trop important conduit souvent à un exposé confus, mal structuré et montre un manque de recul sur le lien entre la problématique et les activités proposées. De même, une présentation trop générale, indépendante du support étudié, sans lien précis ni quantifié avec la problématique abordée n'est pas bien considérée. Le fil conducteur de la présentation doit être organisé autour de trois mots clés : problématique, démarche, conclusion ... contextualisés sur le support de l'étude. Cette activité demande un réel entraînement. Le jury conseille :

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

Il est indispensable que les présentations soient fondées sur le support étudié, les modèles développés ou étudiés, les mesures et analyses réalisées en rappelant systématiquement les principaux résultats obtenus. Les résultats présentés doivent être retenus en raison de leur pertinence en nombre limité et quantifiés compte tenu des exigences formulées par le cahier des charges. Le jury n'attend, en aucun cas, un compte rendu linéaire des activités abordées au cours de la séance.

Conclusion

Pour la session 2022, les objectifs généraux et l'organisation de l'épreuve orale de sciences industrielles de l'ingénieur seront dans la continuité de ceux de la session 2021. La partie en autonomie encadrée prévue sur une durée d'une heure environ et la synthèse globale en temps limité effectuée devant un examinateur, n'ayant pas suivi le candidat lors des quatre heures de l'épreuve, seront conservées.

Un sujet type sera publié sur le site du [concours Centrale-Supélec](#).

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

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

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

Anglais

Présentation de l'épreuve

En langue obligatoire comme en langue facultative, les examinateurs commencent par présenter aux candidats deux articles de 450 à 550 mots ; les candidats ont alors seulement quelques instants pour en sélectionner un, il leur est donc conseillé de prendre connaissance du titre pour cerner rapidement le sujet avant de faire leur choix. Suivent 20 minutes de préparation pendant lesquelles il est attendu des candidats qu'ils préparent un résumé et un commentaire à partir de l'article choisi.

L'interrogation dure également 20 minutes maximum ; lors d'une première phase de prise de parole en continu (10 minutes maximum), les candidats introduisent le contexte et le sujet global, puis présentent un compte-rendu synthétique suivi d'un commentaire de l'article et d'une conclusion. Il ne faut pas se contenter de lire le titre et de reprendre la source et la date de publication dans l'introduction ; ces éléments peuvent certes être repris mais seulement s'ils semblent avoir un intérêt particulier (par exemple, une date de publication significative car une évolution importante a eu lieu depuis). En outre, le contenu de l'article doit être systématiquement reformulé, la paraphrase ou pire, la lecture de passages du texte, étant fortement sanctionnées.

Cette première phase d'expression en continu est suivie d'un temps d'interaction au cours duquel les examinateurs formulent des questions en lien avec le sujet traité ou avec les idées présentées dans le commentaire, ces questions pouvant parfois ouvrir sur des débats plus généraux. Les candidats peuvent demander aux examinateurs de reformuler une question s'ils ne sont pas certains d'en avoir saisi la portée.

Lors de ces deux phases, les examinateurs évaluent donc à la fois la capacité des candidats à comprendre un article donné, à structurer leur présentation (dans le résumé et le commentaire), mais aussi la pertinence des exemples sélectionnés dans le commentaire et leur degré de précision ainsi que l'aisance avec laquelle ils s'expriment en anglais.

Analyse globale des résultats

Il existe une grande disparité dans la qualité des prestations des candidats : cette année, les notes attribuées s'échelonnent de 01 à 20/20.

Trop de candidats (en langue facultative notamment) ne sont pas au fait des attentes de l'épreuve sur le plan méthodologique : le jury souhaite rappeler qu'une présentation se limitant à un simple résumé paraphrastique est toujours pénalisée.

Les candidats qui obtiennent d'excellentes notes allient une compréhension fine des enjeux de l'article à un commentaire pertinent qui montre une connaissance précise de l'actualité et des questions de civilisation en lien avec le pays concerné. Il va sans dire qu'une langue riche (syntaxe claire, lexique varié, prononciation adaptée) permet un niveau de nuance et de précision de nature à mettre en valeur le fond.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Sur la forme de la présentation

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

- Le commentaire ne saurait se limiter à la simple expression de l’opinion personnelle du candidat ; il est donc particulièrement maladroit de dire “*I will now present my point of view on this issue*” au moment où le jury attend l’énoncé d’une problématique pour le commentaire.
- Les formules toutes faites et parfois maladroites (ex : **I will now present my branching out* en guise de transition entre le résumé et le commentaire) sont à éviter ; s’il est normal de développer un certain nombre de réflexes linguistiques, il faut toutefois veiller à ce que ceux-ci soient adaptés et authentiques.
- Il y a encore trop de redites dans le commentaire : une fois un point traité dans le résumé, il n’est nullement question de le reprendre dans le commentaire.
- Il est possible de souligner, de surligner ou même d’écrire sur l’article sélectionné.
- Le commentaire ne consiste pas en une simple liste d’arguments sans exemples ; c’est une démonstration qui doit être organisée de manière logique. Il est attendu des candidats qu’ils annoncent le plan de leur commentaire (alors que ce n’est pas le cas pour le résumé)

Sur le plan purement linguistique

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

- Attention aux maladroresses de forme ou de registre : les candidats doivent cesser de dire **the article talks about*, **the article is extracted from* et *like* n’est pas une conjonction de subordination que l’on peut utiliser à la place de *as if*.
- Attention aux pluriels erronés : **childrens*, **datas*, **medias*.
- Enfin, voici une liste — non exhaustive — des barbarismes à corriger à tout prix : **the Bourse*, **the inconvenients*, **the informatic*, **to contaminate*.
- Certains candidats demandent naturellement des termes qu’ils ne connaissent pas aux examinateurs : ce n’est pas recommandé. L’entraînement régulier en colle lors des deux ans de préparation doit permettre aux candidats de développer des stratégies de contournement sur le plan lexical et de s’exprimer de manière autonome.

Conclusion

Dans le contexte particulier des deux années de préparation écoulées, le jury souhaite saluer le travail des candidats et des professeurs préparateurs. Le niveau excellent de certaines prestations constaté à nouveau cette année montrent que malgré les conditions de préparation difficiles, les candidats ont dans leur grande majorité, su maintenir le cap. Le jury souhaite ici les en féliciter.

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

Espagnol

Présentation de l'épreuve

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

Les textes proposés ont été extraits des journaux suivants.

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

L'épreuve comporte trois phases :

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

Analyse globale des résultats

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le compte-rendu et le commentaire

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

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

L'entretien avec l'examinateur

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

La correction linguistique

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

Conclusion

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

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