

Concours Centrale-Supélec

Rapport du jury
pour les épreuves de la filière PC

Session **2023**

Résultats par épreuve

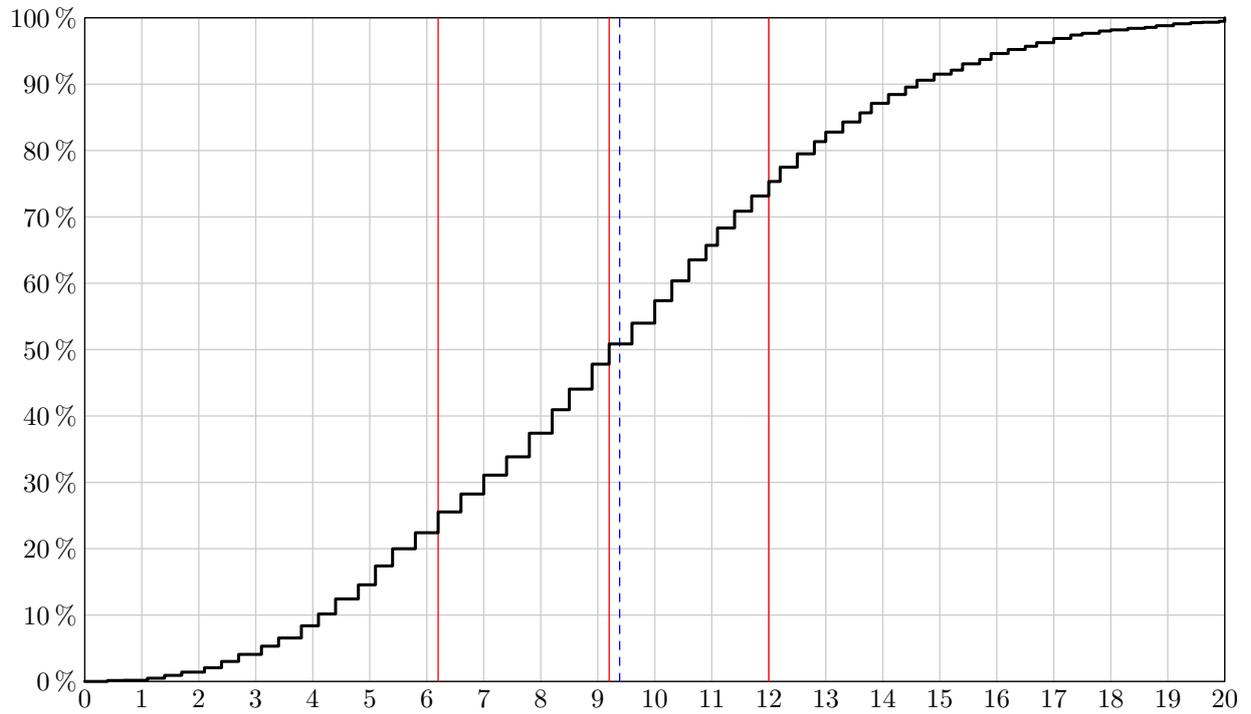
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

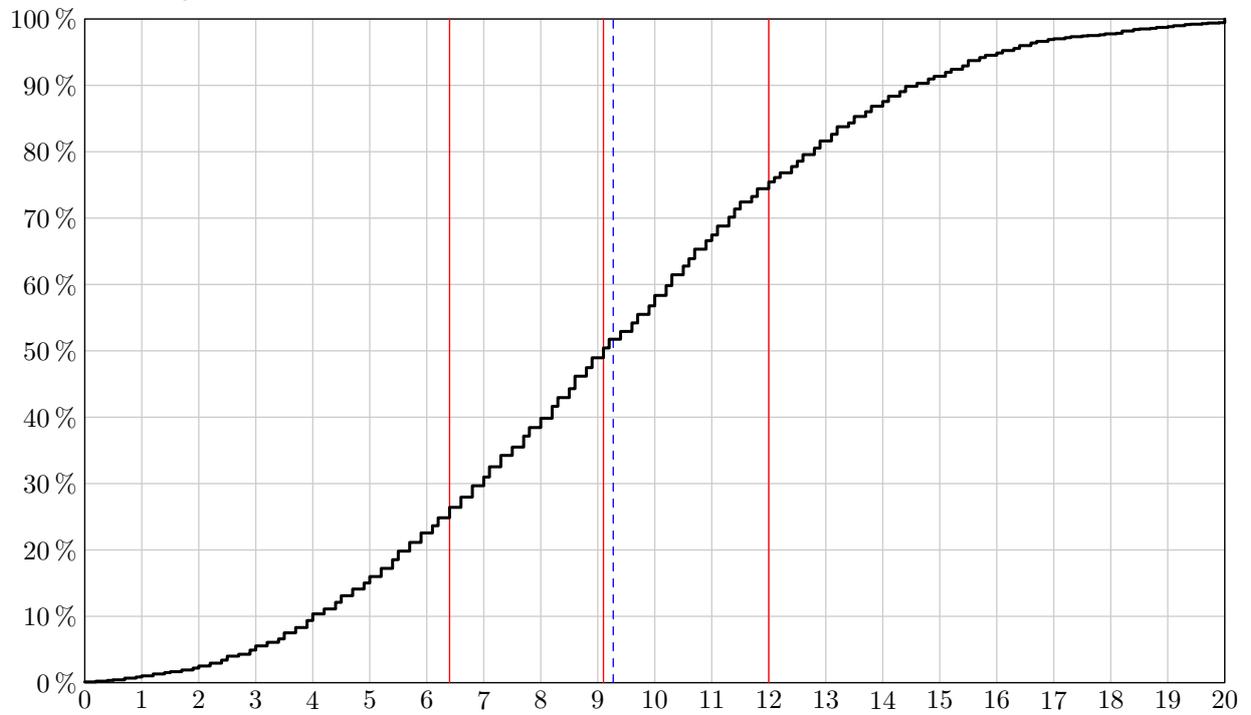
Épreuve	Inscrits	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
Chimie	3652	4,7%	3480	9,38	3,96	6,2	9,2	12,0	5,8
Mathématiques 1	3652	4,1%	3501	9,27	4,01	6,4	9,1	12,0	5,6
Mathématiques 2	3652	4,9%	3474	9,29	4,04	6,4	9,3	12,2	5,8
Physique 1	3652	4,7%	3480	9,37	4,08	6,2	9,3	12,0	5,8
Physique 2	3652	4,8%	3477	9,35	3,95	6,1	9,2	11,9	5,8
Rédaction	3652	4,4%	3492	9,69	4,05	6,5	9,6	12,2	5,7
Langue	3652	4,8%	3476	10,60	3,34	8,2	10,3	13,0	4,8
Allemand	97	1,0%	96	12,04	3,56	9,7	11,9	14,6	4,9
Anglais	3461	4,9%	3291	10,48	3,27	8,2	10,3	12,5	4,3
Arabe	15	26,7%	11	15,56	2,77	14,3	15,2	17,6	3,3
Chinois	9	0,0%	9	17,72	0,92	17,3	17,9	17,9	0,6
Espagnol	56	1,8%	55	11,75	3,45	9,2	11,4	13,6	4,4
Italien	6	0,0%	6	17,80	1,53	17,1	17,9	18,7	1,7
Portugais	3	0,0%	3	13,17	1,11	12,4	13,0	13,8	1,4
Russe	5	0,0%	5	16,82	3,37	16,8	19,0	19,0	2,2

Les courbes suivantes donnent la répartition des notes des candidats présents. Elles fournissent, pour chaque valeur en abscisse, la proportion de copies ayant obtenu une note inférieure ou égale à cette valeur. Les traits continus (rouge) matérialisent les quartiles et le trait pointillé (bleu), la moyenne.

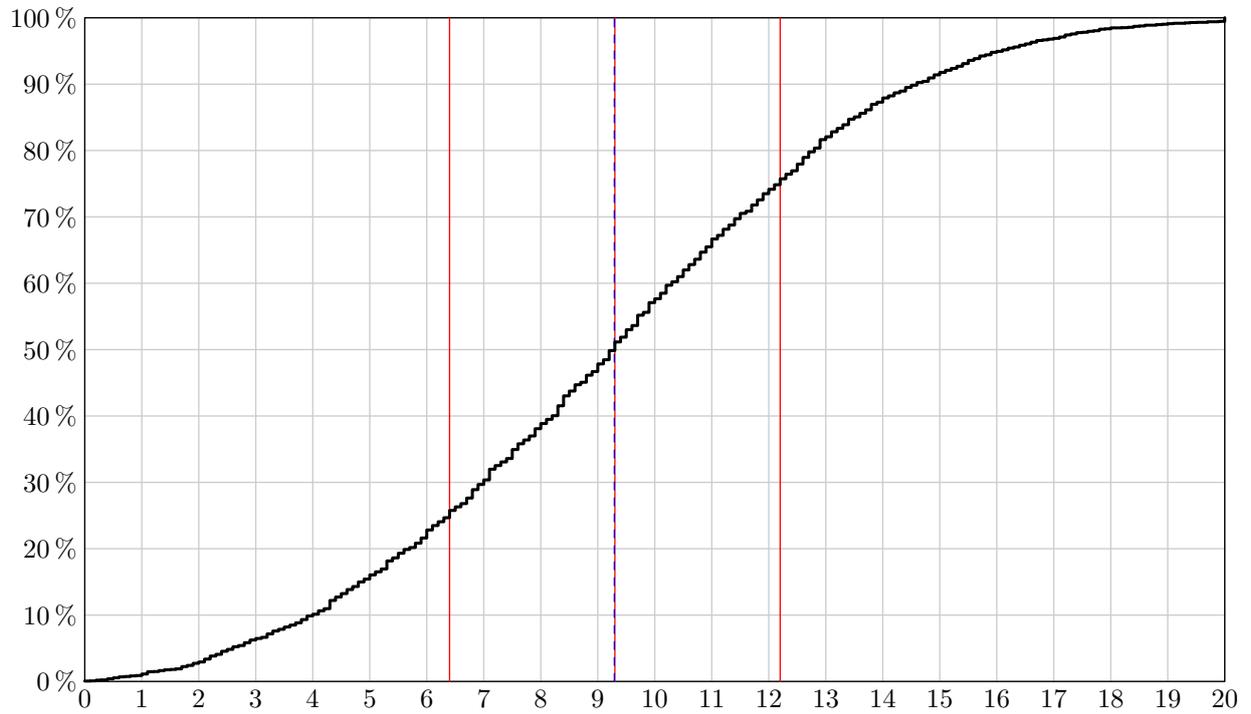
Chimie



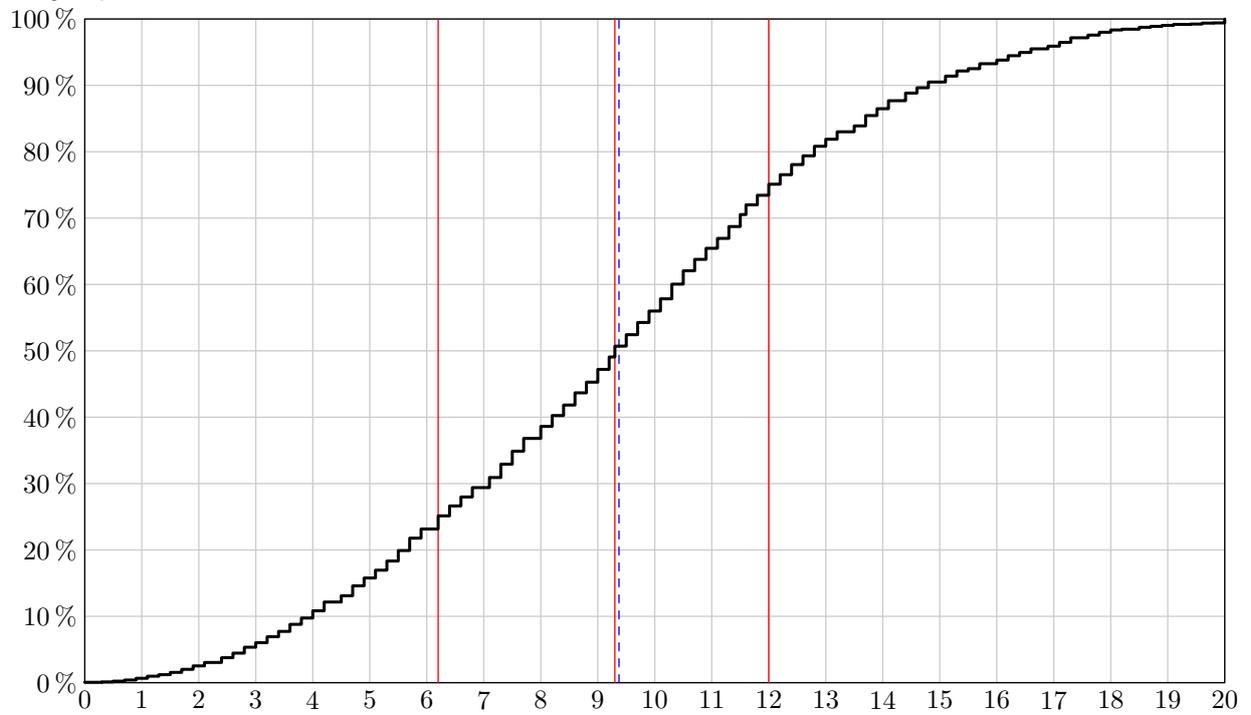
Mathématiques 1



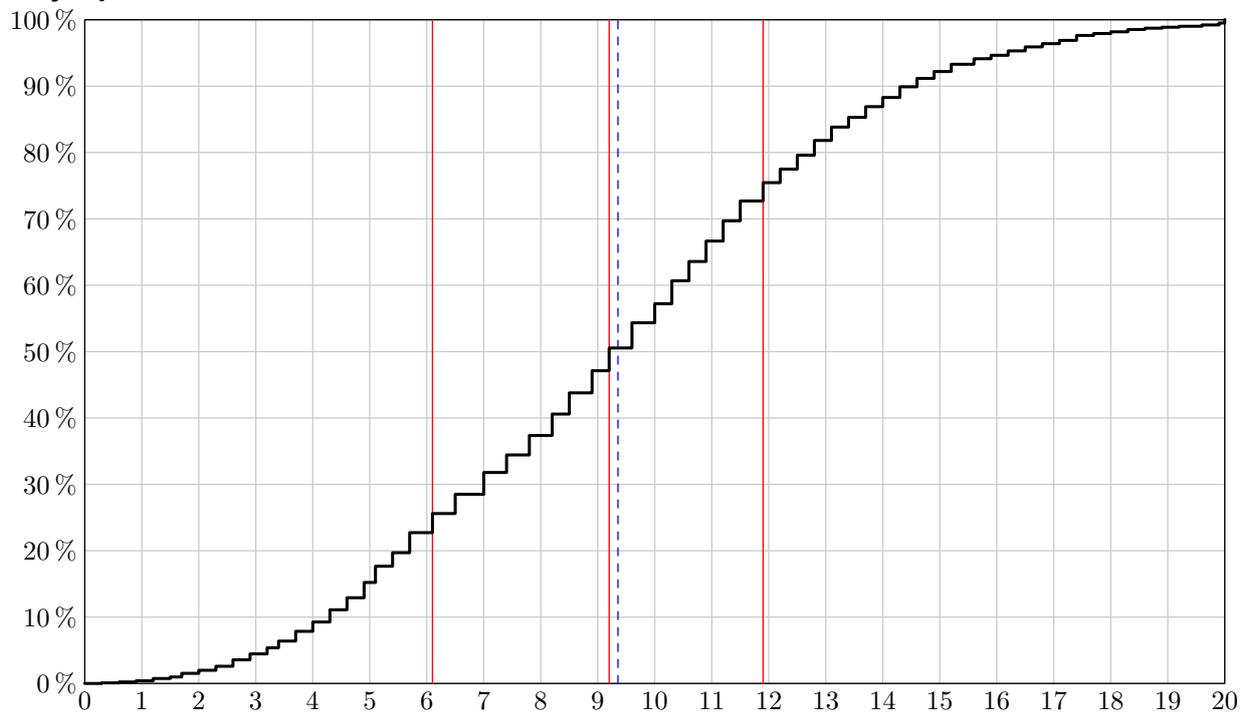
Mathématiques 2



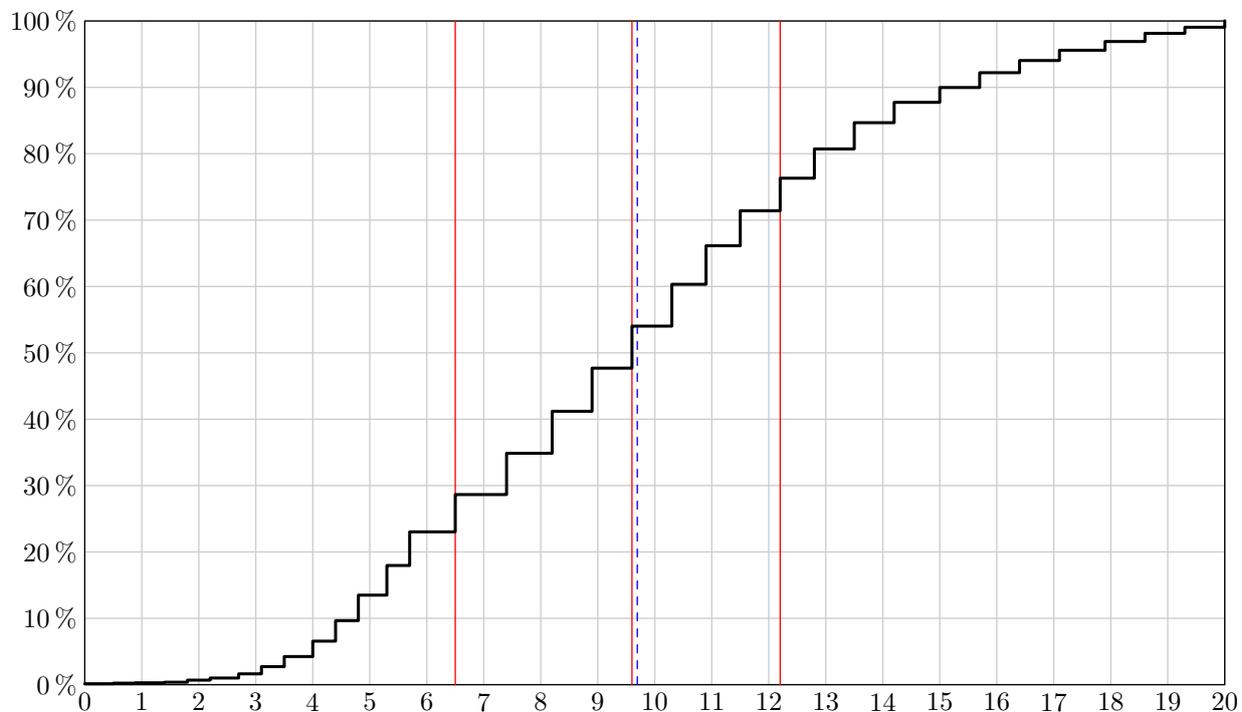
Physique 1



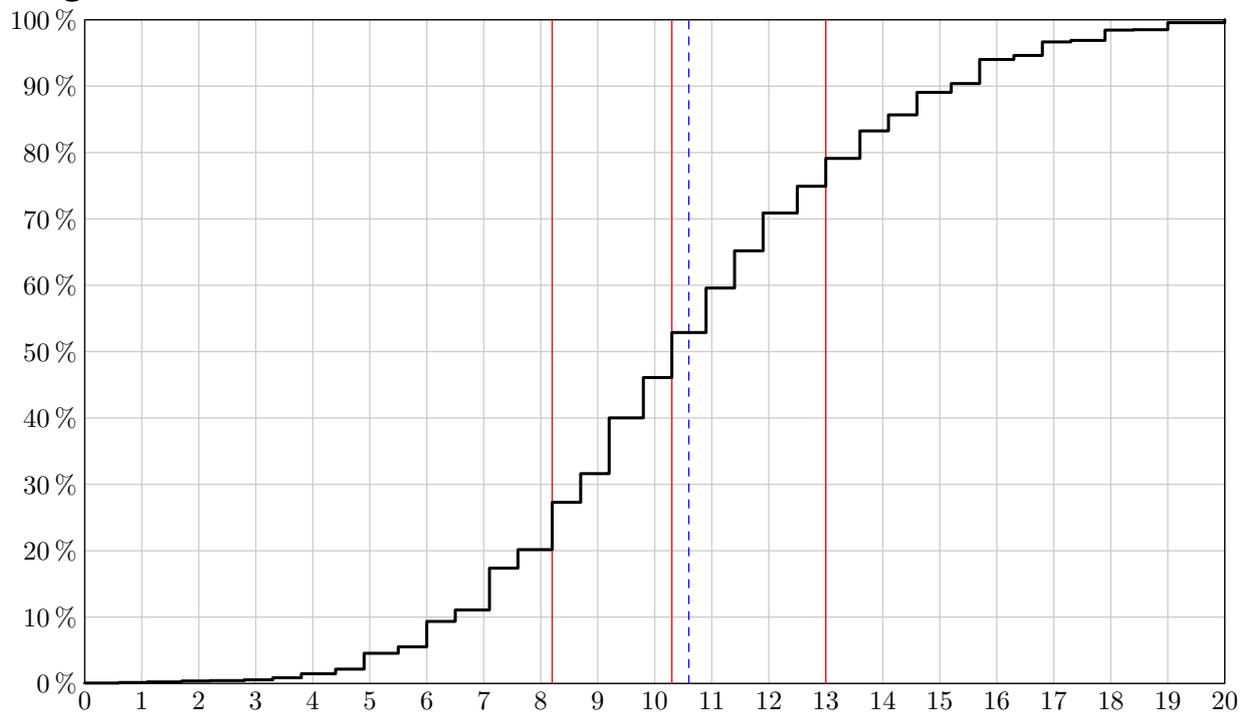
Physique 2



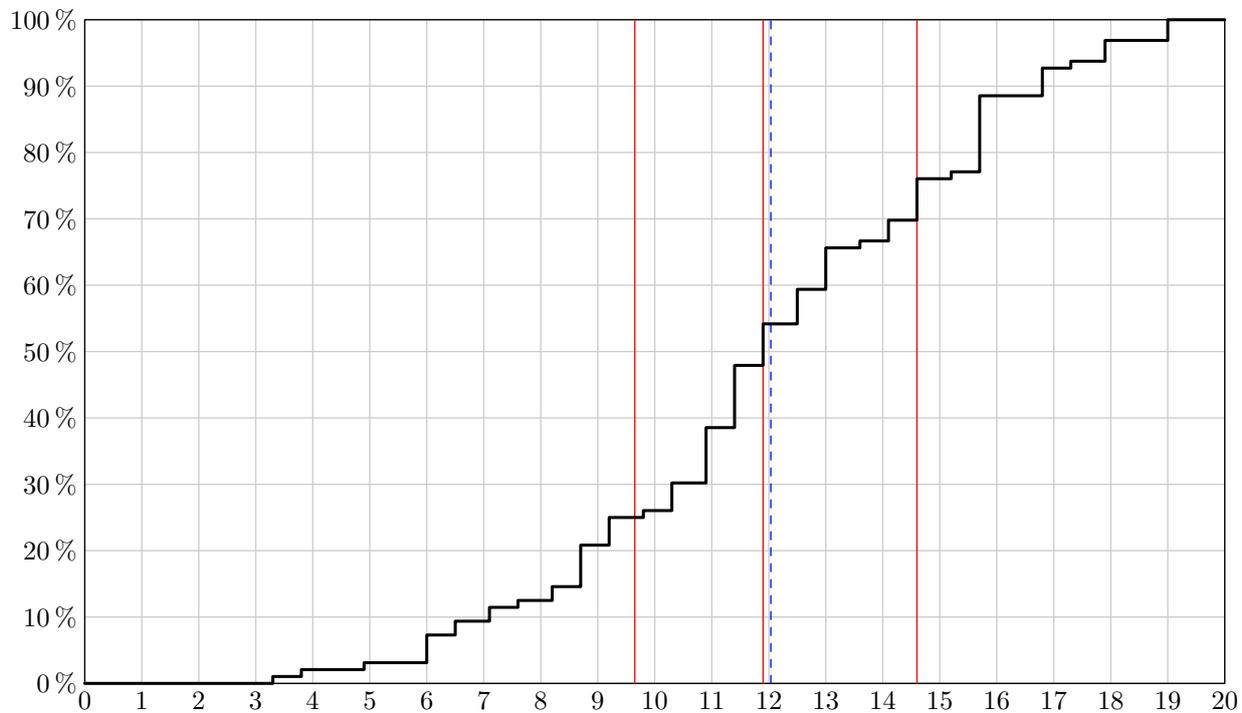
Rédaction



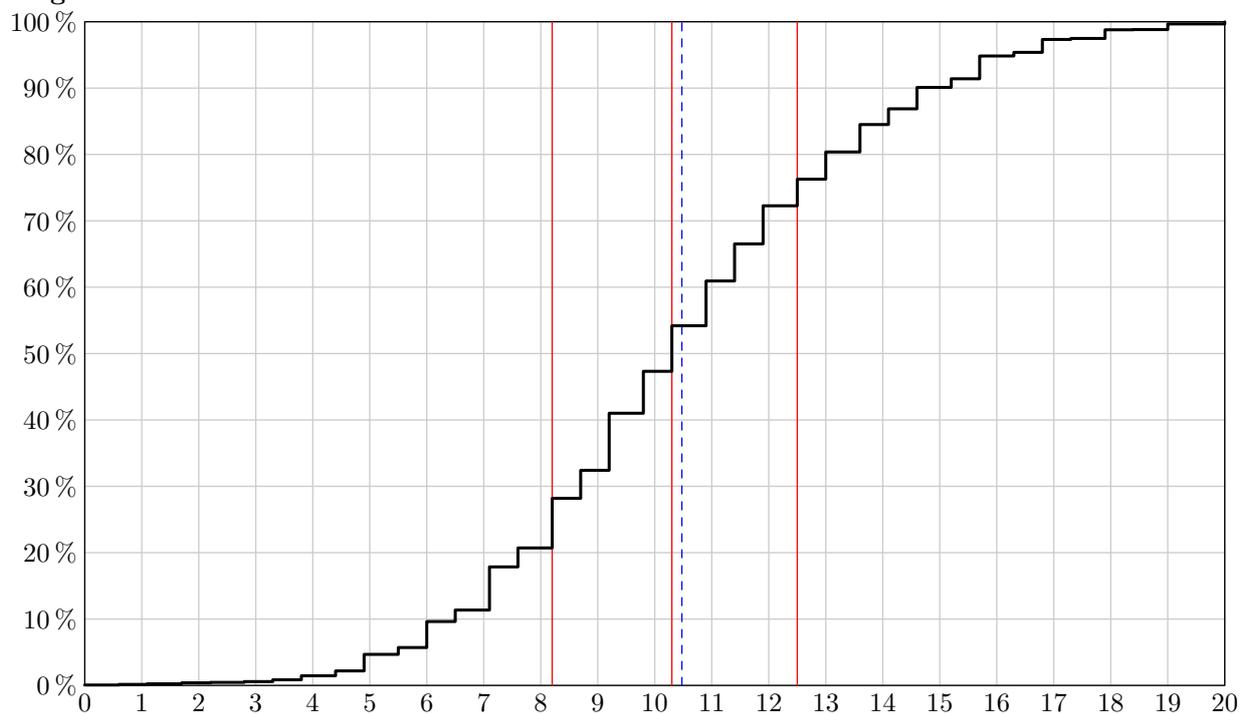
Langue



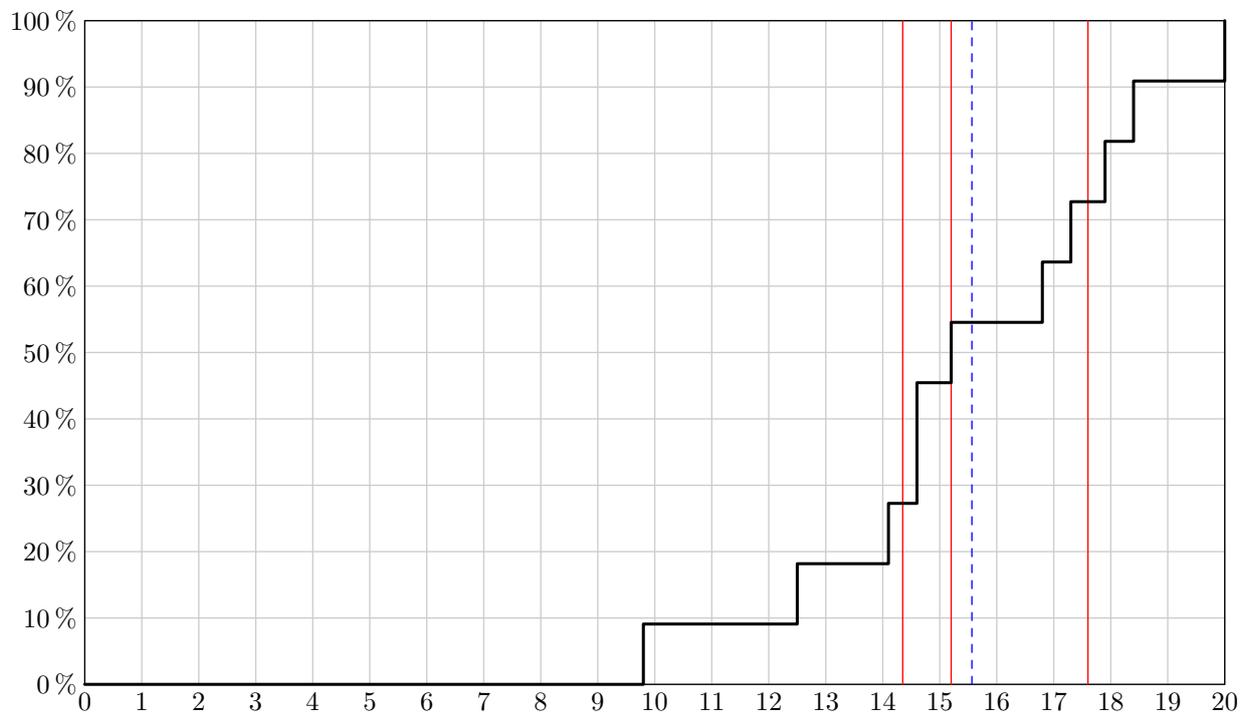
Allemand



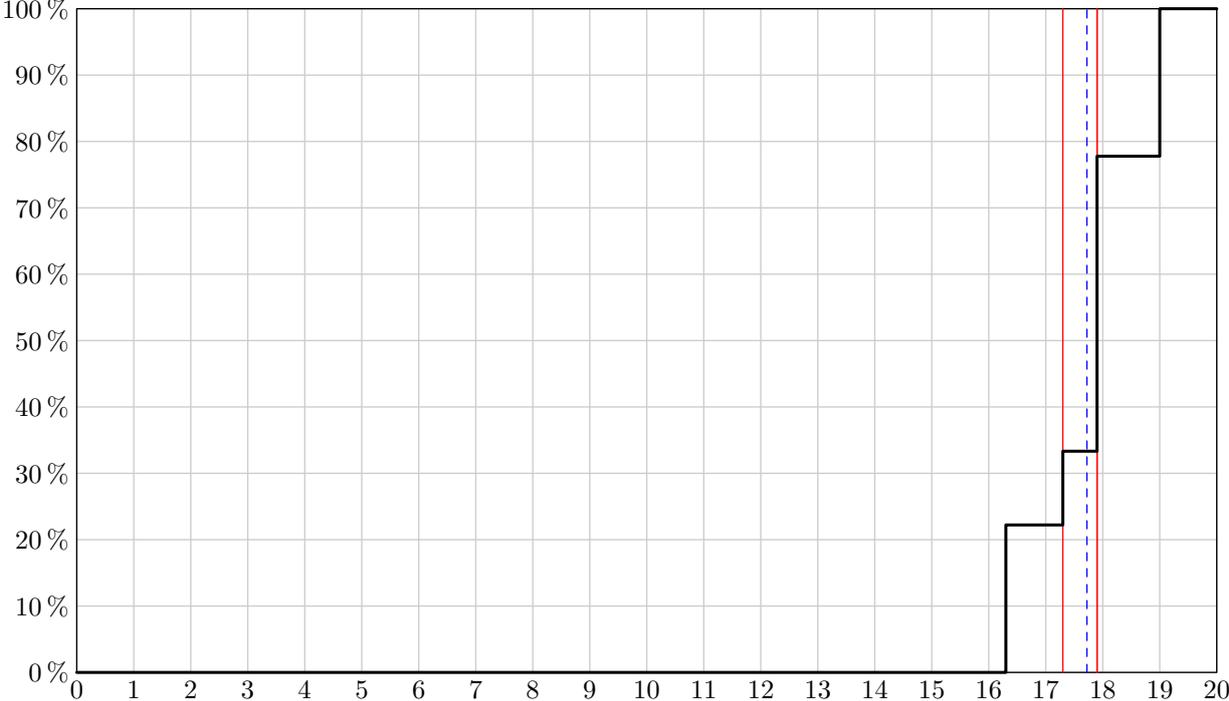
Anglais



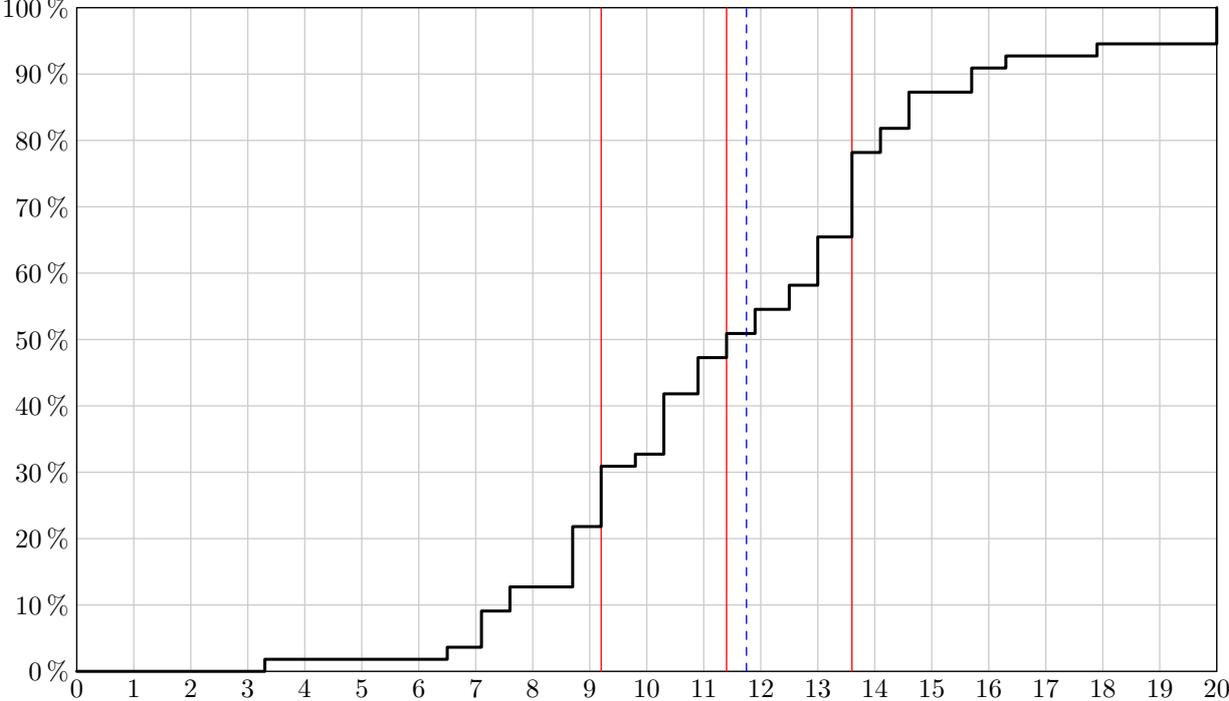
Arabe



Chinois

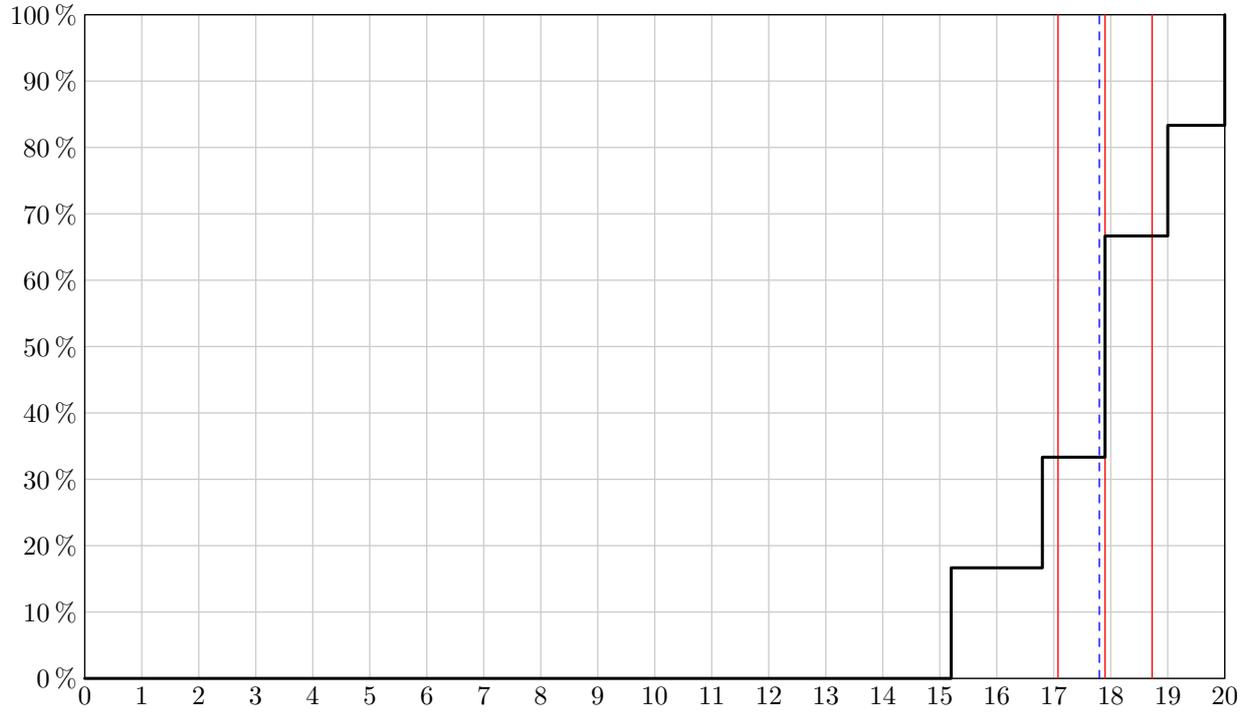


Espagnol

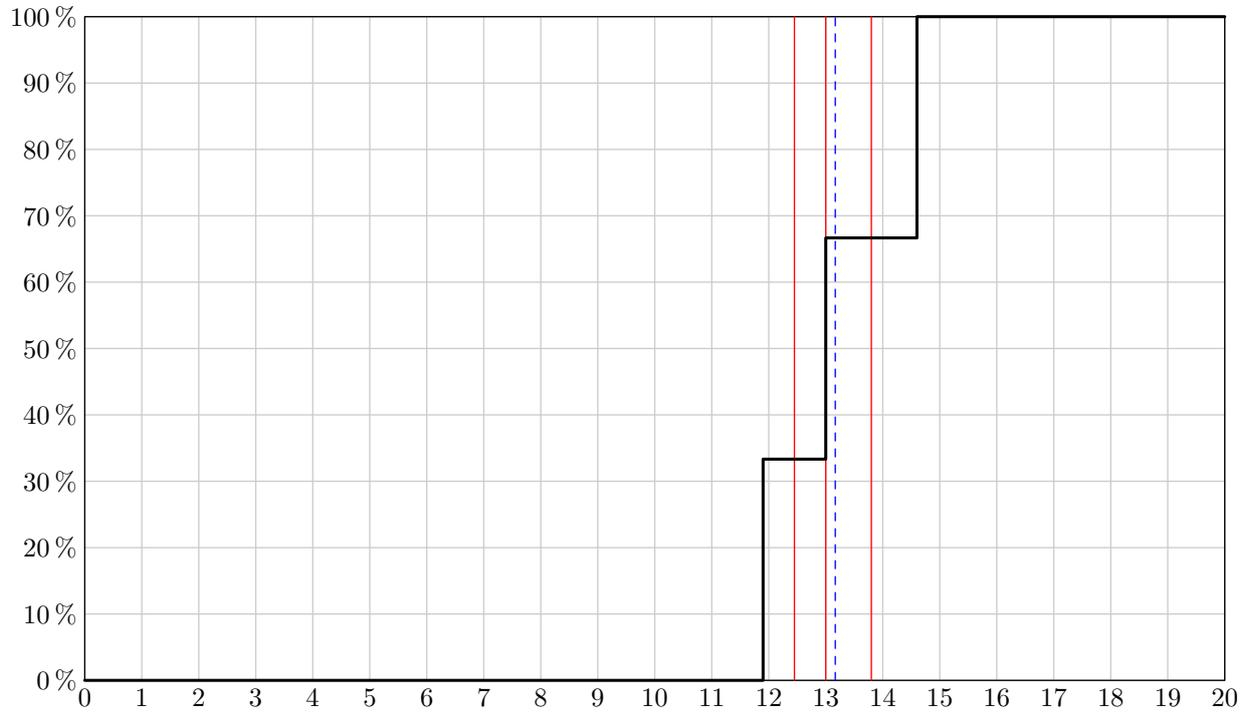


Concours Centrale-Supélec 2023 filière PC

Italien

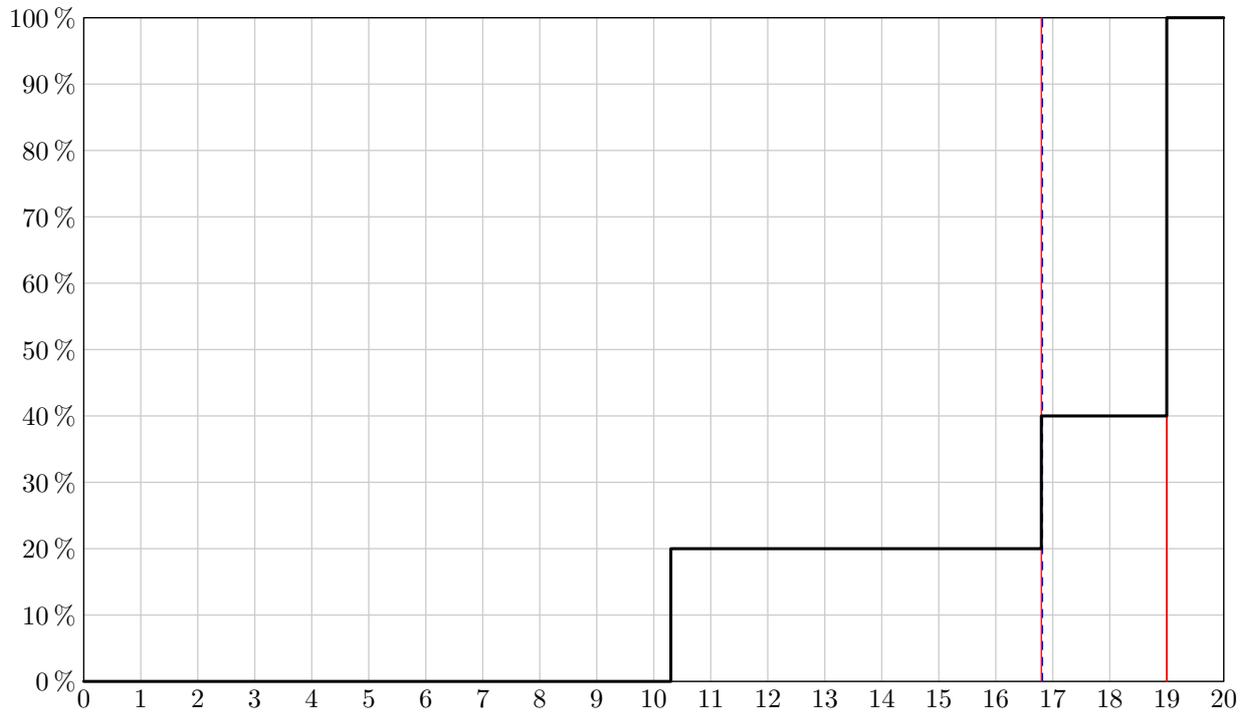


Portugais



Concours Centrale-Supélec 2023 filière PC

Russe



Chimie

Présentation du sujet

Le sujet de cette année, constitué de deux problèmes indépendants, traite de synthèses chimiques au laboratoire et dans l'industrie. Le premier problème s'intéresse à la synthèse industrielle d'éthanolamine et de son utilisation pour la capture et le relargage du dioxyde de carbone. Le second problème aborde la synthèse du (+/-)-Kempène-2, en détaillant plus particulièrement les étapes d'hydroboration nécessaires à cette synthèse.

Les notions mises en jeu font appel à de nombreux domaines abordés dans les programmes de première et de seconde année des classes préparatoires PCSI et PC (cristallographie, acido-basicité, titrage, cinétique en réacteur ouvert et en réacteur fermé, thermodynamique, réactivité en chimie organique, groupes caractéristiques alcène, carbonyle, dérivé halogéné, capacités numériques).

Le sujet comporte à la fois des questions de cours (ou d'application directe du cours), des études nécessitant davantage de réflexion et des questions directement en lien avec les aspects expérimentaux, conduisant à l'analyse de protocoles de laboratoire. Il permet de valoriser la réflexion des candidats plutôt que leur technicité calculatoire. Quelques questions ne sont pas guidées et proposent aux candidats des tâches complexes qui nécessitent :

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

La dimension expérimentale est particulièrement mise en avant par le biais d'analyses de conditions industrielles et de protocoles de laboratoire.

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

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

Les compétences évaluées dans cette épreuve sont :

- décrire la mise en œuvre de quelques techniques de laboratoire et analyser l'influence de paramètres mis en jeu lors de transformations physiques ou chimiques. Ainsi sont étudiés le rôle de la température et de la pression sur la synthèse de l'oxyde d'éthylène et sont analysés les paramètres permettant la capture et le relargage du dioxyde de carbone ;
- étudier l'influence de la structure chimique des réactifs et des conditions expérimentales utilisées dans une stratégie de synthèse. La réaction d'hydroboration est par exemple étudiée en détail afin d'en déduire la régiosélectivité et la stéréosélectivité de cette transformation. L'analyse de divers réactifs permettant de réaliser une réduction est également proposée aux candidats dans le cadre d'une synthèse multi-étapes ;

- confronter un modèle aux données expérimentales, notamment dans le cadre de la comparaison de deux modèles de réacteurs ouverts ;
- maîtriser le vocabulaire scientifique dans la description des phénomènes étudiés. Les qualificatifs adaptés doivent ainsi décrire ou justifier certaines propriétés.

Analyse globale des résultats

Éléments statistiques

- taux de réussite globale de 19 %¹ ;
- partie I sur l'analyse chimique, taux de réussite aux questions de 21 %² ;
- partie II sur la synthèse chimique, taux de réussite aux questions de 25 %³.

Remarques globales

Sur l'ensemble des copies, au moins une bonne réponse a été apportée à chaque question. Les candidats les plus efficaces ont réussi à aborder l'ensemble des questions proposées et les meilleurs en ont traité avec succès environ 80 %. Les deux questions (sur un total de 58) identifiées par une barre en marge représentent 9 % du barème total et elles ont été peu traitées par les candidats (34 % des candidats ont traité **Q7** et 40 % **Q17**).

Les questions proches du cours ou très guidées sont en général bien abordées. Les candidats ont davantage de difficulté à traiter les questions plus ouvertes, nécessitant la prise d'initiative et la mise en place d'une démarche de résolution rigoureuse. Les questions mettant en jeu un raisonnement mathématique poussé sont en général moins bien traitées, sauf dans quelques copies de très bon niveau.

La thermodynamique (étude d'équilibres, binaire, procédés continus) a été bien traitée. Les questions portant sur la rédaction d'un programme Python ont été largement abordées par les candidats, avec des pistes souvent correctes. En revanche, la partie abordant les solutions aqueuses (portant sur la capture et le relargage du dioxyde de carbone), qui mettait en jeu une exploitation soignée des documents fournis et des calculs successifs, a posé problème à une majorité de candidats.

En chimie organique, l'analyse de la régiosélectivité et des aspects stéréochimiques de la réaction d'hydroboration manquait en général d'approfondissement. Par ailleurs, les structures spatiales des molécules ne sont pas toujours détaillées par les candidats, malgré la demande explicite de l'énoncé. Les mécanismes réactionnels sont par contre majoritairement écrits de manière rigoureuse. En cinétique, le choix des conditions expérimentales, nécessitant le calcul de quantités de matière, a rarement été complètement justifié.

Partie « python »

Dans la question **Q11**, la principale difficulté résidait dans l'écriture des bilans dans les deux réacteurs ouverts (RPAC et piston) afin de retrouver les expressions des taux de conversion. Environ la moitié des

¹ Pourcentage correspondant au rapport des points récupérés en moyenne par les candidats sur tout le sujet sur les points attribués (120 pts)

² Pourcentage correspondant au rapport des points récupérés en moyenne par les candidats sur la partie I sur les points attribués pour cette partie (64 pts)

³ Pourcentage correspondant au rapport des points récupérés en moyenne par les candidats sur la partie II sur les points attribués pour cette partie (56 pts)

candidats a abordé cette question ; parmi ceux-ci un tiers a récupéré l'intégralité des points. Un autre tiers ne parvient pas à passer du bilan aux taux de conversion (en particulier dans le cas du RPAC). Quant au dernier tiers, le bilan n'est pas correct, soit par inhomogénéité des grandeurs mises en jeux, soit par une expression fautive de la vitesse de réaction (toujours dans le cas du RPAC). Le code python ne consistait qu'un `return` des expressions des taux de conversion.

La question **Q17**, quant à elle, demande plus de code avec d'une part une dérivation numérique, d'autre part la recherche d'un extremum. Environ 40 % des candidats ont abordé cette question et ceux-ci ont, en moyenne, récupéré la moitié des points. Les correcteurs s'apprêtaient à être très tolérants sur les petites erreurs de syntaxe mais celle-ci s'est avérée être très bonne dans quasiment toutes les copies.

Dans la question sur la dérivation numérique, très peu d'erreurs sont commises sur la gestion des indices à l'aide de la fonction `range()`. Par contre, bien peu de candidats, même dans les bonnes copies, ont respecté la consigne de retourner deux listes de même dimension. Dans la recherche du volume équivalent, compte tenu de la courbe de la dérivée donnée sur la figure 7, il fallait s'assurer que l'on cherche un minimum et non un maximum. À cette erreur près, l'algorithme était le plus souvent bien codé. L'utilisation des fonctions `min()` et/ou `max()` n'était pas interdite par l'énoncé mais de peu d'intérêt car on avait besoin de l'indice. Quelques candidats ont eu recours à un `return V[index(max(dPH))]` qui ne peut être accepté.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I - Les solutions aqueuses d'éthanolamine pour capturer le dioxyde de carbone (21 %²)

I.A – Synthèse industrielle de l'éthanolamine (30 %⁴)

Cette partie, portant sur la synthèse de l'éthanolamine, aborde la thermodynamique chimique incluant les réacteurs ouverts ainsi que la cristallographie. Elle a été abordée par la quasi-totalité des candidats.

Q1. Cette question de définition de thermodynamique met en avant le manque de rigueur de beaucoup de candidats dans la justesse des définitions de cours.

Q2. Le jury regrette sur cette question les erreurs d'interprétation de la relation de Van't Hoff pour justifier des conditions expérimentales alors que le jury attendait une confrontation entre l'aspect thermodynamique et cinétique. Quant à l'influence de la pression, trop de candidats raisonnent encore à partir de la constante d'équilibre thermodynamique et non du quotient réactionnel (80 % des candidats ont traité cette 2^e question avec un pourcentage de réussite de 29 % sur **Q2**).

Q3. Si pour la plupart des candidats le lien entre le paramètre de la maille et le rayon n'a pas posé de problème, trop peu ont réussi à déterminer la surface et commenter le résultat.

Q4. La majorité des candidats ont réussi cette question (pratiquement tous les candidats ont traité cette question avec un pourcentage de réussite de 77 % sur **Q4**).

Q5. Cette question d'application directe des diagrammes binaires a été réussie pour la majorité des candidats (46 % de réussite) même si on relève parfois un manque d'identifications des axes ou une analyse manquante de la valeur du nombre de degrés de liberté.

Q6. Le lien entre la fraction massique en eau et la masse en ammoniac a parfois posé problème ainsi que l'utilisation du diagramme binaire pour justifier du caractère exothermique de la dissolution (uniquement 68 % des candidats ont traité la question **Q6** mais avec un pourcentage de réussite de 47 % sur **Q6**).

⁴ Pourcentage correspondant au rapport des points récupérés en moyenne par les candidats sur la partie I.A sur les points attribués pour cette partie (35 pts)

Q7. Cette **question ouverte** a été abordée par très peu de candidats, uniquement 34 % des candidats l'ont traitée et avec seulement 8 % de réussite. Le jury attendait un raisonnement basé sur la relation de Van't Hoff appliquée à l'équilibre de vaporisation de l'ammoniac.

Q8. Question réussie dans la grande majorité des copies (86 % des candidats l'ont traitée et avec 70 % de réussite).

Q9. Cette question proche du cours portant sur l'étude thermique d'un réacteur chimique ouvert n'a pas été réussie par la moitié des candidats. Même si cette notion fait partie des nouveautés du programme il faut mieux maîtriser les notions de cours et travailler l'homogénéité des relations ((69 % des candidats l'ont traitée et avec (26 % de réussite).

Q10. La réponse à cette question d'analyse documentaire n'a pas posé de problème pour la plupart des candidats.

Q11. Là encore une question d'application directe du cours sur les réacteurs chimiques ouverts (57 % des candidats l'ont traitée et avec 41 % de réussite). Le jury regrette à nouveau une insuffisance de connaissance de cette partie du programme.

I.B – Étude de la capture et du relargage du dioxyde de carbone par une solution d'éthanolamine (12 %⁵)

La partie I.B est clairement la partie la moins abordée par les candidats sur l'ensemble du sujet.

Q13. Question globalement très bien traitée par les candidats, les flèches courbes et les doublets non liants sont présents dans l'écriture du mécanisme. L'amidure ne peut pas se former dans ces conditions.

Q14. Nombre de candidats confondent quantité de CO_2 et quantité d'air dans les calculs de pression, ou volume libre accessible pour les gaz et volume de l'enceinte.

Q15. L'expression littérale du quotient réactionnel est la plupart du temps correcte mais le passage à la valeur numérique pose problème notamment à cause du calcul des concentrations à l'équilibre.

Q16. L'exploitation de la loi de Van't Hoff ou de l'identité thermodynamique relative à l'enthalpie libre standard est assez souvent bien menée et aboutit à une régression linéaire pour laquelle la valeur de la pente n'est pas toujours bien exploitée et que trop rarement commentée.

Q18. La question très rarement abordée par les candidats et encore moins réussie... En effet il était demandé les équations des réactions de titrage et non celles expliquant la dissolution du dioxyde de carbone dans une solution basique.

Q19. L'exploitation des réactions de titrage n'a été que très partiellement traitée : le volume retenu pour l'équivalence est trop souvent celui de la courbe avant ajout de CO_2 ou bien celui la première équivalence pour la courbe avec ajout de CO_2 mais quasiment jamais celui entre la deuxième et la première équivalence...

Q20. La question est très rarement traitée et très mal comprise. Les candidats n'ont pas compris qu'il fallait comparer les courbes de titrage avant et après chauffage à reflux afin d'en déduire la quantité de CO_2 relarguée.

Q21. Le rôle du chauffage à reflux dans l'opération de relargage n'a quasiment jamais été évoqué et on observe fréquemment chez les candidats une confusion entre $\text{CO}_2(\text{aq})$ (souvent noté H_2CO_3) et $\text{CO}_2(\text{g})$.

Q23. Le tracé des branches anodiques et cathodiques du phénomène de corrosion du fer en milieu acide n'est globalement pas satisfaisant en particulier la position relative des potentiels d'équilibre pour les deux couples concernés ($E_{\text{éq}}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) < E_{\text{éq}}(\text{H}^+/\text{H}_2)$).

⁵ Pourcentage correspondant au rapport des points récupérés en moyenne par les candidats ayant traité la partie I.B sur les points attribués pour cette partie (29 pts)

Q24. L'utilisation du diagramme potentiel-pH pour discuter du phénomène de corrosion en milieu basique n'est que très rarement employée. De même l'influence de la complexation des ions Fe(II) sur le pouvoir oxydant du couple (Fe(II)/Fe) n'est quasiment jamais évoquée.

II - Synthèse du (+/-)-Kempène-2 (25 %³)

II.A – Étude de la réaction d'hydroboration des alcènes (30 %⁶)

Cette partie aborde la réaction d'hydroboration à partir de résultats expérimentaux afin de mettre en évidence sa régiosélectivité et sa stéréospécificité. Une étude cinétique est également menée dans le but d'établir le mécanisme de cette réaction.

Q25. Cette question a été bien traitée par la majorité des candidats. Des confusions entre lacune électronique et doublet non liant sont toutefois parfois relevées et la géométrie est en conséquence erronée.

Q26 à Q28. Il s'agissait d'analyser les résultats expérimentaux en proposant une justification en s'appuyant sur l'encombrement des sites réactionnels ou les effets électroniques ; une simple paraphrase des résultats obtenus expérimentalement étant insuffisante.

Q29. Aucune justification n'était attendue, seul le nom de l'orbitale à considérer : HO.

Q30. Un certain nombre de candidats n'a pas repéré la non validité du modèle pour l'expérience 3 ; tout discours cohérent a été valorisé.

Q31. Très peu de candidats ont su écrire les quatre stéréoisomères de configuration attendus. En revanche, si ceux-ci étaient donnés, les relations entre eux n'ont pas posé problème, à part quelques relations de diastéréoisomérisie oubliées.

Q32. Seule la moitié des candidats a été en mesure de représenter la projection de Newman attendue.

Q34. Il s'agissait de s'appuyer sur les résultats expérimentaux de l'énoncé, un résultat de cours sans justification était insuffisant.

Q35. La stabilisation du borane par le THF était attendue.

Q36. La nomenclature pose problème à un certain nombre de candidats, et certains n'ont pas vu que c'était le dialkylborane qui était formé à l'issue de cette synthèse.

Q37. Seule la moitié des candidats a compris le rôle du 1-décène réagissant avec le disiamylborane pour stopper sa réaction avec le cyclopentène, il s'agissait d'une trempe.

Q38. Le calcul des quantités de matière des réactifs introduits a été très mal mené, une lecture attentive des deux protocoles était nécessaire pour arriver au fait que disiamylborane et cyclopentène étaient introduits dans les proportions stœchiométriques.

Q39. Après avoir fait l'hypothèse d'une réaction d'ordre global 2, le tracé de $1/C = f(t)$ et sa régression linéaire avec observation de points bien alignés étaient attendus. Des erreurs sur la dimension et sur l'unité de la constante de vitesse k ont été observées.

Q40. Le produit a été bien représenté par les deux tiers des candidats, tout résultat en accord avec la réponse à la question **Q36.**, même erroné, a été valorisé.

Q41. De nombreux candidats se sont appuyés uniquement sur la taille du cycle dans la réponse, sans tenir compte du résultat obtenu pour le cyclopentène : une justification en lien avec l'encombrement stérique autour de la double liaison $C = C$ était attendu.

⁶ Pourcentage correspondant au rapport des points récupérés en moyenne par les candidats sur la partie II.A sur les points attribués pour cette partie (28 pts)

Q42. Le mécanisme concerté faisant apparaître les flèches courbes devait être écrit sur un exemple permettant de mettre en évidence la régiosélectivité et la stéréosélectivité de la réaction. Abscisse et ordonnée devaient clairement être identifiées sur le profil énergétique.

II.B – Synthèse du (+/-)-Kempène-2 à partir de la 2,6-diméthylbenzoquinone (22 %⁷)

Q43. La question a été bien traitée par une grande majorité de candidats (89 % des candidats ont traité cette question et avec un taux de réussite de 85 %). La réaction de Diels-Alder et le réactif adapté sont bien identifiés.

Q44. Nombre de candidats confondent stéréoisomères et régioisomères. Les réponses données montrent parfois une méconnaissance de l'approche suprafaciale caractéristique de la réaction de Diels-Alder. Ces candidats ont par conséquent représenté quatre stéréoisomères au lieu des deux attendus.

Q45. Cette synthèse multi-étapes a très peu été abordée par les candidats. Pour les étapes concernées, on attend un choix de réducteur adapté à partir du tableau 9. Le choix d'une base lors de la protection d'une fonction alcool sous forme d'un éther benzylique est rarement correct. On rappelle que la soude ne permet pas une déprotonation quantitative d'une fonction alcool aliphatique. Des candidats ont proposé cette étape par catalyse acide : le produit attendu ne peut être obtenu dans ces conditions. Enfin, un organomagnésien ne peut posséder sur sa chaîne carbonée une double liaison carbonyle. Toute proposition correcte, même partielle, a été valorisée.

Q46. La grande majorité des copies mentionne la protection d'une des fonctions cétone sous forme OBn. Il est rappelé que c'est la fonction alcool issue de la réduction de la cétone par le L-sélectride qui l'est.

Q48. Très peu de copies font référence à la notion de catalyseur par transfert de phase. La plupart du temps, l'ion tétrabutylammonium est présenté comme une base, montrant une méconnaissance des couples acide/base relatifs aux amines.

Q49. Lorsqu'elle est abordée, la question est bien traitée par une majorité de candidats, même si le terme « spatial » est parfois laissé de côté. Il s'agissait de mettre en lumière la caractéristique syn de l'hydroboration. La régiosélectivité de l'hydroboration est globalement comprise par les candidats mais la stéréospecificité potentielle de cette réaction n'a pas toujours été assimilée.

Q50. Cette question illustre de nouveau la régiosélectivité de l'addition des boranes sur un alcène dissymétrique. Une comparaison entre l'encombrement des doubles liaisons C = C d'une part, et des boranes d'autre part était attendue.

Q51. L'analyse de la régiosélectivité par le contrôle orbitalaire a été bien traitée par la majorité des candidats (53 % des candidats seulement ont traité cette question mais avec un taux de réussite de 55 %).

Q52. La notion d'activation électrophile était attendue, le terme « catalyseur » étant insuffisant.

Q55. Le mécanisme de condensation entre l'énolate et l'aldéhyde est en général bien écrit (seulement 32 % des candidats ont traité cette question mais avec un taux de réussite de 44 %). La régiosélectivité pouvait être justifiée par la plus grande électrophilie de l'aldéhyde ou la taille du cycle formé.

Q56. L'étape d'activation électrophile du carbone de la liaison C = O en milieu acide est souvent maîtrisée ainsi que l'addition nucléophile de l'alcool sur le carbone activé. Des difficultés apparaissent pour les étapes de prototropie et de déshydratation. La déshydratation en milieu acide passe par la formation d'un carbocation stabilisé.

Q57. L'ester attendu est correctement représenté par les candidats, peu nombreux à avoir abordé la question. Il est important de nouveau de représenter la formule topologique complète.

⁷ Pourcentage correspondant au rapport des points récupérés en moyenne par les candidats ayant traité la partie II.B sur les points attribués pour cette partie (28 pts)

Q58. La valeur numérique obtenue doit être justifiée par le produit des rendements des différentes étapes. Le seul commentaire sur la faiblesse de la valeur calculée était insuffisant. Des erreurs sur ce calcul : certains candidats font la somme et d'autres font une moyenne des rendements.

Conclusion

Les candidats ayant abordé avec sérieux la préparation sur les deux années auront trouvé dans ce sujet matière à réinvestir connaissances, méthodes et raisonnements.

Lorsque les questions ne sont pas guidées, le jury valorise toute tentative de résolution argumentée et cohérente, même si elle n'aboutit pas.

En termes de communication enfin, la présentation des copies est globalement satisfaisante.

Mathématiques 1

Présentation du sujet

Cette épreuve propose une démonstration du théorème de Perron-Frobenius pour certaines matrices symétriques réelles à coefficients positifs. Une application est proposée en fin de sujet à un théorème dû à Ky Fan.

La partie I est consacrée à des résultats préliminaires présents dans le programme (cas d'égalité de l'inégalité triangulaire dans \mathbb{C} , inégalité de Cauchy-Schwarz) ou nécessitant des calculs tout à fait élémentaires. La partie II est consacrée à la réduction des matrices 2×2 à coefficients strictement positifs, avec un exemple.

La partie III propose l'étude de la notion de rayon spectral pour une matrice complexe et un résultat de convergence associé à cette notion.

Enfin, la partie IV est consacrée à la démonstration du théorème de Perron-Frobenius pour les matrices symétriques réelles à coefficients strictement positifs, puis pour les matrices symétriques réelles dont une des puissances est à coefficients strictement positifs. En toute fin de sujet, un théorème de Ky Fan est proposé en application de ce résultat.

Analyse globale des résultats

Sur les 3501 copies corrigées, la moyenne constatée, en pourcentage du barème, est de 32,9 %, pour un écart-type de 15,1 %, ce qui permet de considérer le sujet comme de longueur raisonnable, et permettant un niveau de discrimination satisfaisant parmi les candidats. La meilleure copie obtient 83,1 % des points du barème total.

Comme nous le verrons plus loin, la sélection des meilleurs candidats s'est essentiellement faite sur deux points : la connaissance (parfois basique) du cours et la qualité du raisonnement, bien plus que sur le volume traité ou l'originalité des idées.

Concernant le premier point, à titre d'exemple, la question **Q21** (dont la réussite s'appuie essentiellement sur la connaissance du théorème spectral), traitée par la quasi-totalité des candidats, n'a été réussie que par une part significativement minoritaire d'entre eux (moins d'un quart).

Quant au second point, le jury rappelle que la gestion des implications et équivalences dans les raisonnements doit se faire avec la plus grande rigueur : de nombreux candidats tentent de résoudre la première partie de la question **Q8** ou la question **Q24** directement par équivalence, un exercice bien périlleux au vu du raisonnement à maintenir de bout en bout. Ces deux questions auront d'ailleurs été le lieu de grandes différences dans la qualité de l'organisation du raisonnement.

Cette année encore, le soin apporté à la qualité des réponses est un facteur plus décisif dans les résultats finaux que la quantité de questions traitées.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Ce sujet se caractérise par une difficulté progressive et la quasi-absence de questions nécessitant une forte prise d'initiative de la part des candidats. Les domaines mathématiques concernés par ce sujet se concentrent essentiellement autour de l'algèbre bilinéaire et de la réduction des matrices symétriques réelles. La partie III, néanmoins, offre une incursion dans le domaine de la topologie des espaces vectoriels

normés. Peu de candidats auront traité l'application proposée en fin de sujet, consacrée à un théorème de Ky Fan sur le spectre des matrices à coefficients strictement positifs.

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

- Le jury note **des faiblesses importantes et largement répandues sur des points de cours élémentaires**. L'expression du coefficient général d'un produit matriciel (**Q1**), l'inégalité de Cauchy-Schwarz (**Q2**) et le théorème spectral (**Q21**) sont des résultats centraux encore connus avec trop peu de précision par les candidats.
- **Un enchaînement de calculs ou de symboles logiques ne peut constituer une réponse à part entière**. Le jury relève une proportion importante de copies présentant presque systématiquement les réponses de cette manière, avec un maniement souvent bancal des symboles logiques élémentaires (implications, équivalences en particulier), utilisés, à tort, comme des abréviations. Le jury encourage les futurs candidats à davantage rédiger, à subordonner leurs calculs et enchaînements logiques à un texte constitué.
- **Les variables utilisées par les candidats sont loin d'être systématiquement déclarées**. Il n'est pas rare de voir apparaître des indices, des vecteurs colonnes ou des matrices, au milieu d'un raisonnement, sans en avoir constaté la moindre déclaration préalable, laissant au lecteur le soin de comprendre dans quel ensemble ces variables se trouvent, ou ce qu'elles désignent. Par exemple, le début de la partie IV (questions **Q23** à **Q26**) demande aux candidats d'introduire leurs propres notations pour cheminer vers le résultat attendu, elles n'auront que très rarement été proprement mises en place.

Le jury rappelle également que les **fautes d'orthographe**, malheureusement nombreuses dans cette épreuve, nuisent au discours et laissent au lecteur une impression négative qui peut se répercuter, consciemment ou non, sur la note finale (en plus de faire l'objet d'un malus). En particulier, les fautes d'accord, très nombreuses et quasi-systématiques dans bon nombre de copies (citons le malheureusement très fréquent « théorème spectrale »), interrogent quant à l'idée que certains candidats se font de la structure d'une phrase.

D'une manière générale, le jury note de manière importante **des inversions entre conclusions et hypothèses**. Par exemple, dans les questions **Q3** et **Q4**, beaucoup de candidats seront partis de la conclusion à démontrer, pour la démontrer. Supposer que z est un réel positif pour partir de $1+|z| = |1+z|$ et découvrir qu'alors z est un réel positif n'est pas une réponse admissible à la question **Q3**. Ce mode de raisonnement, fondamentalement incorrect, est rencontré à divers endroits du sujet et dans des proportions importantes parmi les candidats.

Voici désormais les remarques du jury, question par question.

- **Q1** : une question de calcul élémentaire, plutôt bien réussie. Les erreurs constatées ont porté majoritairement sur la confusion entre $X > 0$ (toutes les composantes de X sont strictement positives) et $\exists i \in \llbracket 1; n \rrbracket, X_i > 0$. On note également de nombreuses versions incorrectes du coefficient général d'un produit matriciel, ainsi qu'une confusion entre AB et son coefficient $AB[i, j]$.
- **Q2** : l'inégalité est mal connue dans de larges proportions (et la valeur absolue est par ailleurs souvent oubliée, dans la version $|\langle X, Y \rangle| \leq |X| \cdot |Y|$). Le jury rappelle que l'inégalité de Cauchy-Schwarz (ce n'est pas l'orthographe de l'inégalité, d'autant plus qu'elle est donnée dans le sujet) ne s'applique pas à des vecteurs à composantes complexes.
- **Q3** : le jury note de nombreuses erreurs dans la première partie de la question, en raison d'une gestion approximative des modules dans les égalités. Pour cette question, on s'étonne de ne pas avoir

le succès escompté sur un résultat pourtant explicitement au programme (cas d'égalité dans l'inégalité triangulaire).

- **Q4** : une question souvent abordée, mais très rarement réussie. L'organisation d'un raisonnement par récurrence sur cette question-ci a posé d'importantes difficultés au plus grand nombre.
- **Q5** : une question globalement bien réussie, et pour laquelle les erreurs se sont essentiellement concentrées sur des fautes de calcul élémentaires (signe, oubli d'un coefficient 2 ou 4).
- **Q6** : une question globalement bien réussie.
- **Q7** : de trop nombreux candidats pensent conclure en obtenant $|\lambda| \leq \mu$, alors qu'une inégalité stricte était attendue (quand il ne s'agit pas d'une confusion pure et simple entre les deux types d'inégalités). L'examen de la trace, parfois judicieusement effectué, permettait de conclure.
- **Q8** : établir proprement l'équivalence demandée en première partie de cette question aura posé d'importantes difficultés à la majorité des candidats. Les bonnes réponses sont celles qui auront fait preuve d'organisation dans le raisonnement (disjonction de cas selon la valeur de μ , ou séparation des deux implications). Dans la seconde partie de la question, les candidats confondent souvent L et la matrice $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$, alors qu'elles ne sont que semblables.
- **Q9 et Q10** : dans la première partie de la question **Q9**, les candidats oublient de citer avec précision la stricte positivité des paramètres α et β dans leur raisonnement. Les calculs attendus dans les deux questions auront été rarement couronnés de succès.
- **Q11** : il ne faut pas oublier d'établir les propriétés définissant une norme (positivité, séparation, homogénéité positive et inégalité triangulaire). Le jury note de nombreuses approximations dans la gestion des opérations de maximum pour la sous-multiplicativité de la norme $\|\cdot\|_\infty$. Enfin, la question **Q1** est parfois utilisée en référence, à tort.
- **Q12** : très peu de bonnes réponses, intégrant correctement l'inégalité de Cauchy-Schwarz démontrée en question **Q2**. Il est inutile de redémontrer que $\|\cdot\|_2$ est une norme : l'énoncé demande explicitement de l'admettre. Fait surprenant : on lit de nombreuses fois l'erreur $AB[i, j] = A[i, j]B[i, j]$ même lorsque le calcul a été fait correctement en question **Q1**.
- **Q13** : comme en **Q11**, il ne faut pas oublier d'établir les propriétés d'une norme.
- **Q14** : le jury note de manière récurrente l'erreur consistant à penser que toute matrice complexe est diagonalisable.
- **Q15** : cette question est convenablement traitée à chaque fois que la trigonalisation de A est bien établie, ainsi que le calcul de A^k .
- **Q16** : il ne faut pas oublier de préciser que $N(H) \neq 0$ (voire $N(H) > 0$) avant de diviser dans l'inégalité $N(A)N(H) \leq \rho(A)N(H)$. La matrice H est parfois traitée comme un vecteur propre, ce qui rend l'écriture $N(H)$ vide de sens.
- **Q17** : le calcul a été globalement réussi dans les copies.
- **Q18 à Q20** : questions assez peu réussies, demandant un effort de synthèse précis et organisé, à partir des questions précédentes (c'est-à-dire une prise de recul sur la stratégie de la démonstration engagée). Il s'agit en particulier de bien comprendre la dépendance entre les diverses variables introduites précédemment (la norme N , le réel ε , l'entier k). Peu de copies parviennent à produire un raisonnement correct.

- **Q21** : une question de cours, globalement bien réussie, aux points près suivants *primo*, le théorème spectral s'applique à des matrices symétriques *réelles*, *secundo*, l'information attendue sur les sous-espaces propres est leur orthogonalité deux à deux. Les réponses correctes auront tout de même été valorisées.
- **Q22** : le caractère diagonalisable de A est un argument décisif pour affirmer que $\rho(A) = 0$ implique $A = 0$ (on notera que l'égalité $\rho(A) = 0$ est vérifiée aussi par les matrices nilpotentes). Attention à ne pas confondre la notion de matrice positive définie dans l'énoncé (c'est-à-dire à coefficients positifs) et la notion usuelle de matrice symétrique positive (c'est-à-dire vérifiant $X^TAX \geq 0$ pour tout $X \in M_{n,1}(\mathbb{R})$).
- **Q23** : le calcul de X^TAX , pourtant classique, a été très peu réussi, notamment parce qu'il s'agissait de mettre en place des notations adaptées. L'écart entre les candidats sur ce point s'avère important.
- **Q24** : le traitement de l'équivalence attendue est très disparate dans les copies, le jury note majoritairement un manque d'organisation dans le traitement des différents aspects de la question. Le sens rétrograde est globalement traité avec succès. L'erreur $XX^T = 1$ est fréquente : l'objet XX^T , matrice carrée de taille n , est à ne pas confondre avec le produit scalaire X^TX (qui, lui, vaut 1 pour X unitaire).
- **Q25** et **Q26** : la référence aux questions précédentes est rarement établie avec précision, en particulier la vérification du caractère unitaire des vecteurs auxquels on applique les résultats des questions **Q23** et **Q24** (le vecteur $|X\rangle$ en **Q25** par exemple). En **Q26**, les confusions entre plus grande valeur propre et valeur propre de plus grande valeur absolue (rayon spectral) sont fréquentes. Enfin, il ne faut pas prêter à la notation $|X\rangle$ les mêmes propriétés qu'à la valeur absolue dans \mathbb{R} (par exemple : $|AX\rangle$ n'est pas égal à $|A||X\rangle$, X non nul n'implique pas $|X\rangle > 0$, etc.).
- **Q27 à Q35** : questions rarement ou très rarement traitées par les candidats. On obtient de manière récurrente des propositions pertinentes de contre-exemples en **Q31**. En **Q30**, l'inégalité entre dimension du sous-espace propre et multiplicité de la valeur propre est souvent énoncée dans le mauvais sens.

Conclusion

Il est absolument primordial de se présenter à une épreuve de ce niveau avec une connaissance précise des éléments de cours et une capacité à les manier avec précision et rigueur. Il est également important d'apporter une attention particulière à ce qui semble être considéré par de nombreux candidats – à tort – comme des détails : déclaration des variables, utilisation pertinente des liens logiques (implications, équivalences) et des mots de liaison. Il importe également que les candidats sélectionnent et mentionnent explicitement la totalité des arguments nécessaires pour répondre à chaque question et organisent leur raisonnement avec méthode. Cela pourra par exemple leur éviter d'oublier de traiter certains aspects d'une équivalence ou d'une disjonction de cas. Ce manque de rigueur explique que de nombreux candidats risquent de se retrouver déçus par leur note, s'ils ont eu l'impression de traiter de nombreuses questions du sujet, alors que la plupart des réponses sont incomplètes ou insuffisamment précises.

Le jury tient également à rappeler l'impact significatif d'une copie bien présentée, rédigée dans un français correct. Il en aura été tenu compte dans la notation. Les désagréments impliqués par un manquement à ces règles d'usage sont doubles :

- sur le fond, un certain manque de soin ou une rédaction précipitée fait manquer des points importants de la question ou certaines étapes cruciales d'un raisonnement ;
- sur la forme, l'impression laissée au correcteur par une copie négligée est forcément négative. Pour éviter tout désagrément, le jury recommande aux candidats de soigner leur écriture, de limiter les

ratures, d'éviter de multiplier les insertions plus ou moins lisibles ou les renvois vers une autre page, et d'écrire dans un français correct.

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

Mathématiques 2

Présentation du sujet

Le sujet de cette année proposait l'étude de séries doubles provenant pour certaines d'entre elles, comme

$$\sum_{n=0}^{+\infty} \sum_{k=0}^n \frac{1}{k+1} \binom{2k}{k} \binom{2n-2k}{n-k} x^n,$$

d'un problème de probabilités associant les nombres de Catalan et le pile ou face infini.

Les polynômes de Hilbert $H_j(X) = \frac{1}{j!} X(X-1)\dots(X-j+1)$ étaient introduits pour l'étude des séries

$$f_k(x) = \sum_{n \geq 0} n^k x^n.$$

Deux questions demandaient des codes en Python menant à l'expression polynomiale de $(1-x)^{k+1} f_k(x)$.

Des exemples montraient l'importance des conditions de signe pour la convergence commutative des séries doubles.

Analyse globale des résultats

L'analyse statistique des résultats donne une moyenne correspondant à 21,5% des points du barème. L'écart type de 12,4% correspond à une épreuve ayant permis une bonne évaluation de la qualité des candidats. La moyenne relativement basse s'explique largement par la longueur du texte et les nombreuses questions difficiles (**Q7, Q9, Q10, Q11, Q14, Q16, Q21, Q23, Q38, Q39**) demandant aux candidats de concevoir une stratégie, même sommaire, pour ensuite la réaliser. Les meilleures copies n'ont pu qu'approcher 70% des points prévus.

Le sujet comportait effectivement des questions difficiles dès le début, ce qui a contraint les candidats à ne pas les négliger. Dans de nombreuses questions, le résultat n'était pas donné explicitement. Cela a rendu presque invisible un défaut souvent pointé : des copies produisant des résultats demandés à partir de calculs faux.

Des défauts fréquents dans les copies de cette épreuve concernent la rédaction des récurrences, trop souvent bâclée. Il y a clairement un effort à faire sur ce thème. Une autre erreur très présente cette année est la confusion entre fonction polynomiale et polynôme. Seules quelques rares copies font une distinction rigoureuse.

D'autres manques demandant un effort particulier sont signalés dans notre revue des questions.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I - Utilisation de séries entières

I.A - Une première formule

Beaucoup de copies, pourtant bonnes par ailleurs, ne répondent qu'à une partie de la question lorsque celle-ci comporte plusieurs demandes (ici, le rayon **et** la somme d'une série entière).

Q1. L'égalité $\sum_{n \geq 0} x^n = (1-x)^{-1}$ et le rayon de convergence sont très classiques mais on voit tout de même quelques erreurs, comme la fonction logarithme.

Q2. Attention aux erreurs de signe.

Q3. Une itération de l'idée de la question précédente. Notons que le membre de droite $k!(1-x)^{-k-1}$ doit être justifié par un argument de récurrence.

I.B - Utilisation d'une famille de polynômes

Q4. La convergence de la série ne devrait pas poser de difficulté particulière mais de nombreux candidats semblent vouloir s'inspirer de ce qui a précédé, souvent sans succès.

Q5. L'argument des degrés échelonnés (en fait l'inversibilité d'une matrice triangulaire) ne vaut que si on est explicite sur le fait que $\deg(H_j) = j$.

Q6. Une majorité de candidats fait une erreur dans le calcul de $\alpha_{k,0}$ (oubli de $\alpha_{0,0} = 1$). Seules 20% des copies donnent un traitement satisfaisant de la question.

La question **Q1** « sans justification » devait aussi être comprise comme une incitation à justifier, même brièvement, ce qui est fait dans les autres questions. Ici on demandait autre chose que de simples égalités.

Q7. Une première question qui demandait quelque initiative, essentiellement d'évaluer l'égalité de la question **Q5** en $x \in \mathbb{N}$. Seule une copie sur huit parvient à résoudre la question. Beaucoup tentent une récurrence malgré le fait qu'une relation de récurrence se prouve rarement par récurrence.

Q8. Une majorité de candidats aborde la question. Les codes proposés pour ce problème très simple sont assez satisfaisants malgré l'oubli trop fréquent des conditions initiales lorsqu'on utilise la récursivité. Rappelons aussi que casse et indentation doivent être clairement indiqués. Certains candidats sont sensibles aux problèmes de complexité (version récursive) et proposent parfois des versions itératives avec mémoïsation/programmation dynamique.

Q9. Une question difficile qui a pu dérouter les candidats de par sa place très tôt dans l'énoncé et l'absence d'indication. Elle n'est abordée que par une minorité, les autres candidats sautant souvent alors plusieurs questions.

L'*unicité* d'un polynôme satisfaisant $P_k(x) = (1-x)^{k+1} f_k(x)$ sur l'ensemble infini $] -1, 1[$ est souvent oubliée.

Pour le reste, l'existence de $P_k \in \mathbb{R}[X]$ et l'identité demandée pouvaient être séparées mais la bonne idée était ici de montrer cette identité directement par **Q3** et **Q5**. Notons que la relation de récurrence $\alpha_{k+1,j} = j\alpha_{k,j-1} + j\alpha_{k,j}$ (conséquence de $H_j \cdot (X-j) = H_{j+1} \cdot (j+1)$) permet classiquement une solution plus directe de cette question et de la **Q11**.

Q10. Ici beaucoup moins de tentatives, et encore moins de succès, qu'à la question **Q8**. Beaucoup de copies tentent d'abord d'explicitier le coefficient de X^j dans P_k et en cas de réussite partent alors de

la formule $\sum_{i=0}^j \alpha_{k,i} (-1)^{j-i} \binom{k-i}{j-i}$. Certains candidats ont bien vu qu'une formule moins explicite du type $\sum_{j \geq 0} \alpha_{k,j} \sum_{i=0}^{k-j} (-1)^i \binom{k-j}{i} X^{i+j}$ pouvait aussi se coder et produire un résultat tout aussi satisfaisant.

Beaucoup d'erreurs proviennent toutefois de ces calculs préliminaires pourtant simples.

Pour ce qui est du code on voit parfois apparaître une indéterminée X , ce qui en théorie serait possible à définir mais demanderait un travail préparatoire sur les listes d'un autre ordre de difficulté.

Q11. Une question du même niveau de difficulté, élevé, que la **Q9**. Elle est abordée par une majorité de copies dont seul un petit nombre arrive au résultat demandé, le plus souvent en dérivant la relation $P_k = (1-x)^{k+1} f_k$. Un effort payant pour les candidats qui parvenaient à mettre en oeuvre cette idée.

Certaines copies ont établi auparavant la relation bien utile $xf'_k(x) = f_{k+1}(x)$. La possibilité de démontrer et utiliser l'égalité demandée ici comme étape pour **Q9** apparaît aussi dans quelques copies.

Pour être complète, la solution de **Q11** devait aussi mentionner que l'égalité de fonctions entraînait une égalité de polynômes.

Q12. Une question apparemment facile, abordée dans la plupart des copies mais avec un taux d'échec assez alarmant. À peine une moitié des candidats produisent un calcul sans erreur.

Q13. Même remarque qu'à la question précédente avec un taux de réussite encore inférieur. La réponse est relativement facile à deviner à partir de la question précédente et a effectivement une valeur, même sans démonstration, puisqu'elle n'est pas donnée par l'énoncé.

Q14. Question difficile demandant un peu d'imagination et pas mal de ténacité. Seules quelques dizaines de copies donnent une démonstration complète.

Q15. Une question bien plus facile mais beaucoup moins tentée après l'échec à la précédente. De plus, la question est souvent mal comprise (confusion avec les coefficients devant les termes $X^j(1-X)^{k-j}$) et mal justifiée (considération des fonctions polynomiales sans passer par les polynômes).

I.C - Une dernière formule

Q16. Le critère de d'Alembert est utilisé avec succès par une courte majorité de copies. Toutefois le calcul qui doit suivre s'avère bien difficile. Le développement en série entière de $x \mapsto (1+x)^a$ ne paraît pas assez familier pour que les candidats voient tout de suite qu'il fallait partir du terme de droite de l'égalité demandée.

Q17. L'idée de considérer $g(x) = \sum_{n \geq 0} \binom{2n}{n} \frac{x^n}{n+1}$ et la dérivée de $x \mapsto xg(x)$ ne rend pas la question plus difficile que la précédente, ce qui peut surprendre. Par contre la nécessité de prendre $x \neq 0$ en fin de raisonnement n'est pas toujours clairement affirmée.

Q18. Le produit de Cauchy est utilisé de façon correcte par les candidats qui ont réussi les deux questions précédentes. À x fixé dans $]-\frac{1}{4}, \frac{1}{4}[\setminus \{0\}$ les séries numériques sont absolument convergentes. On peut aussi travailler avec des séries entières à condition de considérer $xg(x)$ comme à la question précédente.

Q19. Ici aussi pour procéder par identification des coefficients de séries entières il convenait de se placer sur un intervalle non vide $] -R, R[$ et donc de dire un mot sur le cas $x = 0$. Beaucoup de copies oublient ce point.

II - Étude de sommes doubles

II.A - Applications

Le rappel du théorème de Fubini dans les cas des séries ne semble pas avoir beaucoup d'influence sur les copies. L'absolue convergence est très rarement invoquée.

Q20. Rappelons que le critère de d'Alembert demande de vérifier que les termes sont non nuls. Rappelons aussi que deux séries à termes équivalents ne sont pas nécessairement similaires quant à leur convergence.

Q21. Même remarque sur le théorème de Fubini trop rarement invoqué et les hypothèses d'absolue convergence.

Q22. Même imprécision concernant la convergence. On voit beaucoup la « recette » consistant à vérifier que $n^2 u_n$ tend vers 0 pour en déduire que la série $\sum_n u_n$ converge.

Q23. La question est abordée dans la moitié des copies mais la formulation de la question s'avère un piège redoutable. Majorer efficacement le reste $\sum_{k=n}^{+\infty} \frac{1}{k^3(1+k)}$ (par exemple par $\sum_{k=n}^{+\infty} k^{-4}$ puis par une intégrale) s'avère très difficile. On voit aussi ici des équivalents appliqués à des sommes infinies. En appliquant le second théorème rappelé par l'énoncé il convenait bien sûr de sommer d'abord dans $[0, +\infty]$. La force de ce théorème sur les doubles sommes à termes positifs se voit également dans le fait que ce calcul résout aussi rétrospectivement la question précédente. Cette remarque s'appliquerait aussi aux questions **Q20** et **Q21** pour justifier l'absolue convergence.

II.B - Contre-exemples

Q24. Cette question et les deux suivantes promettaient un nouveau départ qui s'est avéré parfois illusoire avec un fort taux d'échec. Le plus souvent on attaque le calcul sans s'assurer que la somme existe.

Q25. Les calculs présentés comportent beaucoup d'erreurs qu'une relecture patiente auraient permis de corriger. L'enjeu devrait être encore plus clair quand le résultat n'est pas donné.

Q26. Notons qu'aucun commentaire n'étant demandé, les correcteurs ne peuvent pas récompenser les copies qui font l'effort de confronter le résultat aux théorèmes rappelés.

Q27. Moins abordée, la question montre les mêmes défauts qu'aux questions **Q24** et **Q25**.

Q28. Ici des erreurs de calcul bien regrettables et parfois un peu de mauvaise foi pour conclure, le résultat étant fourni par l'énoncé.

Q29. Même remarque qu'à la question **Q26**.

III - Probabilités

III.A - Un conditionnement

Q30. Cette partie III.A est abordée dans deux tiers des copies et le vocabulaire probabiliste paraît compris.

Q31. Nous avons dit plus tôt que des calculs erronés produisant miraculeusement le bon résultat donnent une bien mauvaise opinion de leur auteur. Mais à l'inverse le candidat qui constate son erreur et la commente même sans la résoudre peut recevoir plus d'indulgence. C'était notamment le cas ici et à la question suivante avec des problèmes de somme commençant à 0 au lieu de 1.

Q32. Les tentatives sérieuses s'amenuisent et la question est réussie par seulement une copie sur dix. L'inversion des symboles \sum est très peu justifiée.

Q33. Encore moins de tentatives, peu de copies allant au bout d'un calcul pourtant simple. Les candidats tentent de justifier a priori la convergence de la série $\sum_k kP(Y = k)$. Cela malgré le rappel du programme de PC par l'énoncé : pour les familles positives, le calcul peut être effectué dans $[0, +\infty]$ et la finitude de la somme vaut alors preuve de sommabilité.

Q34. Quelques rares candidats résolvent la question.

III.B - Pile ou face infini

Cette partie III.B suscite aussi l'intérêt des deux tiers des candidats mais le profit est bien moindre.

Q35. La coquille de l'énoncé — il fallait lire $X_1 + \dots + X_{2n}$ au lieu de $X_1 + \dots + X_n$ — n'a pas paru gêner les candidats qui ont abordé la question. Les correcteurs n'ont pas sanctionné les très rares copies qui faisaient le même lapsus que l'énoncé. La difficulté, légère, résidait plutôt dans la deuxième partie de la

question. Les candidats oublient souvent de mentionner l'indépendance pour le résultat ayant trait aux sommes de variables de Bernoulli.

Q36. Ici l'intuition est facile et en général correctement exprimée. Mais trop de candidats pensent qu'il suffit d'affirmer que $B_n \cap B_{n+1} = \emptyset$.

Q37. Une conséquence facile de ce qui précède pour les 20 % de candidats encore présents à ce point de l'énoncé.

Q38. Une question difficile, intéressante mais peu tentée. Des explications souvent confuses (« $A_n = \cup_k B_k \cap A_{n-k}$ » ou variantes) que les correcteurs ont tenté de comprendre avec patience mais qui s'avéraient presque toujours incomplètes.

Q39. La question la moins abordée du problème n'est pas la moins intéressante. Grâce aux séries génératrices des questions **Q16** et **Q17**, on montre que les nombres de Catalan $C_n = \frac{1}{n+1} \binom{2n}{n}$ dénombrent les mots de Dick de longueur $2n$, ici assimilés à des tirages à pile ou face. Notons qu'une démonstration directe par dénombrement est possible en commençant par réécrire $C_n = \binom{2n}{n} - \binom{2n}{n-1}$.

Q40. Une question assez facile qui a pu récompenser ceux qui sont allés jusque là. On oublie toutefois trop souvent de vérifier que $0 < p(1-p) < 1/4$.

Q41. Très peu de réussite même si la question est à peine plus difficile que la précédente.

Conclusion

L'épreuve n'a pas révélé de lacune particulièrement grave, ceci sur un énoncé assez élémentaire, il est vrai. Les séries entières sont une notion où les candidats ont généralement une intuition et une expérience réelles. La difficulté des questions importantes résidait essentiellement dans les idées qu'il convenait de trouver pour chaque situation. C'est ce qui a incité les candidats à réfléchir un peu plus longuement que d'habitude avant de rédiger, puis à le faire avec plus de soin. Cela a sans doute aidé à prolonger une amélioration de la rédaction des copies perceptible depuis quelques années.

En conclusion le jury est heureux que cet écrit n'ait pas été une épreuve de pure rapidité mais que les candidats aient pu montrer certaines qualités d'initiative et de réflexion.

Physique 1

Présentation du sujet

Cette épreuve est consacrée à l'étude de deux types de casques utilisables en cyclisme, qui furent des technologies novatrices du casque de contre-la-montre. Le but de sujet est de quantifier l'amélioration des performances engendrées par leur utilisation. Le sujet est contextualisé : il s'appuie d'une part sur le triomphe de Greg Lemond lors du Tour de France de 1989, ce dernier étant muni d'un « casque profilé à goutte d'eau », d'autre part sur la victoire de Patrick Lange au championnat du monde de triathlon en 2017, ce dernier étant muni d'un « casque à flux d'air aspiré sur l'avant ».

Ce sujet contient deux grandes parties.

- La première partie consiste en l'étude mécanique d'une descente en vélo en pente constante avec casque de vélo traditionnel et avec casque profilé en goutte d'eau : étude de la phase de démarrage avec détermination et résolution numérique de l'équation différentielle du mouvement, détermination du gain en puissance procuré par le casque profilé par rapport au casque classique, puis dans une dernière sous-partie, quantification de l'incertitude-type relative sur la vitesse du cycliste engendrée par l'incertitude de localisation GPS.
- La deuxième partie consiste en l'étude d'un casque à contrôle de couche limite d'air : modélisation du flux d'air autour du cycliste, détermination des conditions de décollement de couche limite sur son dos pouvant dissiper de l'énergie, quantification de l'apport d'un tel casque par rapport à un casque à goutte d'eau.

Le sujet comporte des questions d'informatique ; au nombre de quatre, elles sont très abordables et consistent à :

- expliquer un code de résolution d'équation différentielle par la méthode d'Euler en langage Python ;
- commenter des courbes obtenues par simulation grâce au code précédent, avec différents paramètres ;
- écrire une fonction permettant de calculer une distance parcourue connaissant la courbe de vitesse obtenue par simulation ;
- réécrire une fonction Python de l'énoncé en la modifiant légèrement afin de calculer une incertitude (l'énoncé invitait le candidat à une évaluation type Monte-Carlo).

Quelques questions relatives aux évaluations d'incertitudes, conformément au nouveau programme, sont aussi posées dans ce sujet : évaluation de type A, de type B, calcul par simulation à l'aide d'un algorithme de Monte-Carlo, calcul d'incertitudes composées. À noter que toutes les formules relatives aux calculs d'incertitudes sont rappelées dans les données en fin d'énoncé.

Enfin, le sujet contient de nombreuses questions de cours ou des applications directes ainsi que trois questions ouvertes. Aucune connaissance hors-programme n'est requise pour traiter la totalité du sujet. Quelques rudiments de mécanique du point de PCSI, des notions d'électromagnétisme, de mécanique des fluides du programme de PC doivent être maîtrisés pour réussir cette épreuve.

Dans chacune des deux parties, les questions les plus difficiles se situent à la fin.

Analyse globale des résultats

Le sujet, plutôt long, a été abordé en totalité par peu de candidats. Les résultats auraient dû être meilleurs dans la mesure où les nombreuses questions de cours et applications directes auraient dû être bien plus profitables.

Bien présenter, bien rédiger, ne pas utiliser d'abréviations inhabituelles, citer le nom des lois physiques utilisées, faire attention à l'orthographe, bien numéroter les questions, bien justifier sont des compétences minimales indispensables que doit avoir un candidat à ce concours, de même que l'honnêteté intellectuelle. La présentation des copies est globalement satisfaisante ; peu de copies ont été pénalisées par un malus de forme de la copie. Le jury regrette toujours que certains candidats ne vérifient pas l'homogénéité de résultats littéraux simples : une perte conséquente de points pourrait parfois être évitée.

Les questions difficiles du sujet ont été très peu traitées, la différence entre les candidats se fait donc sur les questions plus classiques.

Un trop petit nombre d'étudiants est capable de mener rigoureusement une démonstration de A à Z sans oublier une hypothèse, une flèche sur un vecteur, etc. La différence entre les bonnes et mauvaises copies tient très souvent à la manière de rédiger un raisonnement ou un calcul plus qu'au résultat en lui-même.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Les candidats perdent beaucoup de points parce qu'ils ne lisent pas bien le sujet (des démonstrations non demandées sont effectuées à tort, des relations vectorielles sont encadrées alors qu'il est demandé une relation scalaire...) ou parce qu'ils ne respectent pas les notations du sujet.

Les hypothèses utilisées lors des démonstrations ont rarement rapporté de points, car données de manière non explicite.

Les questions d'informatique sont plus correctes quand il s'agit d'écrire du code que de le commenter. La méthode de Monte-Carlo est mal comprise : beaucoup d'étudiants disent qu'elle réduit l'incertitude en multipliant les mesures.

Si un candidat utilise un symbole non défini dans l'énoncé, il doit obligatoirement le définir lui-même.

Trop nombreux sont encore les candidats qui ne répondent que partiellement aux questions, notamment lorsque celles-ci contiennent plusieurs sous-questions.

Concernant l'utilisation des outils mathématiques, le jury a constaté :

- beaucoup de confusions entre vecteur, norme et projection ;
- des erreurs d'applications numériques qui auraient dû être décelées avec un minimum de bon sens (gain en puissance apporté par un casque de plusieurs millions de watts, distance parcourue avant d'atteindre un régime permanent de quelques centimètres ou plusieurs dizaines de kilomètres...).

Les candidats armés d'une bonne connaissance du cours, d'un bon sens physique et d'une bonne maîtrise des techniques habituelles de calcul ont obtenu une bonne voire une excellente note à cette épreuve. Vu la structure du sujet, un candidat, moyen ou faible, pouvait se relancer régulièrement et se remettre en confiance : c'est pourquoi il est conseillé de parcourir le sujet en première lecture dans son intégralité.

Partie I

I.A – Évaluation du gain en puissance par une approche empirique

Q1. Bien que le jury ait toléré une évaluation numérique du nombre de Reynolds avec un chiffre significatif, on rappelle qu'un ordre de grandeur se donne sous forme d'une puissance de 10.

Q2. Il est anormal que des candidats encadrent leur équation différentielle en laissant N (norme de la réaction normale de la piste sur le cycliste) dedans. Trop de candidats n'ont pas effectué les applications numériques demandées alors que tout était correct : quel dommage !

Q3 et **Q4.** Ces questions ont été relativement bien traitées.

Q5. La description d'un programme Python ne doit pas être un simple commentaire ligne par ligne : il faut décrire le principe de fonctionnement du code.

Q6. Le jury regrette le nombre de réponses rencontrées du genre « la courbe est lisse » ou « la courbe est en segment ». On n'attend pas qu'une description naïve des courbes, il est nécessaire de commenter l'allure en faisant un lien avec le pas de résolution de la méthode d'Euler. La rigueur du vocabulaire dans les méthodes numériques est assez décevante (par exemple, le mot « pas » employé dans la méthode de résolution numérique n'a que très peu été mentionné).

Q7. Beaucoup trop de candidats ont estimé un temps d'établissement du régime permanent à 63 % ou 95 % par analogie avec le temps caractéristique de charge d'un circuit RC série, alors que les deux phénomènes ne sont pas du tout régis par le même genre d'équation différentielle. Le jury a noté trop d'explications où le régime permanent est atteint mais la vitesse continue d'évoluer.

Q8. Une fonction permettant une intégration numérique (méthode des rectangles ou des trapèzes) était la bienvenue.

Q9. Cette question comportait juste deux applications numériques. Elle a très rarement rapporté des points. Trop de valeurs ont été données sans unité. De plus, la valeur numérique de $\langle v_c \rangle$ devait comporter un nombre de chiffres significatifs en accord avec celui donné pour son incertitude-type $u(\langle v_c \rangle)$; par exemple, un candidat pouvait justement écrire $\langle v_c \rangle = 18,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ s'il écrivait $u(\langle v_c \rangle) = 0,04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Q10. Il était important de dire que, malgré les incertitudes expérimentales, les deux histogrammes étaient distincts, ce qui montrait un vrai effet du casque profilé. De façon plus quantitative, il était possible également de calculer un écart normalisé. Les commentaires du type « on obtient une gaussienne, ce qui valide le modèle » n'ont pas beaucoup d'intérêt.

Q11. Les candidats ont trop souvent cherché des complications. Un code simple, comme celui présenté ci-dessous convenait parfaitement :

```
def MonteCarlo2(vitesseMoyenne, incertitudeType, N, K):
    generateur = rd.default_rng()
    v_lim = generateur.normal(vitesseMoyenne, incertitudeType, N)
    SCx = K / v_lim ** 2 # tableau de N valeurs de SCx
    return np.mean(SCx), np.std(SCx)
```

Q12. Cette question a été bien traitée.

Q13. Une grande majorité des candidats n'a pas su définir correctement le gain en puissance G procuré par le casque. Il fallait comprendre que $G = \frac{1}{2} \rho v_{\text{lim}}^3 (SC_{x,c} - SC_{x,p})$.

I.B – Détermination de la précision du repérage par GPS

Q14. Les questions de mécanique appellent une définition rigoureuse du système, de son référentiel d'étude, des forces qui s'y appliquent. Toutefois, cette question a été relativement bien traitée.

Q15. On demande l'équation différentielle portant sur \underline{E}_x , pas sur \overline{E} . La nullité de $\text{div } \overline{E}$ mérite d'être justifiée.

Q16. Sur une question de cours comme celle-ci, trop peu de candidat justifient l'appellation « zone de transparence », en oubliant souvent de mettre en forme la relation de dispersion.

Q17 à Q19. Ces questions ont été bien traitées.

Q20. Un graphe doit être tracé en étiquetant les axes et en précisant les valeurs remarquables (asymptotes, annulations...).

Q21. Trop d'erreurs de calcul pour ce calcul classique de détermination de \overline{B} connaissant \overline{E} .

Q22. L'énoncé demandait explicitement une expression « approchée ». Trop de candidats n'ont pas simplifié l'expression brute du retard ionosphérique.

Q23 à Q26. Ces questions ont été très peu traitées.

Partie II

II.A – Modélisation du flux d'air autour du cycliste

Q27. Trop de candidats ont cherché à montrer le caractère irrotationnel du champ de vitesses, alors que celui-ci était fourni par l'énoncé. L'équation $\text{div } \vec{v}_e = 0$ doit être accompagnée d'une justification : incompressibilité de l'écoulement.

Q28. Les surfaces équipotentielles sont... des surfaces, et non des droites. Une phrase « les équipotentielles sont normales aux lignes de champ » ne confère aucun point si aucun de ces lieux géométriques n'a été davantage caractérisé (« parallèle à Ox » ; « de vecteur normal \vec{e}_x »...).

Q29 à Q31. Ces questions ont été relativement bien traitées.

Q32. Les hypothèses de démonstration ne sont pas toujours clairement explicitées.

Q33. Trop de candidats semblent avoir oublié le fait que, compte tenu des hypothèses de travail, là où les lignes de courant se resserrent le fluide accélère et sa pression diminue.

II.B – Comportement de la couche limite

Q34. Il importe de faire attention aux systèmes de coordonnées imposés par l'énoncé, ici (x', y') et non (x, y) . Pour avoir tous les points à cette question, il fallait explicitement identifier F , G et D .

Q37. Encore une fois, la valeur numérique d'un ordre de grandeur doit être écrite avec un nombre de chiffres significatifs adéquat (même remarque qu'en **Q1**). Que dire des candidats qui trouvent une épaisseur de couche limite de plusieurs kilomètres ?

Q39. Le caractère concave/convexe du champ de vitesse permettait de conclure à condition de se référer à la bonne variable dont dépendait v , ici y' (et non x'). D'ailleurs, trop peu de candidats savent repérer une courbe convexe ou concave.

Q40 et Q41. De nombreux candidats ont cherché à tromper le jury ici en modifiant leur réponse en **Q39** en cohérence avec leur réponse à la **Q33** ! De telles pratiques ne mènent jamais à l'obtention de points.

Q42. La formule étant fournie, on attendait une démonstration rigoureuse.

Q43. Question peu et mal traitée.

Q44. Question peu abordée, mais quand elle l'a été, certains candidats ont tenté de noyer le correcteur sous les équations, pour se contenter à la fin de réécrire le résultat fourni par l'énoncé.

Q45 à Q48. Ces questions ont été très peu abordées.

Conclusion

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

Pour tous les candidats, le jury se permet quelques conseils.

- Un sujet tel que celui-ci illustre l'importance fondamentale de l'apprentissage du cours : beaucoup de points peuvent être obtenus en citant ou en appliquant simplement celui-ci.
- Il est conseillé de parcourir l'intégralité du sujet lors d'une première lecture rapide : cela permet de s'imprégner du sujet et de repérer les questions faciles, à la portée de beaucoup de candidats. Ensuite il faut toujours s'assurer de bien avoir compris un énoncé quitte à le relire plusieurs fois.
- Comme déjà dit dans de précédents rapports, les résolutions de problème doivent être abordées avec plus de méthode. Une simple application de la démarche scientifique permet d'aider à formaliser le problème et donc à trouver la bonne réponse.
- Commenter et critiquer de façon pertinente un résultat ou une démarche, même si ce n'est pas explicitement demandé par l'énoncé, est valorisé : cela peut-être une analyse dimensionnelle d'un résultat littéral simple, un calcul d'ordre de grandeur d'un paramètre physique, une vérification de valeur numérique si elle est fournie dans l'énoncé, l'explicitation d'une hypothèse non fournie par l'énoncé mais nécessaire pour aboutir au résultat demandé, etc.
- Souvent un schéma simple, clair, éventuellement avec des couleurs, est plus apprécié qu'une demi-page d'explications.
- Ne pas négliger le travail sur les capacités numériques et celui relatif aux incertitudes.

Physique 2

Présentation du sujet

Il s'agit d'une épreuve de 4h pour laquelle la calculatrice était autorisée.

Le sujet de cette épreuve portait sur l'évolution de la définition de deux unités : le kilogramme dans une première partie (Q1 à Q20) puis le kelvin dans une deuxième (Q21 à Q43).

Ces deux parties sont totalement indépendantes, et accompagnées d'un formulaire d'analyse vectorielle et des données numériques utiles.

Partie I : redéfinition du kilogramme

Après deux questions plutôt qualitatives sur l'ancienne définition utilisant un étalon, le sujet décrit la balance de Kibble, puis celle de Watt ; avec des questions portant à la fois sur l'induction et sur la mécanique du point ; deux thèmes de première année.

L'utilisation de la balance en dynamique permet une question plus ouverte demandant aux candidats de décrire une méthode interférométrique pour mesurer une vitesse de déplacement.

Par la suite les questions Q11 à Q17 s'intéressent à l'influence de la dilatation des spires sur les mesures et abordent plutôt la magnétostatique de première année.

Enfin les questions Q18 à Q20 tournent autour de l'application des études précédentes à la redéfinition du kilogramme.

Partie II : redéfinition du kelvin

Après deux questions de « culture générale », Q23 à Q30 sont consacrées à l'établissement de l'équation de d'Alembert 1D et des expressions de la célérité et exploitent pleinement le cours de deuxième année sur les ondes et la mécanique des fluides.

Q31 à Q39 permettent de passer aux ondes sphériques et aux modes propres associés en notation complexe.

Les quatre dernières questions enfin font le lien entre ces modes propres et la redéfinition du kelvin par le biais de la constante de Boltzmann.

Analyse globale des résultats

Après une réunion de barème de l'ensemble du jury (14 correcteurs) où un premier jet de barème a été construit assez rapidement et de manière consensuelle ; la phase d'entente de 4h autour de 6 copies aléatoires a permis d'affiner le barème en précisant certains points.

Dans l'ensemble le jury a apprécié le sujet, dont le thème est intéressant et de longueur raisonnable. Il aborde des thèmes de 1^{re} et 2^e année par le biais de questions proches du cours et les développements permettent de départager efficacement les candidats.

La première partie, abordant des thèmes plus proches des programmes de première année a été globalement moins bien traitée que la deuxième, traitant de la propagation des ondes sonores.

Ce constat que les candidats semblent moins à l'aise et donnent des réponses souvent avec des manques de rigueur et de précision sur les thèmes de première année est récurrent ($\vec{F} = I\vec{dl} \wedge \vec{B}$ en oubliant

la différentielle, confusions entre forces de Laplace et Lorentz, confusion f.é.m. et force...) et il convient d'encourager les étudiants à ne pas négliger les chapitres de 1^{re} année.

Ceci dit, à la décharge des candidats, le jury a dans l'ensemble trouvé cette première partie (et notamment la définition des balances) un peu ambiguë sur certaines définitions, en particulier les notations (U et U' représentant des voltmètres et non des sources de tensions, résistance R' et rayon de la spire R , constante de Planck R à la **Q18**, définition algébrique de $I...$) ; ce qui peut aussi expliquer les relatifs meilleurs résultats sur la 2^e partie. Le jury a par conséquent fait preuve de plus de bienveillance eu égard à ces imprécisions, notamment sur certains signes. Une petite erreur d'énoncé (ou oubli) : « la balance est symétrique par rapport au plan ($x Cz$) » ; il fallait, pour appliquer le TMC à la **Q4**, savoir que la balance était symétrique par rapport à ($y Cz$).

Enfin, plusieurs questions s'enchaînent en utilisant les résultats précédents et pour éviter des doubles sanctions le jury s'est mis d'accord pour accorder des points si le résultat, faux, est néanmoins en accord avec le résultat de la question précédente. C'est le cas par exemple de l'expression de k_B de la **Q31** dépendant de la **Q29**, ou de la valeur de E à la **Q10** dépendant du résultat de **Q9**.

La question des chiffres significatifs a été discutée et tranchée depuis deux ans maintenant, ce que le jury apprécie dans l'ensemble, néanmoins il a regretté que sur une telle thématique la question de la précision des résultats numériques ne suscite pas plus de questions dans ce sujet.

La question **Q40**, demandant les principales sources d'incertitudes de l'expérience du LNE a été trouvée difficile à corriger, l'attente de l'auteur sur cette question nous semblant hors de portée des candidats. Le jury a finalement décidé d'un commun accord d'annuler cette question qui (peu traitée) n'a globalement donnée lieu qu'à des commentaires faux ou des généralités.

Le jury se permet par ailleurs de noter quelques questions pour lesquelles il s'est interrogé particulièrement :

- pour l'établissement de l'équation de d'Alembert, la définition du coefficient de compressibilité est très souvent donnée dans les problèmes, ce qui n'était pas le cas ici, ce qui a inquiété le jury ; mais finalement les candidats l'ont rappelée sans erreur dans la plupart des copies (soit avec la masse volumique, soit avec le volume V) ;
- nous avons eu quelques doutes à la **Q21** quant à savoir si « les définitions du kelvin et du degré Celsius jusqu'en 2018 » étaient exigibles de la part des étudiants ;
- pour les applications numériques de la célérité, le coefficient γ n'était pas dans les données, or il fallait utiliser sa valeur pour les GP monoatomiques dans la **Q30** et diatomiques dans la **Q29**. Les capacités exigibles du programme de PCSI ne demandent a priori que la connaissance de U et H (donc C_p et C_V et donc γ) pour les GP monoatomiques. Les candidats ont pour la majeure partie d'entre eux utilisé la valeur classique de 1,4 (GP diatomiques) dans les deux questions. Notons que quelques candidats ont tout de même différencié les deux valeurs de γ dans **Q29** et **Q30**.

Pour conclure sur ce volet, ce sujet nous a permis de trouver un barème rigoureux et sans ambiguïté nous permettant une correction rapide, efficace et juste. Par ailleurs comme pour chaque épreuve du concours Centrale-Supélec, la mise en place d'un malus a concerné moins de 5% des copies, ce qui révèle une attention réelle à la forme de la copie rendue : le jury tient à remercier les étudiants pour cette marque de respect.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Partie I : redéfinition du kilogramme

Q1 / Q2 : trop de confusions entre erreur relative et absolue. Les candidats font souvent peu de différences entre les incertitudes sur l'outil de mesure et celles sur l'artéfact lui-même.

Q3 : question souvent mal traitée à cause d'un manque de rigueur sur l'orientation de I qui doit être sans ambiguïté. Le jury encourage les candidats à privilégier dans ce type de questions des schémas 2D avec notations claires des axes, plutôt que des schémas en 3D souvent ambigus. Trop de candidats confondent force de Laplace et force de Lorentz et oublient que la force de Laplace est une force élémentaire ($d\vec{F}$).

Q4 : trop de candidats ont le réflexe d'appliquer le PFD pour caractériser l'équilibre de la balance ; or ici c'est l'équilibre des moments qui caractérise cet équilibre (même si, la balance étant symétrique ici, le résultat final est le même). Rappelons aussi que l'analyse dimensionnelle, si elle peut avoir un intérêt, ne constitue pas une démonstration.

Q5 : un nombre trop grand de candidats donne le résultat de la masse en grammes (avec une bonne application numérique mais pensant visiblement que l'unité légale de masse est le gramme !).

Q6 : cette question a été souvent mal traitée. Elle demandait une lecture approfondie de la méthode expérimentale (le courant I est nul lorsque la masse M est présente).

Q8 : la réponse étant donnée dans l'énoncé, trop peu de candidats appliquent rigoureusement la conservation de l'énergie. Par ailleurs, rappelons qu'une force électromotrice n'est pas une force. En revanche la question de l'homogénéité a souvent été très bien traitée.

Q9 : question ouverte. Beaucoup de candidats pensent à l'interféromètre de Michelson mais oublient ensuite que dans ce type question, tout doit être décrit : lame d'air ou coin d'air, position des miroirs, position du capteur...

Q10 : l'unité de E est bien le volt et non le newton (Cf **Q8**).

Q11 : la majorité des candidats a pensé à la dilatation thermique.

Q12 : beaucoup d'erreurs et d'imprécisions notamment sur les indices des composantes de \vec{B} et \vec{F} . Rappelons aux candidats que dans ces questions où la réponse est donnée dans l'énoncé, il faut encore redoubler de rigueur sur les démonstrations.

Q13 : les candidats connaissent bien la notion de conservativité du flux magnétique et l'équation de Maxwell associée. Attention, certains se contentent de « conservativité du champ magnétique » ce qui est faux.

Q14 : cette question, qui demande une vraie réflexion préalable a rarement été bien traitée : les symétries et d'antisymétries du champ devaient être étudiées soigneusement. Par ailleurs il était crucial dans cette question qui fait intervenir deux bobines de courants opposés, d'orienter les lignes de champ soigneusement.

Q15 : comme pour la question précédente, c'est à nouveau les questions de symétries et d'invariance qui permettraient de conclure proprement.

Q16 : les courbes obtenues, parfois avec des erreurs sur les sens de variation de la fonction font tout de même apparaître généralement une tangente horizontale.

Q17 : conclusion simple au regard de la **Q16**, souvent traitée avec succès.

Q18 : il fallait revenir aux descriptions initiales de la balance pour ne pas se tromper sur les tensions U ou U' .

Q19 : la plupart des candidats ont compris qu'il ne sert à rien d'avoir une grande précision sur une des variables si les autres variables gardent une précision moindre.

Q20 : de nombreux candidats pensent à exprimer les joules avec les unités de longueur / temps / masse ; ce qui permettrait en rappelant que la définition de la seconde était connue (dans les données), de conclure.

Partie II : redéfinition du kelvin

Q21 : la majorité des candidats connaissent la valeur en kelvin de 0 °C.

Q22 : beaucoup de candidats semblent avoir une idée imprécise de la notion de point triple. Et très peu pensent au problème de la pureté de l'eau dans les sources d'incertitudes.

Q23 : la relation $R = k_B \cdot \mathcal{N}_a$ est dans l'ensemble connue.

Q24 : si l'idée générale de l'approximation acoustique est connue, elle est souvent mal énoncée notamment au sujet de la vitesse v_1 : la vitesse au repos est nulle c'est devant la célérité des ondes acoustique qu'elle est faible (et non la célérité de la lumière!).

Q25 / Q26 / Q27 : ces questions proches du cours ont été dans l'ensemble bien traitées. Notons tout de même de trop nombreux oublis de « flèches sur les vecteurs ». Par ailleurs, la partie accélération convective de l'équation d'Euler demande de la rigueur : c'est l'opérateur $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}})$ qui est appliqué à la vitesse : la notation $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}})\vec{v}$ est juste, mais pas $\vec{v} \overrightarrow{\text{grad}} \vec{v}$ par exemple qui reste ambiguë.

Q28 : de nombreux candidats se compliquent la vie en raisonnant en 3D avec les opérateurs vectoriels alors que l'énoncé dit bien que l'on est dans le cas unidimensionnel suivant l'axe (Ox) .

Q29 : si l'expression de la célérité en fonction de T pour un gaz parfait est souvent bien traitée, il est important d'avoir un regard critique sur les applications numériques : les candidats doivent se douter qu'une célérité des ondes sonores dans l'air de 9 m/s est fautive.

Q30 : le gaz étant de l'hélium, la majorité des candidats pense à prendre une nouvelle valeur de masse molaire mais oublie que, contrairement au cas de la **Q29**, l'hélium est monoatomique et que par conséquent γ prend aussi une nouvelle valeur ($\gamma = 5/3$).

Q31 : simple application de la formule de c_s obtenue en **Q29**.

Q32 : conformément au programme, les candidats ont su remplacer la dérivée seconde de l'équation de d'Alembert 1D par le Laplacien.

Q33 : dans la continuité de la **Q32**, et en utilisant le laplacien en coordonnées sphériques de l'annexe, on fait apparaître une équation de propagation 1D en $r \cdot p_1(r)$. De trop nombreux candidats se trompent sur les solutions générales de cette équation en donnant une solution en ondes harmoniques. Il faut se rappeler que la solution générale est une superposition d'ondes progressives de la forme $f(r - ct) + g(r + ct)$. Peu de candidats citent les ondes sphériques. Rappelons que cet adjectif vient de la forme des surfaces d'ondes ($r = \text{Cste} \Rightarrow$ sphères ; $x = \text{Cste} \Rightarrow$ plans).

Q34 : et c'est la théorie de Fourier qui permet de s'en tenir aux ondes harmoniques.

Q35 : attention aux calculs en complexes : la plupart des candidats pensent à partir de l'équation linéarisée d'Euler pour trouver la vitesse ; mais peu arrivent au bon résultat sans erreur. Notons par ailleurs parfois une utilisation erronée de la notion d'impédance acoustique, définie en cours uniquement pour des ondes planes progressives.

Q36 : la définition générale du débit volumique est souvent juste. Encore trop d'erreurs sur la surface d'une sphère.

Q37 : question peu traitée mais souvent juste quand elle l'a été : le lien entre mode propre et conditions aux limites est généralement bien connu.

Q38 : la démonstration demandait la bonne équation de la **Q37** ($\tan kr = kr$) : les candidats ayant la bonne équation ont la plupart du temps judicieusement pensé à une résolution graphique.

Q39 : application numérique le plus souvent juste quand elle a été traitée.

Q40 / Q41 : beaucoup de candidats s'étant penché sur cette question ont pensé avec succès au fait qu'il était nécessaire d'améliorer simultanément cinq sources d'incertitudes.

Q42 / Q43 : questions peu souvent traitées, mais quelques candidats en ont fait de belles résolutions soignées.

Conclusion

Commençons par préciser que le tour d'horizon précédent visait à mettre en avant les erreurs principales rencontrées afin d'aider les futurs préparateurs à mieux de se préparer au concours mais que le jury a par ailleurs vu de nombreuses très belles copies, tant sur la forme que sur le fond et tient à en féliciter les auteurs.

Résumons les voies d'améliorations et conseils que l'on peut tirer de cette épreuve en quelques points clés :

- nécessité de ne pas négliger les chapitres vus en première année ;
- ne pas hésiter à prendre un vrai temps de lecture des énoncés décrivant des protocoles expérimentaux parfois complexes. ;
- avoir un regard critique sur ses applications numériques ;
- être rigoureux dans tous ses calculs (flèches sur les vecteurs, différentielles...) et encore plus dans le cas où le résultat à démontrer est donné dans l'énoncé ;
- privilégier des schémas en 2D quand c'est possible, avec une indication rigoureuse des différentes orientations.

Rappelons aux candidats que le résultat d'une épreuve de concours représente un état des connaissances du candidat à un instant précis et ne représente pas en rien un jugement général de ce dernier.

Le jury tient à remercier les enseignants qui ont donné une grande énergie à la préparation des candidats.

Rédaction

Présentation du sujet

Le sujet était tiré cette année de l'*Essai sur les libertés* de Raymond Aron, paru en 1965 et issu de conférences données par l'auteur en avril 1963 à l'université de Californie, à Berkeley. Décrivant son projet, et particulièrement le troisième chapitre, dont est extrait le texte, Aron écrit : « Je m'interroge sur la compatibilité entre les nécessités de la civilisation technique et la liberté politique au sens strict du terme, c'est-à-dire la participation des citoyens et des élus aux affaires publiques. » Cette interrogation traversait le texte.

Les candidats devaient, comme chaque année pour cette épreuve, résumer le texte en 200 mots puis traiter le sujet de dissertation ainsi formulé : « "Le travail est le lieu de la nécessité." Dans quelle mesure les trois œuvres inscrites au programme permettent-elles de valider cette formule reprise par Raymond Aron ? »

Analyse globale des résultats

Le sujet a rarement posé des problèmes de compréhension littérale. Il a permis la mobilisation de notions de cours et des œuvres au programme ; il a par ailleurs souvent autorisé le développement d'une réflexion fine et personnelle. Il a donc rempli sa fonction de classement des candidats.

Le jury a pu apprécier la prise en compte de certaines de ses recommandations, sur le respect du nombre de mots dans le résumé, l'effort de confrontation au sujet dans la dissertation, l'utilisation de références, etc. Il invite les candidats à une attention encore plus fine aux subtilités du texte et au cadre conceptuel du sujet de dissertation, pour centrer jusqu'au bout la réflexion sur les notions à discuter.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Résumé

Un bon résumé est clair et lisible sans le secours du texte-source. Ce résultat ne s'obtient que par une analyse rigoureuse des enjeux et des étapes du texte, en hiérarchisant les idées, en acceptant le sacrifice de certaines. L'étagement des arguments en paragraphes intelligents, dont la continuité logique apparaît explicitement, témoigne du bien-fondé de cette analyse. Faute de repérer les grandes étapes du propos, certains candidats ont cependant eu tendance à éclater le résumé en un nombre trop important de paragraphes (cinq, six, sept ou davantage), archipel de segments arbitraires mal liés voire pas liés du tout. Le travail de « concision », défini dans le rapport 2022, devrait tout au contraire mettre en évidence l'organisation du texte.

Raymond Aron développe ici une argumentation d'une grande clarté, scandée par des questions qui sont autant d'articulations explicites. L'auteur se demande si le travailleur moderne peut accéder à la liberté. L'organisation du travail est complexe, oligarchique par définition et la démocratie rêvée par les salariés a des limites, acceptables en définitive dans une société libérale qui sait les aménager. Telle est la thèse qu'il fallait identifier. « Si le texte a bien toujours un auteur, il lui arrive de faire entendre d'autres voix que la sienne et des idées auxquelles il n'adhère justement pas », signalait déjà le rapport 2017. De fait, Marx est évoqué à cinq reprises dans les cinq premiers paragraphes mais la référence implicite au philosophe est constante, du début à la fin du texte. Une lecture attentive était nécessaire pour permettre de distinguer la position d'Aron de celle de Marx.

Tandis que les premières interrogations (« S'il en va ainsi, n'est-ce pas dans la société civile, comme le voulait Marx que l'homme d'aujourd'hui doit être "libéré" ? N'est-ce pas la monarchie de l'entrepreneur qu'il faut briser pour que démocratie et socialisme s'accomplissent ? ») épousent, non sans malice, le point de vue marxien, la troisième (« Que signifie la liberté dans le travail ou encore de quelles libertés jouit et peut jouir le travailleur dans l'entreprise ? »), relayée et précisée par une quatrième au début du sixième paragraphe (« Une autre liberté réelle — une libération sur le lieu du travail — serait-elle possible ? »), formule sans ambiguïté l'interrogation de l'auteur. Les deux derniers paragraphes répondent clairement, et à vrai dire de manière cinglante (lorsqu'il est question de la « mystification d'une révolution faite au nom du prolétariat »), par la négative au problème posé. Les diverses marques de la tonalité sont toujours un précieux indice pour comprendre ce que l'auteur a voulu dire ; les candidats, lecteurs scrupuleux, devraient en tenir compte.

Dans le détail, l'argumentation se déploie ainsi :

- la vulgarisation du vocabulaire économique a permis à la jeunesse travailleuse de repérer sa place dans la production, ce qui crée une conscience politique. Cette prise de conscience peut-elle activer la démocratie sociale en favorisant réellement l'émancipation du travail salarié ? La liberté entendue comme autodétermination ne caractérise que le travailleur indépendant, largement minoritaire. Au contraire, le salarié, catégorie dominante, quoique bénéficiant de droits sociaux, n'est pas réellement libre. Il dépend en effet d'un système productif contraignant, comme Marx l'a souligné. D'ailleurs l'étude scientifique de son comportement au travail et des représentations qu'il a de son activité confirme cet état. Son autonomie est bien limitée, malgré la communication avec sa hiérarchie professionnelle.
- la liberté du salarié peut-elle au demeurant se développer autrement ? L'étatisation, à l'Est, des moyens de production a accentué les contraintes pesant sur l'ouvrier, en réprimant son désir profond d'émancipation, et la façon, à l'Ouest, de choisir les dirigeants de l'entreprise capitaliste ne peut influencer sur le ressenti des salariés. La structure oligarchique des grandes unités de production est en effet inévitable. Instaurer la démocratie dans l'entreprise n'apporte alors que désillusion car la verticalité de son organisation empêche l'interaction égalitaire. Certes on peut vouloir soit supprimer soit atténuer cette contradiction mais c'est bien en dehors du monde du travail que réside la liberté, dans l'espace civique et la vie personnelle.

Certains candidats font le choix curieux d'interrompre le résumé dès lors qu'ils ont épuisé le nombre de mots à leur disposition, sans se soucier que leur travail de restitution soit achevé ou pas. C'est une faute de méthode grave : une idée manquante est sanctionnée de la même façon qu'un contresens.

Des enjeux majeurs ne sont pas saisis. Les notions empruntées à Marx, en particulier celles de société civile, de liberté formelle ou réelle, ont souvent posé des problèmes. Il n'était pourtant pas indispensable (ni attendu) qu'elles soient préalablement connues : le texte lui-même les éclairait suffisamment s'il était lu avec soin. Dans de nombreuses copies, l'interrogation sur la pertinence d'abolir le patronat devient affirmation. La condamnation franche d'Aron vis-à-vis des choix du bloc de l'Est a donné lieu à des contresens.

L'exigence d'intégrer le support du sujet de dissertation au résumé est parfois interprétée, à tort, comme une invitation à citer celui-ci : c'est une entorse à une autre grande exigence, celle de la reformulation. Celle-ci est souvent maladroite, trop littérale, avec des expressions abstraites ou trop synthétiques qui obscurcissent le texte faute d'avoir rigoureusement discerné les arguments. En particulier, le vocabulaire économique et politique a posé problème et a souvent entraîné soit des calques, soit des reformulations créant des faux-sens, soit des omissions complètes. La reformulation devrait être le signe d'une appropriation personnelle du propos de l'auteur, qui est l'esprit même de l'exercice ; elle produit pourtant quelquefois des textes inintelligibles, qui n'ont manifestement pas été relus.

Heureusement, d'autres copies se distinguent par une structure formelle efficace, mettant en évidence la stratégie argumentative ; elles savent faire apparaître ce texte de philosophie sociale et politique dans sa

coloration libérale ; elles recourent à un lexique sobre et précis, parfois même très simple, et qui permet d'extraire de ses longs arguments élaborés le cœur de la position de Raymond Aron.

Rappelons une fois encore que tout dans cet exercice est vérifié et pris en compte dans la notation : le nombre de mots, les barres obliques, les paragraphes, l'orthographe, la présentation. Le manque de soin apporté à la copie, qui rend difficile la lecture ou le recomptage des mots, relève d'un défaut fort regrettable de courtoisie. Rappelons enfin que la copie ne doit pas comporter des segments de phrases voire des paragraphes complets barrés pour respecter le nombre de mots : ce travail doit évidemment s'opérer au brouillon.

Dissertation

L'ouverture des dissertations opère souvent une première et bien regrettable diversion. Il ne suffit pas d'affirmer que « Raymond Aron dit la même chose » (que Lamartine, que Kant, que Rousseau, etc.) pour légitimer une citation. Mieux vaut s'en passer, si on n'en a pas qui soit pertinente à disposition. Certaines copies ont pris l'inadmissible liberté de citer sans le moindre recul l'insupportable slogan de mort de la machine d'extermination nazie : « *Arbeit macht frei* » était sans aucun rapport avec notre sujet ; il est plus que malheureux d'en avoir fait une amorce et l'étude de Vinaver, au moins, aurait dû alerter les candidats.

La formulation très synthétique du sujet exigeait la définition d'une problématique qui ne soit pas une simple reprise sous forme interrogative ni le recyclage de travaux réalisés pendant l'année, mais l'aboutissement d'une analyse précise du sens et des enjeux. Cela impliquait de situer la formule dans son contexte. Le sujet était à cet égard caractéristique de l'épreuve de rédaction du concours Centrale-Supélec, dont la spécificité tient au lien étroit des deux exercices proposés, résumé et dissertation. Au demeurant, cet éclairage contextuel n'est qu'un point de départ : il ne s'agit pas, en effet, de s'enfermer dans le point de vue de l'auteur en se contentant de l'illustrer mais, au contraire, de le discuter et pour cela d'en déployer les implicites et les implications. C'est pourquoi un soin particulier devrait être accordé à la définition des notions ; le jury déplore qu'elle manque le plus souvent : la substitution univoque de termes généraux à des concepts précis appauvrit inexorablement la réflexion, quand une interprétation nuancée autorise les relances du propos et donne ainsi à la discussion la dynamique attendue.

Ici, le texte est centré sur la notion de liberté ; il s'interroge sur la possibilité d'une libération dans le travail. Des devoirs même imparfaits mais qui ont conduit l'analyse attendue se sont ainsi donné les moyens de nourrir à bon escient leur réflexion de notions simples solidement établies par le cours, telles que « l'aliénation », « l'affranchissement », « la réalisation de soi ». Ils ont pu être valorisés.

D'autres en revanche rabattent sur le terme de « nécessité » celui de « besoin », infiniment moins riche, ou se privent de la puissance du concept en lui substituant l'adjectif « nécessaire », qui vient colorer d'autres notions : le travail, la liberté voire la nécessité elle-même. La réflexion ne se déploie qu'à condition de mobiliser les termes dans une acception large. La nécessité pouvait désigner ici le besoin vital, la contrainte technique, l'obligation sociale, l'impératif moral, la condition humaine, la nécessité d'ordre cosmologique, etc. Elle est un concept philosophique ambivalent, qui évoque la contrainte mais aussi une ouverture au possible ; elle contient donc pour la dissertation le précieux ferment d'un renversement dialectique.

Mais le « lieu » a été plus mal traité encore, et le plus souvent tout à fait ignoré. Il méritait pourtant lui aussi d'être entendu dans sa polysémie, comme lieu d'enfermement du travailleur aliéné mais aussi comme lieu de la création, c'est-à-dire de la confrontation de l'homme au monde qu'il transforme pour se libérer et s'accomplir.

Le sujet se prêtait alors parfaitement à un questionnement dynamique, consistant à se demander si le travail est seulement l'épreuve d'une contrainte inéluctable ou si travailler n'est pas surtout faire l'expérience d'une liberté progressivement réalisée : jusqu'à quel point l'émancipation et l'épanouissement sont-ils envisageables dans le travail ? En ce qu'il s'impose à l'homme comme une nécessité, le travail

est-il contradictoire de la liberté ? Comment dépasser ce qu'il y a d'aliénant dans la soumission à la nécessité, non par compensation mais dans le travail lui-même, conçu précisément comme le moyen de ce dépassement ?

Pour répondre à la question posée, les plans binaires, qui opposent en deux parties le travail aliénant et le travail libérateur, n'étaient pas recevables : un principe logique de non-contradiction doit être respecté. La discussion consiste bien plutôt à identifier un positionnement, à en montrer les limites et à redéfinir la thèse initiale. Les plans inversés, qui objectent au sujet dès la première partie, avant même d'en décrire la thèse, ont également été sanctionnés : une exigence intellectuelle minimale impose en effet que l'on s'entende sur les mots et les idées avant de les discuter. Encore fallait-il ne pas croire aller dans le sens de l'auteur en montrant dans une première partie que le travail subvient aux besoins de l'homme : ce n'est pas ce que dit la citation.

Certains plans progressent plus subtilement et identifient, dans une deuxième ou une troisième partie, certains métiers, et en particulier la création artistique, qui garantiraient à ceux qui les exercent épanouissement, réalisation de soi et liberté. Si elle était menée avec nuance, une telle réflexion sur le travail créatif de l'artiste était assurément précieuse dans le traitement du sujet mais on pouvait espérer que, loin d'opposer ce travail à ceux du paysan, de l'ouvrier, du salarié, elle permette au contraire de penser les conditions d'une libération au sein de ces derniers : les œuvres au programme en donnaient largement les moyens.

Le jury attendait donc une réflexion en deux ou trois parties mettant en évidence le statut anthropologique et ontologique du travail : la possibilité qu'il offre ou devrait offrir de s'accomplir en tant qu'être humain.

Les meilleures dissertations ont montré comment le travail exerce une pression presque insupportable sur l'être. Leurs auteurs ont su mettre en évidence le fait que la souffrance humaine au travail traduit un aspect essentiel de l'être productif, tout comme de l'être absolu : la tragédie de sa condition. Ils ont ensuite décrit comment l'ingénierie humaine et le libre arbitre inhérents à l'homme échappent toujours en partie aux injonctions des lois du travail et de la nature. Les réflexions les plus abouties ont insisté sur les capacités de production créative particulièrement régénérantes pour la vie et l'esprit humains, dans le travail artistique et ailleurs. Les candidats ont alors su réintégrer la notion de nécessité au cœur du possible, ouvert à une dynamique incessante d'expansion de l'être, conscient de ses limites et cultivant ses audaces. Ainsi, le travail, dans la diversité des contraintes qu'il impose, est-il pour l'homme à la fois le lieu d'une découverte de la liberté qui est sa vocation, et le moyen d'y tendre.

Une connaissance très solide des œuvres devait soutenir la réflexion. Certains candidats qui ne les ont pas lues sont allés jusqu'à inventer des citations. Faut-il rappeler que les correcteurs ont une connaissance précise des textes et que de telles pratiques sont lourdement sanctionnées ?

Dans l'ensemble, les trois ouvrages ont heureusement été travaillés mais ce sont souvent les mêmes références qui reviennent (les paysans bienheureux, les abeilles, les machines, la séance de brainstorming...). Par ailleurs les citations ou les situations ne sont pas suffisantes en elles-mêmes. Elles ne sont pas un ornement mais un élément indispensable de l'argumentation : elles doivent donc être commentées, c'est-à-dire explicitement liées à l'idée qu'elles viennent soutenir. Encore faut-il bien les comprendre : souvent, il a semblé que la dimension satirique de la description par Michel Vinaver du monde de l'entreprise échappait aux candidats.

Les références doivent être empruntées aux trois œuvres (dont les titres doivent être soulignés). Cet équilibre ne se mesure pas à l'échelle de la dissertation dans son ensemble mais à celle de chaque sous-partie : telle est évidemment la condition du tissage attendu. Les auteurs au programme offraient au candidat un précieux recul, de vingt siècles, sur la notion de travail : ils illustrent la diversité des formes que celui-ci a pu prendre historiquement mais ils montrent aussi la continuité de la notion, qui tient à son caractère essentiellement anthropologique. Ce sont toujours des travaux très différents qui sont représentés mais c'est bien toujours de travail qu'il s'agit. Une telle richesse autorisait une grande nuance d'analyse et de confrontation. Tous les textes articulent le travail à la tragédie de l'existence. Chacun place en son

cœur une réflexion sur la création artistique et en particulier sur l'écriture : Virgile thématise la liberté de l'écrivain, Weil recherche la langue nouvelle adaptée au témoignage qu'elle veut donner, Vinaver met en abyme le travail du dramaturge. De multiples pistes s'offraient ainsi à la réflexion des candidats pour traiter le sujet : l'épreuve de rédaction de Centrale invite bien à penser le thème à travers les œuvres.

Des rapports antérieurs, celui de la session 2018 notamment, ont précisément décrit la méthode qu'il convient de mettre en œuvre dans l'exercice de la dissertation : nous renvoyons à leur lecture.

Conclusion

Comme souvent, le programme 2023 soumettait à la sagacité des élèves des classes préparatoires scientifiques un thème universel et d'une singulière actualité. Tout en exigeant d'eux une grande maîtrise technique, une pensée rigoureuse, un détour par le regard d'autres qu'eux, le sujet de rédaction autorisait et attendait, sinon une prise de position, en tout cas une réflexion personnelle. Celle-ci alimente les meilleures copies, qui s'ancrent dans ce que le travail a de concret et offrent au correcteur, à travers la rencontre d'une pensée fine et nuancée, le sentiment heureux d'un véritable dialogue. Il est satisfaisant de rencontrer ainsi chez de futurs ingénieurs, voués à des emplois d'encadrement, une réflexion aboutie sur le travail.

Arabe

Présentation du sujet

Le sujet d'arabe, session 2023, soulève ce rapport dialectique, d'influence réciproque, entre la politique et le sport.

Conçu en amont du Mondial de football au Qatar, ce choix de sujet devait susciter des problématiques et questionnements similaires chez les candidats sans opérer, toutefois, des amalgames ou des confusions puisque le Mondial qatari est à peine mentionné dans l'un des documents.

Le premier article intitulé, « *Remarques, pensées politiques et sportives autour des Olympiades et la participation arabe* », retrace l'histoire de l'organisation des jeux olympiques depuis 1896 : annulation ou boycott à cause de la politique tout au long de ce parcours historique. Inversement, le sportif influe sur la politique, constitution d'une équipe des réfugiés sous la bannière de l'ONU en 2016 à Rio de Janeiro. Le reste de l'article transpose la réalité de l'impact de la dichotomie politique-sport/ sport-politique sur la participation des pays arabes aux olympiades : La révolution de 1952, à titre d'exemple, a eu un impact sur la participation et les résultats sportifs de l'Égypte aux Olympiades postérieures à cet événement.

Le deuxième article, « *Le sport, phénomène et pratiques* », est un exposé anthropologique et historique sur le rôle, le statut et les représentations du sport au sein des sociétés occidentales et arabes. L'article souligne à plusieurs reprises l'interférence du politique et du sportif aux niveaux : sociétal, éducatif ou encore urbain.

Le dernier article, « *De l'intrusion du sport dans la politique : les supporters du football, un atout majeur pendant les élections* », focalise sur l'implication des grands sportifs tunisiens dans les élections législatives de 2014. Profitant de l'ouverture politique post printemps arabe, les grands noms du sport tunisien invoquent leur aura et prestige pour s'inviter dans la scène politique tunisienne. Au préalable, il y a plusieurs allusions historiques sur l'exploitation du sport, notamment le football, à des fins politiques : Mussolini et la propagande pour son régime pendant la coupe du monde, organisée en Italie en 1934, ou l'ascension politique de Berlusconi sous l'habillage du président d'un club de football, le Milan AC.

Analyse globale des résultats

Le jury s'est félicité de la prestation globale des candidates et candidats qui témoigne d'une maîtrise remarquable de l'exercice de la synthèse : le choix de la problématique était souvent pertinent, la restitution quasi-complète et l'architecture générale du travail était bien agencée de l'introduction à la conclusion. Le spectre du Covid qui a pesé négativement sur les résultats aux éditions précédentes, s'éloigne, fort heureusement, de plus en plus. Le jury tient aussi à remercier les professeurs d'arabe exerçant en CPGE qui dispensent une préparation aux concours, dense et adéquate.

Il est pourtant utile et indispensable de revenir sur les insuffisances qui émaillaient encore les productions de certains candidats et qui doivent mobiliser l'attention et la vigilance des futurs postulants.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Problématique

Contrairement à certaines sessions antérieures, notamment en 2019 et 2021, où le choix de la problématique était parfois erroné ou manquait de précision, les candidats de la session 2023, dans leur majorité,

n'ont pas eu de difficulté à déceler la problématique adéquate qui permettait une approche pertinente et complète de l'exercice de la synthèse. Néanmoins, le jury a relevé une légère tendance de certains candidats à évoquer unilatéralement l'influence de la politique sur le sport alors que les trois documents soulignent un rapport d'influence réciproque. Le jury ne peut qu'inciter les futurs candidats à redoubler de vigilance dans le choix de la problématique, élément essentiel de toute synthèse réussie.

Restitution

La synthèse nécessite une restitution complète, hiérarchisée des idées clés qui parcourent le corpus proposé à l'étude. Or, le jury a relevé une certaine omission des éléments internationaux (boycott américain des jeux olympiques de Moscou en 1980 à la suite de l'invasion soviétique de l'Afghanistan versus boycott soviétique des jeux olympiques à Los Angeles, par exemple) qui servent d'assise, d'illustration à ce rapport dialectique entre la politique et le sport. Les candidats ne doivent pas focaliser leur recensement aux seuls éléments afférents à la réalité arabe. Les sujets du concours ont trait souvent à des problématiques universelles dans un monde de plus en plus globalisé. Il est opportun que les candidats posent un regard global sur les problématiques qui secouent le monde contemporain et ne cantonnent pas leur vision dans une optique locale et une vision étriquée.

Aussi, le jury déplore que le deuxième article très dense qui traite théoriquement de l'imbrication du politique et du sportif n'ait pas fait l'objet de l'attention qu'il méritait. Il est important que les candidats veillent, autant que faire se peut, à traiter tous les documents du dossier de manière complète et équilibrée.

Enfin, il est extrêmement important que la synthèse ne comporte aucun fait, aucune idée extérieure aux documents du dossier. Il était donc mal-à-propos de mentionner le « parcours triomphal » de l'équipe marocaine lors du Mondial qatari ou les retombées positives de l'organisation du mondial sur le Qatar. La synthèse, faut-il le rappeler, n'est pas une tribune pour commenter ou gloser et, encore moins, d'extrapoler.

La langue

Les candidats ont souvent composé dans une langue arabe de bonne facture. Le lexique est riche et diversifié. Subsistent, toutefois, quelques failles linguistiques qui ont été recensées et analysées dans les précédents rapports, notamment celui de 2019.

Conclusion

Le jury se réjouit, à nouveau, du niveau dont les candidats ont fait montre lors de l'édition 2023. Il les encourage à peaufiner leur préparation en lisant attentivement les rapports des sessions précédentes, à suivre l'actualité dans les médias arabes ou internationaux, connus pour leur objectivité et neutralité.

Allemand

Présentation du sujet

Le dossier à synthétiser en allemand comporte trois articles et un dessin de presse. Il propose une réflexion autour de l'*Aufklärung* et de son héritage aujourd'hui. La référence commune aux trois documents écrits est le bref texte de Kant „*Was ist Aufklärung?*“, de 1784. Les auteurs se demandent ce qu'il reste de sa définition des Lumières et en quoi le texte nous permet de penser des phénomènes aussi divers que le populisme à la Trump, les théories du complot ou la crise de la Covid. À l'aide de ces documents, on peut se demander si les Lumières sont une promesse bafouée par la modernité et en particulier par les nouveaux vecteurs digitaux du savoir, ou bien si elles ne sont pas plutôt, aujourd'hui comme hier, un processus éternellement en cours, tel que le suggère Kant dans la dernière phrase de son essai.

Dans leur synthèse, les candidats devaient apporter une attention particulière aux points suivants :

- la perte de rationalité d'une époque qui voit renaître les théories du complot, le climato-scepticisme et le populisme ;
- la question de la fin (ou pas) des Lumières, conçues comme processus toujours en cours plutôt que comme accomplissement définitif ;
- l'opposition entre rationalité et irrationalité, vectorisée par le développement d'internet et des réseaux sociaux ;
- l'hyperspécialisation des savoirs qui rend impossible la pensée critique du citoyen moyen et le renvoi vers la croyance en un ordre du monde souhaité ou fantasmé ;
- le refus des formes traditionnelles de l'autorité, remplacées par un savoir bricolé sur internet ;
- le rôle des crises (crise sanitaire, crise climatique, crise économique et sociale) dans le retour de la superstition ou des schémas de pensée irrationnels ;
- l'instrumentalisation politique de schémas de pensée irrationnels.

La synthèse invitait par conséquent à mobiliser des champs lexicaux diversifiés, entre autres le registre abstrait, philosophique, sociologique et politique. Le dessin de presse, de son côté, mobilisait également un vocabulaire très concret pour pouvoir le caractériser correctement.

Analyse globale des résultats

L'évaluation a, sans surprise, pris en compte l'analyse détaillée de tous les documents, la formulation d'un titre informatif et précis, qui ne se contente pas d'évoquer de façon générale et évasive le thème de la *Unmündigkeit*. Elle a valorisé la proposition d'une problématique ni trop vague ni trop générale englobant toutefois l'ensemble des documents, une synthèse structurée faisant interagir les documents. Si les registres lexicaux sollicités étaient dans l'ensemble bien maîtrisés, on regrettera néanmoins dans certaines copies une tendance, heureusement en régression, à abuser de la citation, ou à s'abstenir de reformuler, ce qui va à l'encontre des recommandations faites aux candidats. Une synthèse n'est ni une paraphrase ni un collier de citations. L'incorrection grammaticale, dans la mesure où elle nuit à l'articulation logique des arguments et à la réception globale du message, a été également sanctionnée, le critère principal étant ici l'intelligibilité. Dans l'ensemble, la méthode de la synthèse semble désormais maîtrisée par la majorité des candidats. Toutefois certains candidats se limitent à une apparence de structuration, à une simulation d'enchaînements ordonnés, à un simulacre d'interaction. Ils ont parfois réduit les enjeux du dossier à la

notion de « crise », certes en prise avec l'actualité, mais sans parvenir, du fait de ce biais, à restituer la complexité du dossier, ni à faire de la synthèse une pensée en mouvement. Ils sont invités à prendre confiance en leur capacité à se plier à ces contraintes avec naturel, et de ce fait aussi à faire confiance au sujet qui rend possible le déploiement de cette pensée en mouvement.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La synthèse et sa méthode

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

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

Il va de soi que la structuration de la synthèse gagne à être subtile et à dépasser les constructions convenues du type problèmes-causes-solutions ou avantages-inconvénients-synthèse ou phénomène-conséquences-dangers. Là aussi, certains candidats relèvent le défi tandis que d'autres se réfugient dans des schémas préconçus ou se limitent à une simple typologie. On pouvait par exemple se demander dans un premier temps si le temps de la Raison était révolu, puis interroger notre époque pour savoir si elle était réellement la plus éclairée de tous les temps, et enfin préciser dans quelle mesure les Lumières se définissent comme un processus perpétuellement en cours.

Il est également important que la synthèse hiérarchise les éléments de l'argumentation et ne néglige pas les éléments qui nuancent les constatations générales.

Parmi les arguments qui ont parfois été négligés cette année :

- la notion d'apprentissage par l'erreur ;
- le paradoxe de la nouvelle liberté conférée par les nouveaux moyens de communication ;
- l'hyperspécialisation des savoirs à l'époque contemporaine.

Conclure n'est pas une obligation absolue. S'il s'agit de répéter ce qui a déjà été dit ou de glisser un commentaire personnel, mieux vaut s'abstenir. Mais s'il s'agit de finir par un élément particulièrement

convaincant, tiré d'un des documents, ou de clore la synthèse par une phrase percutante, c'est-à-dire de produire un effet de conclusion, c'est tout à fait bienvenu.

La synthèse et les compétences linguistiques qu'elle mobilise

La qualité de la langue et la capacité de reformulation sont évidemment des critères très importants qui vont souvent de pair avec la pertinence de la synthèse. De façon générale, il est impératif de rester exigeant quant à l'usage de la virgule qui n'est pas une convention superflue, mais dont l'usage est absolument nécessaire pour garantir l'intelligibilité immédiate du propos. L'introduction, la présentation et caractérisation des documents, la problématisation requièrent un lexique spécifique (dates, sources, interrogation indirecte, hiérarchisation, marqueurs logiques et chronologiques, etc.). Trop de candidats ne maîtrisent pas correctement le genre et le pluriel de termes aussi courants dans ce type d'exercice que *die Karikatur (-en)*, *der Artikel (-)*, *die Bedrohung (-en)*, *das Problem (-e)*. La synthèse et l'enchaînement ordonné supposent aussi un entraînement à l'expression de l'opposition, du parallélisme, du paradoxe, du constat de faits. Il convient enfin d'éviter toute faute sur des mots donnés dans le sujet comme, par exemple, le titre ou la source des documents. Cette année, les substantifs *Aufklärung* et *Unmündigkeit* n'ont pas toujours eu la restitution orthographique qu'ils méritaient, alors qu'il suffisait de recopier.

Les candidats sont encouragés à viser un degré élevé de correction morphologique et syntaxique, dont l'absence ne saurait être totalement compensée par une bonne compréhension ou une synthèse habile. On ne peut ici que renvoyer aux rapports précédents et évoquer les lacunes principales constatées cette année : accord sujet/verbe, place du verbe conjugué dans la principale, la subordonnée et l'indépendante, déclinaison du groupe nominal, cas régis par les prépositions, déclinaison de l'adjectif substantivé, etc.

Conclusion

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

Anglais

Présentation du sujet

Le dossier proposé pour les filières MP, PC, PSI et pour la nouvelle filière MPI est composé de quatre documents qui évoquent les liens entre la liberté d'expression et la comédie au sens large du terme, qu'il s'agisse de l'activité des humoristes, des dessinateurs politiques, ou, de manière plus large encore, de tout ce qui a trait à la satire. La mise en évidence de ces liens permet également de s'interroger sur les conséquences de la censure ou de l'autocensure sur la vie démocratique. À l'heure de la *cancel culture* et du *wokisme*, les trois textes et le document iconographique reviennent sur l'évolution historique de différentes formes de censure imposées dans le domaine de l'humour. À travers une étude du discours social et politique autour de l'humour, le dossier invite les candidats à se demander dans quelle mesure les limites à la liberté d'expression des humoristes peuvent représenter une menace pour la démocratie. Les documents qui composent le dossier permettent aux candidats de découvrir une approche diachronique nuancée de la question, à travers des exemples britanniques et américains.

Ainsi, en avril 2019, Elena BUNBURY centre son propos sur la *cancel culture* en Grande-Bretagne dans un texte dont l'ouverture évoque une dystopie : « *Free speech is under attack in Britain* ». La jeune femme partage son expérience de la société britannique et des nombreuses attaques subies par la comédie dans tous les domaines. Ces craintes et cette approche dystopique sont également celles de Dave WHAMOND qui, dans un dessin de presse publié en 2019, revient explicitement sur la décision prise par le *New York Times* en 2019 de mettre fin à la publication des dessins de presse. WHAMOND y évoque un avenir sombre pour l'humanité, avec l'effondrement de la démocratie représenté par les piliers au sol. Cette inquiétude partagée n'est de plus pas nouvelle d'après Kliph NESTEROFF, qui en 2021 dans le *Los Angeles Times* retrace l'évolution depuis le début du XX^e siècle des liens tumultueux entre les comiques et la censure institutionnelle, bien avant l'apparition du terme *cancel culture*. Enfin, en 2018, Dannagal G. YOUNG, dans une publication du *Center for Media & Social Impact*, élargit le débat dans un contexte politique tendu. YOUNG évoque l'attitude des comiques et plus précisément des *late-night hosts*, qui choisissent parfois délibérément de ne pas recourir à l'humour pour transmettre des messages politiques.

De manière plus profonde, le dossier invite les candidats à considérer les liens entre liberté d'expression et comédie comme l'essence et l'avenir des sociétés démocratiques. BUNBURY fait état de ce qu'elle croit être une solution pour l'avenir, à savoir la création de *safe spaces* pour que les humoristes puissent s'exprimer librement, sans crainte de sanctions. Le *Los Angeles Times* présente une vision plus optimiste encore de la société actuelle et l'ensemble du dossier insiste sur l'importance du débat. La satire est vue comme une incitation à l'action dans des périodes politiques parfois troubles. Enfin, de manière tout à fait paradoxale, WHAMOND décide de publier un *political cartoon* sur la fin des *political cartoons*, ce qui offre là de fait une vision moins pessimiste sur l'avenir de la liberté d'expression.

Analyse globale des résultats

Les candidats ont, dans l'ensemble, bien appréhendé le dossier dont les enjeux principaux ont été saisis et restitués dans une langue globalement correcte. La nature des documents et leurs spécificités ont généralement été assez bien identifiées. Une très grande partie des candidats maîtrise bien les exigences méthodologiques de la synthèse : les candidats s'efforcent de croiser les documents dans un développement aux parties distinctes et facilement identifiables.

En revanche, si les candidats se sont efforcés d'intégrer l'ensemble des documents dans leur développement, le document iconographique a, comme les années précédentes, été trop souvent partiellement traité. Tous les éléments n'ont pas été décrits, ce qui est pourtant une étape préliminaire indispensable avant l'analyse.

Les deux parties du document devaient être mises en relation, il paraissait difficile de segmenter les deux. L'interprétation, si elle est indispensable pour un document iconographique, ne peut pas remplacer la description. On pouvait aussi proposer une interprétation en lien avec les autres documents pour éviter d'entrer dans une analyse trop personnelle. Enfin, les candidats rencontrent encore des difficultés à prendre assez de recul pour dépasser un premier niveau de lecture et rendre davantage compte des nuances présentes dans le dossier. Ceci les a conduits à délaissier des réflexions plus fines sur les liens entre liberté d'expression, comédie et démocratie par exemple.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La présentation et le soin de la copie

Les candidats doivent s'efforcer de rendre une copie lisible et propre. Certaines copies sont très difficiles à lire, d'une part à cause de la graphie et d'autre part à cause de nombreuses ratures et ajouts après coup, ce qui constitue un obstacle majeur à la correction pour l'ensemble des critères d'évaluation. Les candidats doivent absolument s'entraîner tout au long de l'année à rédiger en temps limité afin de pouvoir respecter le cadre imposé par l'exercice de la synthèse. Le comptage des mots doit être efficace au fil de l'écriture, cela évite d'avoir, lors de la relecture, à rayer des paragraphes entiers afin de se conformer aux attendus.

Le titre

Un titre précis et informatif, qui indique clairement le thème du dossier, est requis. Il est inutile de chercher des titres accrocheurs, ou des jeux de mots plus ou moins judicieux. Les candidats ne rédigent pas un article qui sera publié. Les meilleurs titres prennent la forme d'un syntagme ou d'une phrase simple, contenant les mots clés du dossier et en résumant l'idée générale. Par exemple : Freedom of speech in comedy : the stakes for democracy. Formuler une question pour le titre peut convenir, mais ne peut se substituer à la formulation d'une problématique au sein de l'introduction. De plus, il est mal venu d'utiliser la même question pour le titre et la problématique au sein de l'introduction. Cette année, nous avons constaté très peu d'oublis pour le titre ce qui est un point positif puisque tout oubli du titre est pénalisant.

Le jury rappelle aux futurs candidats que le titre et la problématique sont à mettre en lien. À titre d'exemple, nous aimerions citer ce candidat qui a proposé comme titre « *Democracy and humor in danger* » et comme problématique « *To what extent could censorship threaten humor and thus at the same time democracy ?* ». *Censorship* apparaît à bon escient dans la problématique.

Introduction et problématisation

Une introduction efficace pose le double défi de la concision et de la précision. L'exercice de synthèse engage à la sobriété, mais il n'est pas concevable de proposer pour autant une introduction qui présente mécaniquement les sources, sans dire quoi que ce soit de leur substance. Il n'est pas davantage pertinent d'y faire un compte-rendu détaillé de la teneur de chaque document (liste de tous les exemples retenus par Kliph NESTEROFF ou toutes les personnes citées par Elena BUNBURY). À ce stade crucial de la synthèse, il s'agit en effet pour les candidats de mettre en lumière les liens logiques entretenus par les sources autour d'une thématique commune et de montrer comment les documents s'articulent les uns par rapport aux

autres. C'est la condition *sine qua non* pour déterminer ce qui leur apparaît comme l'enjeu essentiel du corpus.

L'accroche

Nous soulignons qu'une contextualisation à l'aide d'éléments extérieurs au dossier est à proscrire. Certains ont produit une entrée en matière laborieuse et très longue en entamant, par exemple, leur travail par un résumé des débats découlant du rachat de Twitter par Elon Musk. S'il s'agit de montrer à quel point la liberté d'expression est aujourd'hui en question, il était de loin préférable d'aller chercher ce que l'on a coutume d'appeler une « accroche » dans l'un des documents. Certains candidats ont ainsi choisi de débiter par la citation de la première phrase de l'article d'Elena BUNBURY, (« *Free speech is under attack in Britain* ») ou encore de celui de Kliph NESTEROFF (« *Is freedom of speech evaporating from the world of comedy ?* »). Dans un cas comme dans l'autre, l'idée d'un tournant historique était posée d'emblée, permettant ensuite de montrer comment chacun des documents l'envisageait, voire la relativisait.

La présentation des sources

Il est fondamental de comprendre que la synthèse doit aboutir à un texte adressé à un destinataire qui n'est pas censé avoir lu le dossier. Le texte produit dispensant de la lecture du dossier, il convient par conséquent de bannir les références contextuelles aux sources, dès l'introduction ainsi que dans l'ensemble du devoir. Des références telles que *document 1, the first document, the last document*, ou encore *doc.1*, qu'elles soient ou non entre parenthèses, sont à l'évidence facteurs de confusion. Pour les mêmes raisons, référer aux documents par leur date (*the 2019 article*) est à proscrire. En effet, ces modes de désignation des documents ne permettent pas de faire ressortir leur spécificité : si l'en-tête du sujet fait, par exemple, référence à trois « articles », nous soulignons par ailleurs que ces trois textes ne sont pas de même nature. Qui plus est, certains offrent des points de vue et des exemples variés. Il convenait donc de distinguer clairement source et point de vue, par exemple quand, en 2021, Kliph NESTEROFF, qui doute que la *cancel culture* ne finisse par entraîner la fin de la comédie, cite un article de 1903 tiré du *Topeka Capital* (quotidien de la ville du Kansas du même nom) qui s'inquiète de sa fin prochaine (*the death of comedy*). Dans un même ordre d'idée, il est essentiel de distinguer source, auteur et, éventuellement, personnalité interviewée, d'autant plus si la présentation des documents dans l'introduction ne fait référence qu'à l'une de ces trois catégories. En effet, beaucoup de copies ont mentionné l'article de *The Adam Smith Institute* pour ensuite, dans le corps du développement, citer BUNBURY, voire Shaw, Doyle ou Lesh, sans que le lien avec l'article ait été préalablement établi.

Pour davantage d'efficacité, il peut donc être utile de se poser à priori les questions suivantes :

- quelle est la nature des documents retenus ?
- de quelles aires géographiques émanent-ils ?
- quels sont les points de vue qu'ils choisissent d'adopter et quelles sont les opinions qu'ils expriment ?
- dans quelle chronologie s'inscrivent-ils ?

La prise en compte de ces éléments constitue une aide précieuse à la compréhension fine des documents et à la conceptualisation qui doit permettre aux candidats de rendre compte des enjeux du dossier avec concision. Cette année, le jury regrette que les candidats n'aient que rarement pris en considération le fait qu'Elena BUNBURY s'exprime pour le compte d'un groupe de réflexion néo-libéral britannique, que Dannagal G. YOUNG écrive dans le cadre du journal des chercheurs d'une école de communication américaine, que Kliph NESTEROFF envisage la *cancel culture* à la lumière de ses incarnations antérieures au XXI^e siècle, ou encore que Dave WHAMOND porte un regard décalé, parce que canadien, sur la décision du *New York Times* de cesser la publication de cartoons en 2019. Nous rappelons qu'il convient également de respecter les conventions typographiques en soulignant le nom des sources, soigneusement recopié.

La problématique

Il semble utile de rappeler que le jury attend des candidats qu'ils accordent une attention particulière à la formulation de la problématique. Comme chaque année, on trouve des copies dont l'introduction ne débouche sur aucune problématique, les candidats se contentant de présenter les sources dans l'ordre de leur apparition dans le dossier, avant de passer au développement, sans que l'on puisse comprendre ce dont il va s'agir.

Alternativement, on trouve aussi beaucoup de copies qui confondent encore thématique et problématique. On a, par exemple, pu lire cette phrase, au terme de l'introduction d'une copie par ailleurs plutôt réussie : *The corpus thus raises concerns about the state of comedy today*. Qu'il ne s'agisse pas d'une question à proprement parler n'est aucunement gênant, puisque cet énoncé soulève bel et bien un problème. En revanche *the state of comedy today* ne signale rien de plus qu'une sous-thématique du dossier et révèle, au fond, un manque de nuance. Ce qu'illustre le *cartoon* n'est, en effet, pas tout à fait du même ordre que la « comédie » mentionnée par Elena BUNBURY ou Dannagal G. YOUNG dans leur article. En d'autres termes, il convenait d'apporter, au moins dans le corps de la synthèse, des nuances entre comédie, caricature et satire : toutes trois sont, en revanche, des manifestations de l'humour.

C'est la présentation des sources qui doit permettre à la fois de faire ressortir les concepts sous-jacents aux documents et de montrer comment ils s'imbriquent : ici, au-delà de l'humour, il fallait donc intégrer soit la censure, soit la liberté d'expression, mais il était essentiel d'envisager leur rapport avec la démocratie, ou du moins la politique. La problématique doit, quant à elle, rendre explicite l'enjeu de cette imbrication, en lien avec **tous** les documents.

Faute d'attention suffisante portée à ces nuances, beaucoup de candidats ont eu du mal à cibler leur problématique de manière pertinente. Quelques-uns se sont uniquement concentrés sur la fonction de l'humour ou sur la nécessité de la liberté d'expression. D'autres ont proposé des problématiques trop générales portant, par exemple, sur le rapport de force entre la liberté d'expression et la censure ou sur les limites de l'humour, se demandant, en reprenant une question clé en main, si l'on peut tout dire. Les problématiques binaires permettant de peser le pour et le contre de la liberté d'expression chez les humoristes couvraient certes l'ensemble du dossier, mais elles ne permettaient pas toujours de rendre compte de la fonction politique de l'humour, que soulève pourtant explicitement le *cartoon*, et auquel les trois textes font écho, bien que de manière moins frontale.

Notons enfin qu'une problématique se définissant comme un ensemble de problèmes liés les uns aux autres, il est vivement conseillé d'éviter les questions fermées, nécessairement réductrices (*Should we fear political correctness ?*), et les questions enchaînées qui ne seraient prétextes qu'à un catalogue (par exemple : *What is the problem with humour today, what are its causes and its consequences ?*).

Les quelques exemples suivants proposent des problématiques pertinentes, hiérarchisant les trois concepts principaux (humour, censure et démocratie) pour dégager l'enjeu essentiel du corpus.

- *To what extent is the evolution of comedy a concern for democracy ?*
- *In what ways is comedy's central contribution to the democratic debate threatened by cancel culture ?*
- *What does the link between political correctness and humour tell us about the state of democracy ?*

Quoique les deux premières révèlent une maladresse en confondant comédie et humour, elles sont parfaitement fonctionnelles. En effet, le jury n'attend pas la perfection, mais l'efficacité.

L'annonce de plan

Nous rappelons que le jury n'attend pas qu'un plan soit annoncé en introduction. En effet, la synthèse est un document à mots comptés, dont les différentes parties doivent s'articuler naturellement à l'aide de transitions claires (les « phrases d'ouvertures » mentionnées dans la partie suivante). Ainsi, terminer

l'introduction avec l'annonce d'un plan la rallonge inutilement — sans compter que cette annonce s'avère la plupart du temps source de redites.

Restitution et explicitation des nuances

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

Les candidats ont dans l'ensemble compris les enjeux du dossier même si certains ne se sont pas assez attardés sur le dessin de presse. Ce dernier était assez complexe et composé de plusieurs parties qu'il fallait à la fois décrire et bien analyser en les mettant en lien de façon pertinente. Ces deux étapes étaient indispensables pour que le document soit exploité correctement.

Ainsi, trop de candidats se contentent de citer le dessin de presse rapidement *According to WHAMOND democracy is dead* ou encore *WHAMOND represents political cartoonists as an endangered species, victims of cancel culture* en faisant totalement l'économie de la description des éléments qui permettent de déduire cela. Le jury a toutefois eu également le plaisir de trouver de bonnes prestations. L'une d'elle conclut ainsi (après avoir décrit le *cartoon* dans une autre partie de sa synthèse) : *Dave WHAMOND drew this cartoon to fight against The New York Times' decision to stop printing political drawings*. Un autre bon exemple de restitution fine particulièrement apprécié sur le *cartoon*, *The cartoon conveys the same idea : democracy could die because of cancel culture. Indeed, the locked-in cartoonist who is drawing a controversial political work is portrayed as an extinct species, which died around 2019 when The New York Times decided to stop political cartoons. Interestingly, Cagle Cartoons uses a cartoon to denounce this banning of political cartoons*.

Le jury a apprécié cette restitution qui dénote une lecture fine du dossier, lecture qui tient compte de la nature même du support et de sa finalité.

Nous avons fait le choix du *cartoon* pour illustrer la manière dont on peut restituer avec plus ou moins de nuance la teneur d'un document, mais le même travail devait être opéré sur les autres documents.

Ainsi ne pas mettre en évidence le ton positif de l'article du *Los Angeles Times* était problématique ; ne pas tenir compte de la tendance politique de l'article du *Adam Smith Institute* pouvait conduire à un faux sens. À ce sujet, le jury conseille aux candidats de lire les notes de bas de page qui ne sont jamais là par hasard. L'article du *Center for Media & Social Impact* devait aussi faire l'objet d'une lecture attentive et d'une identification des arguments mentionnés pour éviter les amalgames. Trop souvent les candidats se sont contentés d'une reprise textuelle par exemple *progressive comics* sans montrer leur réelle compréhension de la notion. Une bonne restitution est le fruit d'une bonne compréhension et d'un repérage solide avec une hiérarchisation pertinente des éléments.

Un premier niveau d'analyse recevable consistait à dire que la comédie était en danger, mais qu'il y avait de l'espoir car des solutions pouvaient être mises en place pour préserver la liberté de parole dans la société. Cependant les meilleurs devoirs ont pu nuancer cette lecture, en prenant par exemple en compte l'autocensure et ses raisons, la dystopie, la question de savoir si la démocratie touche à sa fin, la nécessité d'un débat, la mise en abyme du *cartoon*, l'importance de la satire par rapport à la définition de ces *safe spaces* qui permettent d'échapper à toute forme de censure. Ces très bons devoirs ont perçu qu'un même auteur pouvait avoir une opinion et une analyse nuancée et non tranchée, ce qui permettait de bien restituer certains des concepts les plus fins.

Le développement de la synthèse

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

La structure de la synthèse

Ce qui est évalué en synthèse, c'est la capacité des candidats à s'appropriier le sujet et à en proposer une lecture fidèle, claire, si possible dynamique, qui rende compte de la complexité du corpus. Pour ce faire, il est nécessaire que les documents soient au préalable bien compris, les idées hiérarchisées, les différents points de vue repérés. En début d'épreuve, un bref examen des sources du dossier doit permettre d'identifier des thématiques communes à tous les auteurs (l'humour, la censure, la liberté d'expression). L'analyse des documents doit ensuite chercher à articuler ces notions et à dépasser une lecture réductrice, binaire, du corpus. Les meilleures copies ont été ainsi amenées à s'interroger à partir des documents sur le rôle de l'humour et de la liberté d'expression dans la démocratie ou à réfléchir à son devenir.

Nous rappelons que le plan de la synthèse doit permettre de répondre avec cohérence à la problématique posée dans l'introduction.

Le jury se félicite de lire de moins en moins de devoirs qui ne sont pas des synthèses : résumés successifs des documents, dissertation sur la liberté d'expression ou la comédie, reprise des arguments des auteurs sans aucun ancrage dans le dossier. Pour autant, de nombreuses copies présentent des défauts auxquels il est facile de remédier. Le plan de la synthèse manque parfois de clarté ou de cohérence. Certaines progressions sont répétitives (parties redondantes) ou réductrices.

Nous conseillons aux candidats d'apporter le plus grand soin aux phrases d'ouverture de chaque partie. La lecture de chacune d'elles devrait pouvoir faire apparaître le fil conducteur qui sous-tend la réflexion. La première phrase de chaque partie doit annoncer clairement les enjeux du paragraphe et marquer une étape du raisonnement. Autrement dit, chaque partie doit apporter un élément de réponse au questionnement soulevé par la problématique.

Les meilleures copies sont celles qui rendent compte avec fluidité des enjeux du sujet et en dévoilent progressivement la complexité, sans simplifier ni caricaturer. Il est essentiel encore une fois de bien hiérarchiser les idées et d'avoir une vue d'ensemble du dossier.

Au sein de chaque partie, les candidats doivent veiller à bien faire dialoguer les documents et à créer du lien. Cette étape n'est pas toujours très bien réussie. Bon nombre de devoirs se bornent à juxtaposer des remarques plus ou moins pertinentes sur les documents sans vraiment chercher à les mettre en relation. Cette superposition d'idées est souvent introduite par des « *moreover* », « *as for Elena Bunbury* » ou par des mots de liaison employés de façon artificielle. Une lecture sans recul suffisant du corpus peut aussi amener à se concentrer sur un trop grand nombre d'exemples plutôt que sur les idées essentielles d'un document. Ce qui importe ici, c'est de montrer la spécificité des regards portés par les différents auteurs. Il était ainsi intéressant de montrer qu'à l'inquiétude d'Elena BUNBURY répondait l'optimisme de NESTEROFF qui replaçait le débat sur la comédie et la liberté d'expression dans un cadre historique. De même, Dannagal YOUNG se penchait sur un type particulier de censure, celle que s'imposent les comiques à eux-mêmes, là où WHAMOND et BUNBURY s'inquiètent des assauts répétés contre la liberté d'expression.

C'est dans ces liens tissés entre les textes et le dessin de presse, dans le dialogue noué entre les documents que se joue la synthèse. Il est essentiel de ne négliger aucune source et de mobiliser les outils linguistiques appropriés à l'expression de la convergence comme de la divergence. Dans de trop nombreuses copies, la mise en relation ne porte que sur deux textes, très souvent ceux d'Elena BUNBURY et de Kliph NESTEROFF. L'extrait du *Center for Media & Social Impact*, d'un abord plus difficile puisqu'il ne relevait pas de la question de la *woke culture*, a souvent été laissé de côté ou raccroché maladroitement au détour d'une

remarque. C'est le cas évidemment du document iconographique (ou du texte littéraire certaines années), très souvent oublié ou convoqué furtivement en fin de devoir. On ne peut prétendre à une très bonne note en synthèse sans un traitement équilibré de tous les documents. Le jury valorise les efforts de croisement entre les quatre sources. Pendant la phase de préparation, il faut déterminer ce qui rapproche certains documents, ce qui les oppose, quelle nuance peut apporter un des auteurs par rapport aux autres. Un regard panoramique sur le corpus permettait ainsi de s'interroger sur la temporalité. WHAMOND questionne le présent de notre société en nous invitant dans le futur, alors que NESTEROFF se tourne vers le passé pour relativiser la crise présente et nuancer les craintes de l'anti-wokiste BUNBURY.

Autre écueil à éviter pour les candidats, la prise de position. Il faut se garder de prendre fait et cause pour telle ou telle idée, de donner raison à un auteur plutôt qu'à un autre. Cela vaut pour l'ensemble du devoir, y compris la conclusion. Des remarques personnelles sur les dangers du wokisme, l'avenir de la liberté d'expression sont donc à proscrire. Il faut également veiller à ce que les idées développées dans la synthèse soient bien reliées aux documents, soit à leur auteur, soit à des personnes citées dans l'article. Mal formulées, certaines remarques peuvent prêter à confusion et laisser penser qu'il s'agit de l'expression d'un point de vue. Il en va de même des adverbess dans les phrases d'ouverture de parties (*Fortunately, comedians resist to the culture of censorship*).

Les candidats doivent également s'interdire de convoquer des références extérieures au corpus. Une certaine tolérance est accordée dans l'introduction en guise de préambule (même si encore une fois ce n'est ni nécessaire, ni stratégique), mais tout ajout dans le corps du devoir est pénalisé.

Quelques remarques sur la façon de convoquer les documents

Il faut se garder d'utiliser des parenthèses pour faire référence aux documents et à fortiori pour les croiser. Exemple : *many authors are afraid of the threats against free speech (Dunbury, Whamond, Nesteroff)*.

Attention également à ne pas raccrocher des documents de façon maladroite à un argument. Une erreur fréquente est de confondre la source et le point de vue. Des développements sur le *Wilmington Morning News* cité par NESTEROFF ont amené certains candidats à faire dire à ce dernier que la comédie vivait ses dernières heures, ce qui constitue un contresens.

Exemple d'approche pertinente

Le sujet de cette année, extrêmement riche, permettait une diversité d'approches. Beaucoup de copies ont adopté le plan suivant qui fonctionne relativement bien :

1. *comedy is under threat ;*
2. *it has been and will always be under threat because it is part of our humanity ;*
3. *ultimately, it's up to the audience to judge whether a joke is funny or not.*

Voici un autre exemple de traitement efficace, avec la problématique et les phrases d'ouverture des trois parties de la synthèse.

To what extent is comedy being censored in today's western democracies ?

1. *Many argue that comedy suffers from censorship or that comedians themselves leave humour behind.*
2. *However, others contend that comedians have more freedom today and that opportunities to express themselves are emerging more often.*
3. *Although comedy may always bring up controversies, it will prevail as it stems directly from democratic principles.*

Sans être parfait dans sa formulation, le plan adopté ici permet d'éviter une lecture binaire et réductrice du dossier, fait le lien entre humour, censure et liberté d'expression et amène la réflexion à la fois sur les perspectives envisagées pour l'avenir et la notion de démocratie. Les parties s'enchaînent logiquement sans impression de redites.

La conclusion

Elle n'est pas requise. En effet, le dernier argument présenté peut avoir une valeur conclusive. Elle est inutile si elle reprend des arguments déjà présentés et pénalisante si elle amène à introduire des arguments extérieurs au dossier ou des commentaires personnels. Nous attirons particulièrement l'attention sur l'utilisation des modaux en conclusion qui est maladroite et peut laisser penser que le candidat prend position (comme *we should protect freedom of speech*, énoncé modalisé à proscrire).

Le jury précise que si une phrase peut avoir une valeur conclusive, il est néanmoins indispensable de veiller à ne pas ouvrir un nouveau questionnement dans cette prise de recul. La prise de recul doit se faire sur le dossier et montrer toute la cohérence de la démonstration. Le jury rappelle aux futurs candidats qu'elle constitue une réponse à la problématique.

Nous rappelons également aux candidats qu'il est malvenu d'inclure, à la fin de leur travail par exemple, des commentaires sur leur prestation, comme ce candidat qui, après son décompte final (498 mots) a indiqué : « aargg, j'ai cru que j'avais dépassé, mais j'ai mal compté ! ».

Décompte des mots

Le jury tient à rassurer les candidats sur le décompte indispensable à effectuer, qui doit donner lieu à une indication chiffrée du nombre total de mots à la fin de la copie. Les sources, ainsi que le nom des auteurs, peuvent être comptabilisés comme un seul mot (par exemple, *The Los Angeles Times* = 1, ou *The Adam Smith Institute* = 1). Toute omission ou tricherie manifeste sur ce décompte sera en revanche pénalisée.

Qualité de la langue

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

Correction de la langue

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

De nombreuses copies démontrent toujours un manque de maîtrise de la syntaxe des questions : certaines comportent soit deux auxiliaires, soit pas d'auxiliaire du tout (**How and why free speech evolved ?* ou **Do the speech freedom is in a real danger ?* par exemple). Ce manque de maîtrise du questionnement, qu'il soit direct ou indirect, est d'autant plus gênant qu'il est porté à l'attention du correcteur dès l'introduction, au moment de la formulation de la problématique.

Nous avons rencontré encore beaucoup de fautes de grammaire de base, comme les règles d'usage des adjectifs, qui sont invariables en anglais et se placent devant le nom ; l'emploi des indéterminés, et

de manière plus générale la détermination nominale ; la construction du génitif saxon (**the comedians's performances*, ou encore **the comedian performances*) ; la maîtrise des verbes irréguliers ou des accords sujet-verbe, y compris dans les bonnes copies ; les opérateurs de convergence ou divergence (**the both articles*) ; les pronoms relatifs (**according to Whamond, which cartoon suggests*) ou encore l'utilisation des modaux, qui doivent être suivis d'une base verbale. Le lexique et l'orthographe sont également à soigner. Il y a eu cette année de nombreuses confusions sur des termes propres au dossier tels *mentorship / to mentor, a threat / to threaten*, mais aussi des erreurs récurrentes comme **to what extend* pour *to what extent*, **mentioned* pour *mentioned*, **developped* pour *developed*.

Nous avons également remarqué des tendances maladroites plus fréquentes cette année dans les références aux documents. Les prépositions adéquates ne sont pas maîtrisées (**on the Los Angeles Times*). De plus, les candidats ne doivent pas appeler les auteurs des documents par leur prénom. « Elena » n'est ainsi pas une façon appropriée de faire référence à l'auteure du premier article. De même, certains candidats ont systématiquement indiqué les références aux documents entre parenthèses, à la fin de leurs phrases. Ceci n'est pas acceptable, à plusieurs titres. En plus de ne pas répondre aux attentes méthodologiques de la synthèse, du point de vue linguistique ces parenthèses nuisent à la fluidité du propos.

Enfin, nous recommandons aux candidats d'accorder une attention toute particulière à la ponctuation. L'absence de majuscules, de points, ainsi que l'utilisation abusive des virgules gênent grandement la lecture du devoir qui en devient parfois incompréhensible. De même, il n'est pas envisageable d'utiliser des signes de ponctuation pour indiquer le décompte partiel des mots.

Répertoire linguistique

Comme chaque année, nous avons remarqué que dans certaines copies les candidats tentent d'élever le niveau du vocabulaire, ce qui est à encourager, mais cela ne doit en aucun cas conduire à obscurcir le propos. Ceci a parfois eu pour effet de rendre le propos inintelligible au point qu'il était difficile de reconnaître les arguments reformulés. À l'inverse, les citations abusives ou déguisées sont pénalisées car elles sont une forme d'évitement. On ne saurait trop encourager les candidats à prendre le temps de bien reformuler les idées clés relevées dans leur travail d'analyse des documents, ce qui leur permettra, par la suite, d'affiner leur réflexion et d'appréhender les nuances et subtilités des documents. Il importe en effet que les candidats montrent ce qu'ils ont compris plutôt que de recopier ce qu'ils ont lu.

Il est également attendu des candidats qu'ils maîtrisent certains termes spécifiques à la synthèse : un dessin (*a drawing*), un dessin de presse (*a cartoon*). Pour faire référence au dossier, le plus souvent dans l'introduction, plusieurs solutions sont possibles (*a set, a cluster, a batch, a series, a collection of documents...*), mais d'autres sont à éviter, comme le mot *dossier* qui, en anglais, s'applique plutôt au domaine légal ou médical. Comme évoqué ci-dessus, l'utilisation des modaux, *should* en particulier, est souvent mal venue dans une synthèse où le candidat doit s'assurer qu'il ne prend pas personnellement position. Enfin, il convient d'être particulièrement vigilant dans le choix des mots de liaison. Si ces derniers sont utilisés de façon inappropriée pour connecter deux idées qui n'ont rien à voir l'une avec l'autre, le candidat fait dire aux documents ce qu'ils ne disent pas en réalité, et le sens du propos est altéré. À l'opposé, la clarté et l'authenticité de la langue ont été valorisées.

Conclusion

Le thème du dossier de cette année a posé peu de problèmes de compréhension. Toutefois, les candidats ont parfois été décontenancés par des documents qui présentaient des points de vue différents sur la question étudiée : la mise en regard d'une pluralité de points de vue fonde pourtant la démarche de synthèse. La lecture des documents n'a souvent pas été assez fine. Nous recommandons donc aux candidats d'utiliser les quatre heures dont ils disposent pour analyser en détail le paratexte (titre, source, date, auteur, notes de bas de page le cas échéant), et pour bien mettre en tension les documents. Une seule lecture du dossier ne

peut pas déboucher sur l'élaboration d'une problématique pertinente. Une analyse profonde est nécessaire afin d'élaborer une synthèse et de rendre compte des rapprochements et oppositions perceptibles entre les différents points de vue exprimés.

Le jury tient à ce stade une nouvelle fois à remercier les enseignants pour l'excellente préparation prodiguée aux candidats qui, dans leur immense majorité, maîtrisent assez bien maintenant les attendus conceptuels et formels de la synthèse.

Espagnol

Présentation du sujet

Les enjeux environnementaux en Amérique latine constituent une préoccupation majeure des organisations non gouvernementales et des autorités locales, car le changement climatique affecte davantage les zones moins développées de la région ou les villes qui ont une forte explosion démographique, caractérisées par une résilience extrêmement faible face aux effets dévastateurs du réchauffement de la planète. La viabilité du modèle de développement actuel doit être mise en question, car le productivisme pré suppose un antagonisme entre l'environnement et le développement économique et entre une conception anthropocentrée et une conception écocentrée.

Les quatre documents que nous avons proposés cette année abordent ce sujet. Un article du journal argentin *La Nación*, écrit par Federico Caeiro, paru le 31 octobre 2022, évoque l'importance de la création de nouveaux emplois « verts » dans le redressement économique de l'Argentine. L'article de Flávia Guerra, publié dans *El País* le 13 décembre 2022, nous informe des projets pour faire face aux nombreux défis du développement durable dans les villes latino-américaines. Le troisième document est un extrait d'un article de la rédaction de l'édition colombienne du journal *Infobae*, paru le 15 mars 2022, qui insiste sur l'importance de l'inclusion des femmes dans la stratégie de transition énergétique. Enfin, un autre extrait d'un article de la rédaction du journal *Télam Digital*, paru le 15 juin 2022, met l'accent sur la nécessité d'intégrer la perspective de genre dans l'économie circulaire.

Analyse globale des résultats

Nous avons observé cette année une meilleure compréhension de l'exercice de la synthèse. La plupart des candidats ont évité soigneusement la dissertation, les commentaires et les paraphrases. Néanmoins, il reste encore un effort à faire concernant la confrontation des documents dans chaque partie de la synthèse. Ce manquement nuit aussi à l'analyse préalable qui doit être effectuée en vue de trouver une problématique pertinente pour structurer les arguments de la synthèse, tout en veillant à leur bonne hiérarchisation dans le développement.

Le jury a fortement pénalisé l'absence de problématisation ou les problématiques biaisées, la juxtaposition de résumés et surtout le manque de logique dans le discours, dû à une maîtrise insuffisante de la langue espagnole.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le sujet proposé cette année ne pouvait surprendre les candidats, car les thèmes liés à l'environnement et au développement durable sont très souvent abordés par la presse internationale. Toutefois, cette connaissance à priori des faits pouvait malheureusement conduire à survoler les textes, en sautant l'étape d'analyse.

Voici les conseils que le jury prodigue.

Sur le plan méthodologique

Introduction

Dans les consignes rédigées sur le sujet, il est clairement noté que la synthèse doit comporter obligatoirement un titre. C'est la première chose que regarde le correcteur et c'est un premier signe que le candidat

a bien compris la spécificité du sujet. Tout en poursuivant dans ce sens, l'accroche doit conduire tout naturellement à la problématique qui sera rédigée en bonne et due forme après une brève présentation du corpus, en donnant l'idée centrale de chaque document. L'idée qu'il fallait retenir dans la problématique était celle de l'impossibilité de réussir une bonne transition écologique sans mettre en œuvre une politique sociale égalitaire. Un plan clair était le bienvenu, mais il ne fallait surtout pas confondre plan et problématique.

Développement

La structure idéale de la synthèse en trois parties, chaque partie divisée en trois sous-parties, est loin d'être respectée. Nous n'avons pas pour autant pénalisé les synthèses en deux parties qui ont soigneusement suivi les règles de ce genre d'exercice, à savoir la confrontation de chaque document dans chaque partie pour faire ressortir les convergences et divergences entre les différents points de vue exprimés par les auteurs des articles. Les références aux documents doivent être systématiques chaque fois que l'on évoque des arguments contenus dans le corpus. Il faut veiller aussi à élaborer un discours fluide, en prenant bien garde du signifié des connecteurs du discours. Cela est indispensable pour éviter les contresens et les passages dépourvus de toute logique.

Nous rappelons qu'il faut proscrire tout commentaire ou toute prise de position, car cela nuit à l'objectivité qui doit prévaloir dans ce type d'exercice. Les transitions entre les parties doivent figurer à la fin de chaque partie. Il est par conséquent inutile de les insérer entre les parties. Enfin, il faut éviter les références numériques aux documents (doc.1, doc.2, etc.). Le correcteur n'est pas tenu de revenir systématiquement à l'introduction pour vérifier l'ordre dans lequel le candidat a mis les documents.

Conclusion

L'absence d'une conclusion rédigée en bonne et due forme n'est pas sanctionnée, notamment si l'on retrouve à la fin de la dernière partie un bilan global de la synthèse. Rédiger une conclusion pour répéter ce qui a déjà été dit constitue une faute majeure. Le but de la conclusion doit être de fournir une réponse claire et concise à la problématique posée.

Sur le plan linguistique

Le lexique général ne représente pas un problème majeur. Le jury déplore, en revanche, un manque de rigueur en ce qui concerne l'orthographe des mots-clefs du corpus : *ciudad*, *desafío*, *desarrollo*, *ecología*, *economía*, *Latinoamérica*, *medio ambiente*. À ce problème s'ajoute, dans certains cas, une confusion catégorielle entre le nom et l'adjectif : *ecología* / *ecológico* (-a), *medio ambiente* / *medioambiental*, *Latinoamérica* / *latinoamericano* (-a). Le jury a pénalisé les fautes d'accentuation, notamment dans le cas de l'accent diacritique, et l'absence de signes de ponctuation (virgules, points-virgules, points d'interrogation ou d'exclamation).

En ce qui concerne la morphosyntaxe, nous retrouvons les fautes classiques : morphologie verbale, accord dans le syntagme nominal, accord entre le sujet et son attribut. Certaines structures plus complexes de la langue posent toujours des problèmes : la concordance des temps au passé ; les différences aspectuelles de certaines prépositions, notamment *por* et *para* ; la non-maitrise des conjonctions, notamment la distribution complémentaire de *pero* et de *sino* ou la confusion sémantique entre les locutions adverbiales *por lo tanto* et *sin embargo*.

Conclusion

Dans les meilleures copies, le jury a apprécié la capacité d'analyse de chaque document pour élaborer ensuite une synthèse fluide et bien structurée. Les copies indigentes ont été rarissimes. Les compétences

méthodologiques s'améliorent d'année en année. Toutefois, le jury conseille aux candidats de redoubler de vigilance en ce qui concerne la compétence linguistique.

Le jury est satisfait des résultats de cette session et de l'effort accompli par les candidats pour être à la hauteur des enjeux de ce concours. Il est aussi satisfait de l'intérêt que suscitent chez les étudiants la langue espagnole et la civilisation hispanique. Il remercie les professeurs des classes préparatoires pour l'excellente qualité de l'enseignement dispensé, tant sur le plan linguistique que méthodologique, mais aussi et surtout pour avoir su motiver et encourager les candidats à affronter les défis de cette épreuve.

Italien

Présentation du sujet

Le dossier proposé cette année est composé des documents suivants :

- un extrait d'un article de Diego MAZZOLA, paru dans *Il Riformista*, du 23 septembre 2022 ;
- un extrait d'un article de Paola FUCILIERI, paru dans *Il Giornale*, du 27 décembre 2022 ;
- un extrait d'un article de Annalisa CAMILLI, paru dans *L'Essenziale*, 18 janvier 2023 ;
- un article de Patrizio GONNELLA, paru dans *Antigone*, du 27 décembre 2022.

Les quatre documents portent sur le problème des prisons dans le débat actuel sur le système carcéral, notamment pour les mineurs, en Italie. L'article de Paola FUCILIERI relate une évasion de jeunes d'un centre de détention pour mineurs, celui de CAMILLI présente les résultats encourageants d'une expérience alternative à l'emprisonnement pour les mineurs et celui de GONNELLA pose la question du sens de la peine pour les jeunes, en soulignant qu'il s'agit plus de les éduquer que de les punir. Seul l'article de MAZZOLA aborde le sujet sous un angle plus ample, qui arrive à remettre en question l'institution même de la prison et rejoint les positions du mouvement abolitionniste international.

Analyse globale des résultats

Dans la majorité des cas, les candidats ont bien saisi les éléments essentiels du dossier et ont fait preuve d'un bon niveau de maîtrise de la langue et de la méthode de la synthèse. Dans certains cas, moins nombreux par rapport aux années précédentes, le jury a dû encore constater que la problématisation n'était pas suffisamment développée. En effet, tout en étant dans la quasi-totalité des copies clairement énoncée, la problématique restait parfois formelle, car elle ne couvrait pas tous les documents, ou parce qu'elle ne rendait pas compte de la spécificité des éléments essentiels de chacun des articles ou encore parce que le lien avec les questions de fond soulevées par le dossier n'était pas assez solide.

Les faiblesses principales cette année concernaient plutôt la hiérarchisation des informations. Celles-ci étaient parfois mal hiérarchisées et certains éléments cruciaux du dossier n'ont pas toujours été suffisamment exploités. En particulier, la piste suggérée par la devise « *non esistono ragazzi cattivi* » à laquelle même une image invitait à prêter attention n'a pas toujours été repérée. Il est probable que ces difficultés ont affaire à des incertitudes lexicales — c'est le cas peut-être du terme « *cattivo* », qui devrait pourtant être bien familier pour tous les candidats, compte tenu du niveau attendu pour ce concours. Ainsi, certaines nuances, pourtant essentielles, n'ont pas toujours été perçues, ce qui a entraîné non seulement des imprécisions dans la restitution des informations, mais aussi un développement inégal des idées et une mise en relation entre les documents insatisfaisante.

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

De rares copies ont été pénalisées non seulement à cause d'un problème de maîtrise de la langue, mais aussi par un manque de clarté dans la restitution des idées et une mauvaise hiérarchisation des informations et de structuration des arguments.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les candidats étaient invités à identifier une problématique qui couvre les quatre documents et à rédiger une synthèse qui laisse émerger les lignes de force de chaque document tout en mettant en relation les différents éléments avec cette même problématique. Le jury considère qu'il n'y avait pas qu'une seule problématique et une seule hiérarchisation possibles pour ce dossier. Il était tout à fait correct de considérer comme centrale la remise en question de la légitimité de la prison pour les mineurs, mais le candidat pouvait tout aussi correctement centrer sa problématique sur la cause abolitionniste ou encore sur l'expérience de peines alternatives. Le jury a évalué la précision dans la compréhension et la contextualisation des documents, le niveau d'expression écrite et la capacité à rédiger une synthèse qui couvre l'ensemble du dossier, met en relation tous les documents entre eux et en dégage une problématique pertinente.

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.

Le jury constate, par rapport aux années précédentes, une amélioration dans la formulation de la problématique, qui ne doit pas se résoudre dans la simple énonciation du sujet ou de la thématique abordée. Il convient que la problématique soit clairement formulée, mais il n'est pas nécessaire que ce soit sous la forme d'une question directe. Le plus important c'est qu'elle couvre tous les documents, dans le but de faire ressortir les enjeux fondamentaux du dossier, en montrant les liens entre les éléments. Une fois énoncée, la problématique doit innover tout le développement et l'enchaînement des arguments.

Il faut rappeler également que le titre est obligatoire et doit informer sur le contenu de la synthèse et être cohérent avec la problématique.

Certains candidats, tout en ayant formulé une problématique cohérente avec l'ensemble du dossier, se sont par la suite concentrés sur un seul axe, un seul sujet ou un seul document qu'ils ont sélectionné comme étant central. S'il est vrai que les idées et les informations doivent être hiérarchisées, ce serait une erreur de penser que tout le dossier tourne autour d'un seul document. Les candidats ne devraient jamais perdre de vue le lien entre tous les documents, dont chacun a son importance en résonance avec tous les autres.

La conclusion doit être cohérente avec l'argumentation précédente. Il n'est pas demandé aux candidats d'exprimer des avis personnels qui ne s'appuient pas sur les éléments du dossier ou ne sont pas entièrement et clairement justifiés par ce qui ressort de leur synthèse. Ce ne sont pas des convictions subjectives qui doivent être défendues en conclusion, mais les grandes lignes de ce qui a été présenté tout au long de la synthèse, ou les conséquences logiques et nécessaires du développement de la problématique.

La maîtrise de la langue rend certes cette tâche plus facile à accomplir et la correction syntaxique, le respect des règles de grammaire, ainsi que l'étendue du lexique et la précision dans le choix des mots, restent des éléments essentiels de l'évaluation. Néanmoins, le jury a valorisé les copies dans lesquelles, malgré quelques imprécisions linguistiques, on pouvait suivre le développement d'un discours cohérent et bien appuyé sur tous les documents.

Le jury a dû constater que trop souvent les candidats reprennent mot par mot des passages tirés des documents qui constituent le dossier. Il convient donc de rappeler que les candidats sont invités à reformuler les informations et à les mettre en relation. Dans cette optique, la reproduction des expressions contenues dans les articles ainsi que la simple paraphrase sont à éviter. Et si une citation se rend nécessaire pour l'argumentation (par exemple : « *non esistono ragazzi cattivi* »), il est demandé d'appliquer les règles habituelles (insertion du passage entre guillemets et référence claire au document).

Dans la majorité des copies, la correction grammaticale était satisfaisante. Néanmoins, le jury invite les candidats à faire attention à l'orthographe ainsi qu'à la syntaxe. On remarque que même les très bonnes copies ne sont pas à l'abri d'erreurs telles qu'un usage incorrect des modes verbaux (le « *che* » ne doit

pas systématiquement être suivi d'un subjonctif) ou de gallicismes (on ne met pas la préposition « *di* » dans des expressions telles que « *è difficile sostenere* », « *è strano osservare* », etc.). D'autres candidats peuvent commettre des erreurs d'orthographe qu'on n'attendrait pas compte tenu de la maîtrise de la syntaxe et de l'étendue du lexique dont ils font preuve par ailleurs : nous invitons tous les candidats à toujours veiller à bien placer les apostrophes (*un/un'*) et à ne pas oublier les articles contractés (*di+la = della*).

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

Conclusion

Le jury félicite les candidats et les enseignants du niveau général qui est tout à fait satisfaisant, non seulement en ce qui concerne les compétences linguistiques, mais aussi pour la maîtrise de la méthode. Il a pu apprécier plus particulièrement des progrès remarquables dans la formulation et le développement de la problématique, qui reste un élément fondamental pour rédiger une bonne synthèse.

Russe

Présentation du sujet

Le dossier de cette année est composé d'articles qui parlent des conséquences du réchauffement climatique en Russie.

L'extrait de l'article de Tatiana OSPENNIKOVA « La Sibérie et le réchauffement climatique — nouvelle vie ou le début de la fin ? » paru le 9 décembre 2009 sur *bbc.com* informe le lecteur que la température en Sibérie orientale a augmenté de 1,2 °C pendant la dernière décennie ce qui déclenche le dégel du pergélisol et cause l'affaissement du sol qui à son tour entraîne la dégradation des constructions (des habitations, des conduites pétrolières, des barrages) et augmente le risque d'importantes inondations des plaines de la Sibérie.

Dans l'article paru le 29 juin 2020 sur *rg.ru*, l'expert suédois Johan KUYLENSTIERNA, vice-président du Conseil suédois pour la politique climatique, met en garde contre les effets du réchauffement climatique en Sibérie : le sol dégelé perd de sa stabilité et peut provoquer la destruction de villes entières. Pour illustrer la gravité de la situation, le journaliste Alexey BONDAREV relate la détérioration d'une citerne à Norilsk qui a eu pour conséquence de répandre plusieurs milliers de tonnes de carburant dans l'environnement.

Un extrait d'article paru le 18 juillet 2020 sur *www.dw.com* décrit le processus complexe et les conséquences du changement climatique en Sibérie, provoqué par l'augmentation des températures estivales et hivernales. Tout d'abord, la hausse de la température entraîne la fonte des glaces en Arctique laissant la place aux eaux foncées qui absorbent davantage les rayons du soleil. Par conséquent, le climat s'adoucit. Dans ces conditions les courants dépressionnaires sont modifiés ce qui amène les vents plus chauds en Sibérie. De ce fait, le climat devient plus sec et les feux de forêt deviennent plus fréquents et plus intenses et leur saison s'allonge. Les arbres brûlés sont remplacés par des arbustes et des prairies, moins résistants au feu. Le résultat de tout cela : une énorme quantité de CO₂ est rejetée dans l'atmosphère.

Et enfin le dernier extrait d'article paru le premier septembre 2020 sur *www.sibkray.ru* décrit les mêmes problèmes (feux de forêt, dégel du pergélisol et ses conséquences) que les articles présents en y ajoutant quelques nuances et quelques informations supplémentaires : le réchauffement provoque la prolifération de la chenille du Bombyx de Sibérie qui détruit les arbres et rend les forêts plus vulnérables aux incendies ; les fuites de pétrole, comme à Norilsk, sont très nombreuses ; à cause du taux d'humidité important dans les murs provoqué par le dégel du pergélisol, même les nouvelles habitations se détériorent très rapidement au bout de 7 à 9 ans après leur construction.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 12 candidats se sont présentés à cette épreuve. Les candidats ont bien réussi : le jury constate une bonne compréhension du sujet, une bonne maîtrise du vocabulaire et de la grammaire et une bonne orthographe.

Cependant, certains candidats ont eu du mal à structurer leur synthèse (informations répétitives ou au contraire mal exploitées, passages abrupts d'une idée à l'autre) ou ont eu tendance à donner des avis personnels en s'appuyant sur des éléments qui n'étaient pas présents dans le dossier.

Dans plusieurs copies, le titre ou l'annonce de la problématique n'était pas pertinent ou bien la problématique ne couvrait pas tous les documents.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les documents de cette année n'étaient pas très compliqués du point de vue du vocabulaire et de la structure, la problématique a été assez facile à cerner également. La présentation du sujet suggère une synthèse s'articulant autour de l'axe « le réchauffement climatique en Sibérie et ses conséquences ».

Le jury rappelle qu'une attention particulière doit être portée au titre de la synthèse : il doit être simple, clair et lançant d'emblée la problématique qui, à son tour, doit être en cohérence avec le contenu de l'ensemble des documents. La synthèse doit être faite de façon objective sans aucun ajout personnel ou comparaison des situations dans d'autres pays ou dans d'autres contextes. Par ailleurs, les candidats doivent éviter les paraphrases aussi bien dans la synthèse que dans la conclusion. Une conclusion synthétique qui répond à la problématique lancée a sa place dans la synthèse.

Les candidats doivent également être vigilants à la manière dont les informations sont hiérarchisées, cela permettra de bien structurer la synthèse et de ce fait d'éviter les répétitions ou les oublis.

Les candidats doivent aussi savoir gérer leur temps pour éviter de rendre un travail non terminé (notamment absence de la conclusion ou du décompte).

Les candidats doivent s'exprimer dans une langue claire et grammaticalement correcte, respecter la ponctuation et veiller à ce que la copie soit lisible au risque d'être sanctionné.

Conclusion

Comme chaque année, le jury rappelle que pour réussir cette épreuve, les candidats doivent maîtriser la méthode de la synthèse et être capables d'argumenter en langue correcte, riche et nuancée. Afin de se préparer, les futurs candidats doivent impérativement lire des textes de presse en russe pour enrichir leur vocabulaire et s'exercer à faire d'abord les résumés des articles avec leurs propres mots, sans essayer de reprendre des phrases toutes faites, puis en second temps s'entraîner à faire la synthèse des articles qui portent sur le même sujet, en respectant bien les règles de la synthèse.

Chinois

Présentation du sujet

Le dossier proposé aux candidats est constitué de :

- “为了救你，我要跟死神搏斗” 这名外卖小哥火了... (« Pour te sauver, je me battrais contre la mort ! » Le livreur est célèbre...), extrait adapté d'un article paru sur le site 贵州网络广播电视台, le 5 février 2023 ;
- “小哥”“骑手”们接单不停 (Les « garçons » et les « cavaliers » reçoivent les commandes sans arrêt), extrait adapté d'un article paru sur le site 人民网海外版, le 2 février 2023 ;
- “这份礼物又暖又甜”，快递小哥、环卫工人收到元宵节暖心“速递” (Ce cadeau est « chaleureux et doux », le coursier et l'éboueur ont reçu le chaleureux « livraison express » pour la Fête des Lanternes), extrait adapté d'un article paru sur le site 《长江网》 le premier février 2023.

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

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 31 candidats se sont présentés à cette épreuve. Le jury a eu le plaisir de corriger d'excellentes copies montrant une bonne maîtrise de la langue.

Comme les années précédentes, les candidats de cette année avaient un bon niveau de chinois, étant capables de montrer la richesse de leur vocabulaire et de leur structure grammaticale dans la synthèse. Les résultats sont donc satisfaisants.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Comme pour les autres langues proposées au concours, cinq critères précis sont utilisés pour évaluer les copies. Les meilleures doivent arriver à un bon niveau sur ces cinq éléments.

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

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. Une copie n'a pas de titre. Certains candidats donnent une thématique, mais non problématisée ou maladroitement exploitée. Ils construisent une structure incohérente ou utilisent mal les sources. Certains candidats possèdent un vocabulaire assez limité, et ne

savent pas bien utiliser les synonymes, ni la ponctuation chinoise, par exemple : 帮住 au lieu de 帮助, 旁大 au lieu de 庞大 etc. Il existe aussi des problèmes de grammaire mineures. Il y a parfois trop de répétitions ou de maladroites qui demeurent, d'où leurs difficultés d'écriture du texte.

Ainsi, les candidats doivent faire attention à maîtriser les cinq compétences attendues. Par exemple, éviter les répétitions, utiliser un vocabulaire approprié et éviter les faux caractères ; leur travail sera aussi de 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 chinoises.

Conclusion

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

Résultats par épreuve

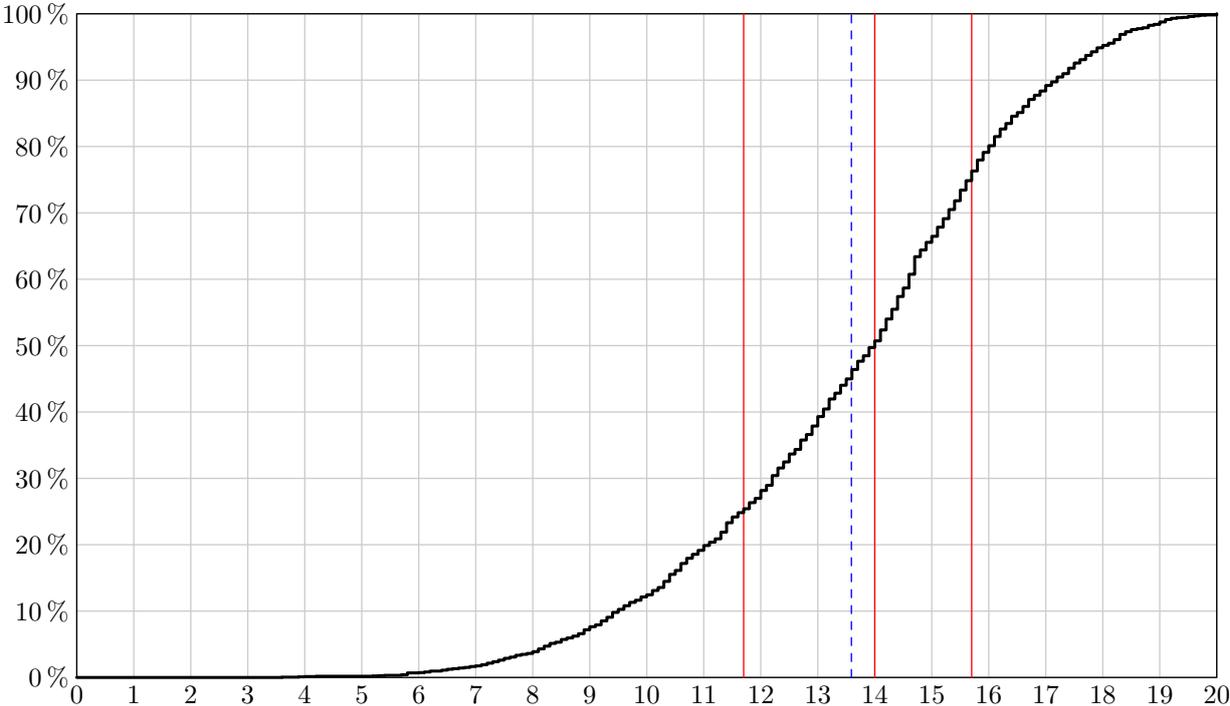
Le tableau ci-dessous donne, pour chaque épreuve, les paramètres statistiques calculés sur les notes sur 20 des candidats présents. Les colonnes ont la signification suivante :

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

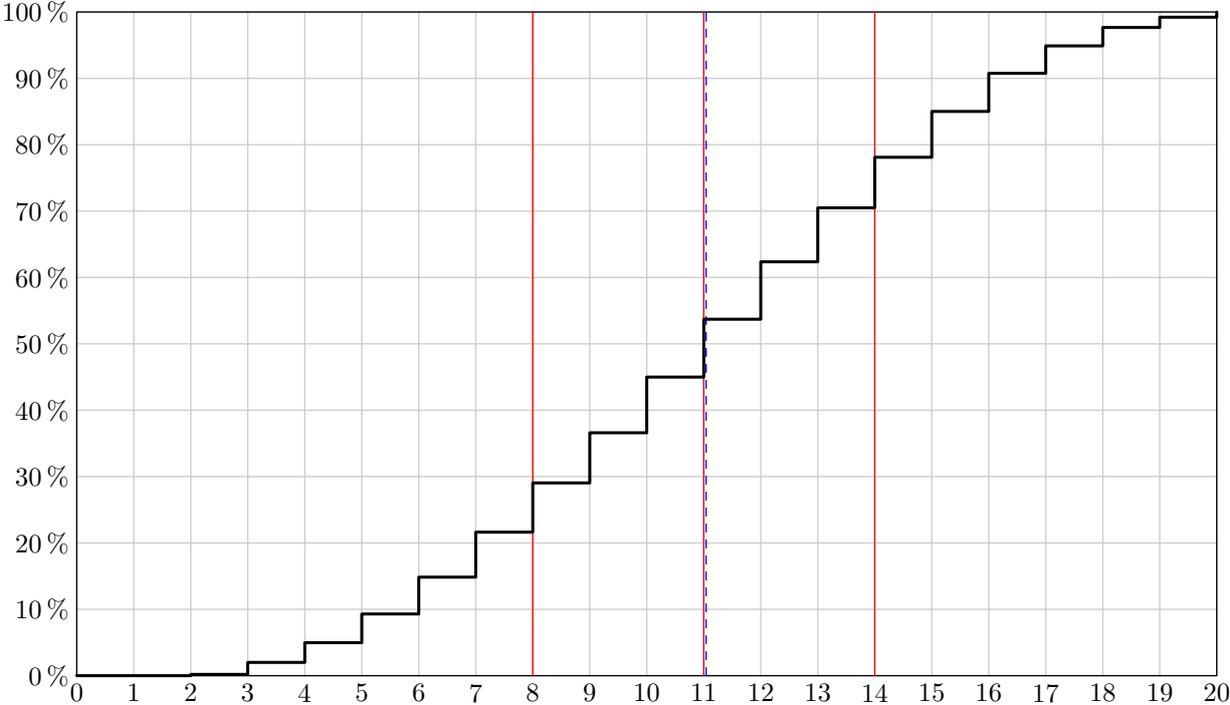
Épreuve	Admissibles	Absents	Présents	M	ET	Q1	Q2	Q3	EI
TIPE	2227	2,0%	2183	13,59	2,89	11,70	14,00	15,70	4,00
Mathématiques	1609	3,7%	1549	11,04	3,99	8,00	11,00	14,00	6,00
Mathématiques-informatique	1618	3,8%	1557	11,05	3,83	8,00	11,00	14,00	6,00
Physique	1609	3,7%	1550	11,25	3,65	8,00	11,00	14,00	6,00
Physique-informatique	1618	3,8%	1556	10,95	3,58	8,00	11,00	14,00	6,00
Chimie-informatique	1609	3,9%	1547	11,26	4,12	8,00	11,00	14,00	6,00
TP physique ou chimie	1609	3,7%	1550	11,01	3,40	9,00	11,00	13,00	4,00
TP Chimie	864	3,5%	834	10,91	3,32	9,00	11,00	13,00	4,00
TP Physique	745	3,9%	716	11,13	3,49	9,00	11,00	14,00	5,00
Langue obligatoire	2211	15,0%	1880	12,65	3,71	10,00	13,00	15,00	5,00
Allemand	76	7,9%	70	15,54	2,71	14,00	15,00	18,00	4,00
Anglais	2076	15,5%	1754	12,38	3,63	10,00	12,00	15,00	5,00
Arabe	5	0,0%	5	18,80	0,98	19,00	19,00	19,00	0,00
Chinois	7	14,3%	6	17,83	1,21	17,00	18,00	19,00	2,00
Espagnol	29	3,4%	28	16,61	3,06	14,00	17,00	20,00	6,00
Italien	5	0,0%	5	19,20	0,40	19,00	19,00	19,00	0,00
Portugais	3	0,0%	3	18,33	1,25	17,50	18,00	19,00	1,50
Russe	4	25,0%	3	18,67	1,89	18,00	20,00	20,00	2,00
Langue facultative	466	2,6%	454	13,22	3,60	11,00	13,00	16,00	5,00
Allemand	110	1,8%	108	13,34	3,09	11,00	13,00	15,00	4,00
Anglais	101	2,0%	99	12,67	3,80	10,50	13,00	15,00	4,50
Arabe	14	0,0%	14	16,93	2,89	15,50	17,50	19,00	3,50
Chinois	12	0,0%	12	15,08	2,43	13,00	16,00	17,00	4,00
Espagnol	193	3,6%	186	12,44	3,49	11,00	13,00	15,00	4,00
Italien	27	0,0%	27	16,96	1,95	16,00	17,00	18,50	2,50
Portugais	2	0,0%	2	17,50	2,50	16,25	17,50	18,75	2,50
Russe	7	14,3%	6	14,17	2,67	12,25	14,50	16,75	4,50
Sciences	296	50,7%	146	9,66	5,02	6,00	9,00	14,00	8,00

Les courbes suivantes donnent la répartition des notes des candidats présents. Elles fournissent, pour chaque valeur en abscisse, la proportion de copies ayant obtenu une note inférieure ou égale à cette valeur. Les traits continus (rouge) matérialisent les quartiles et le trait pointillé (bleu), la moyenne.

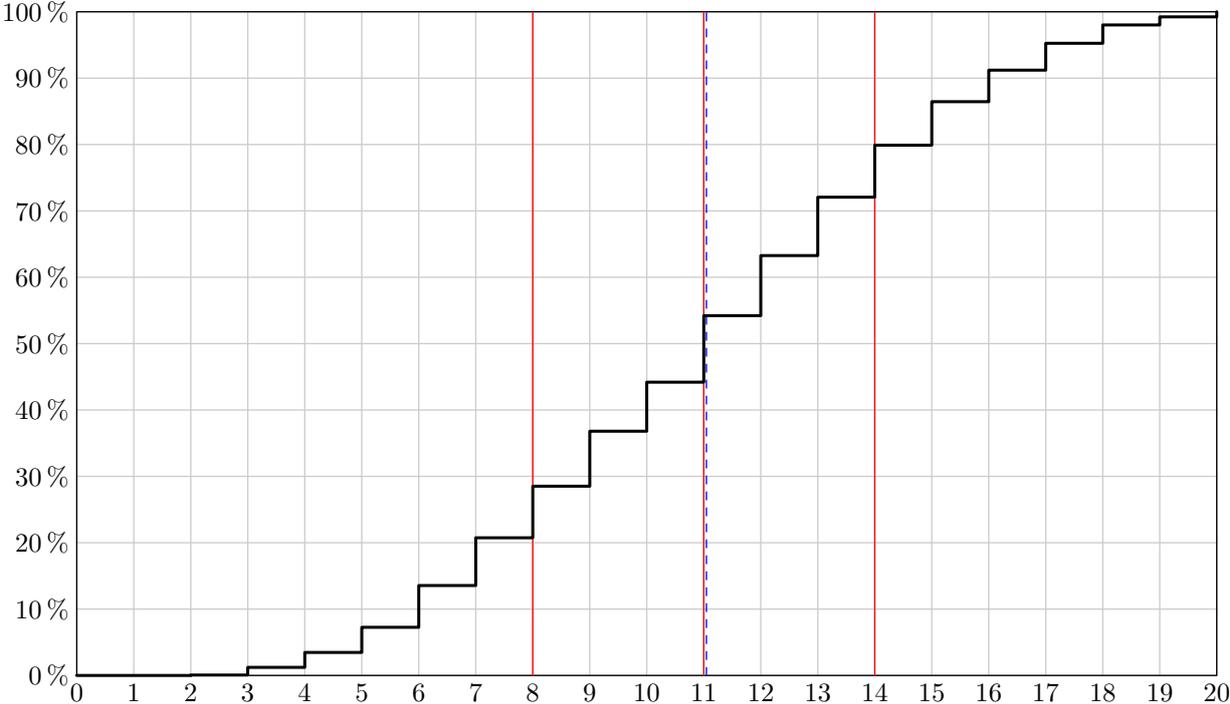
TIPE



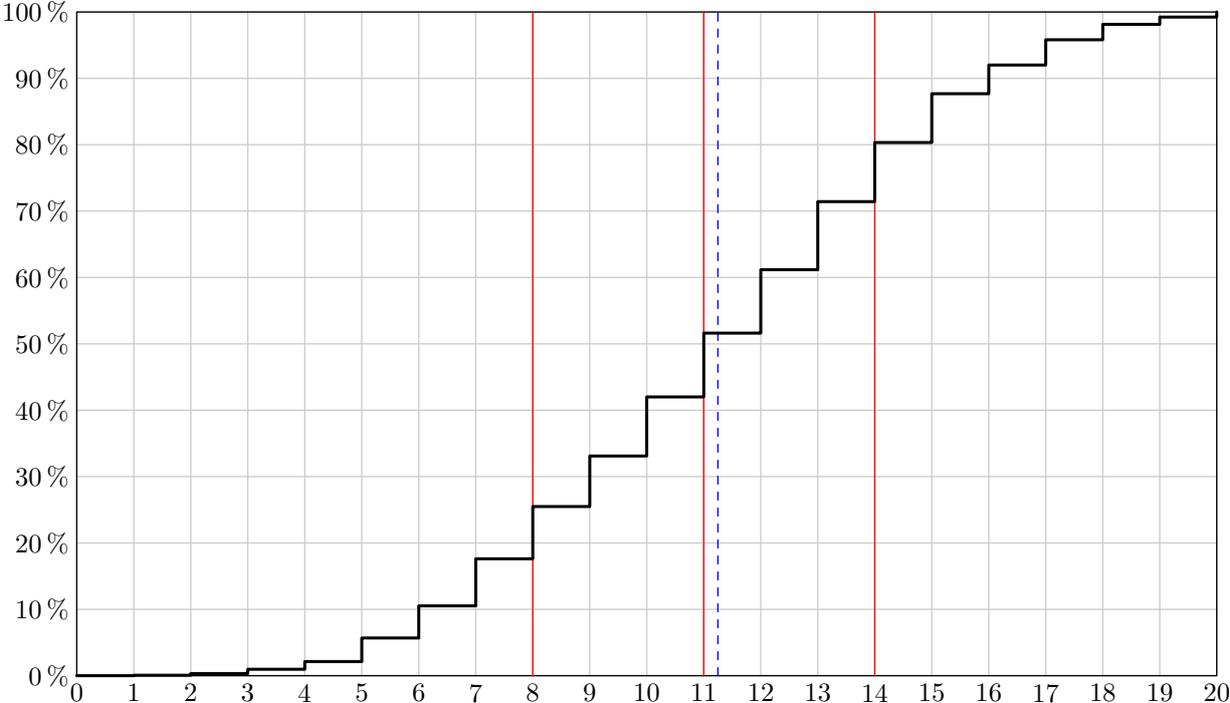
Mathématiques



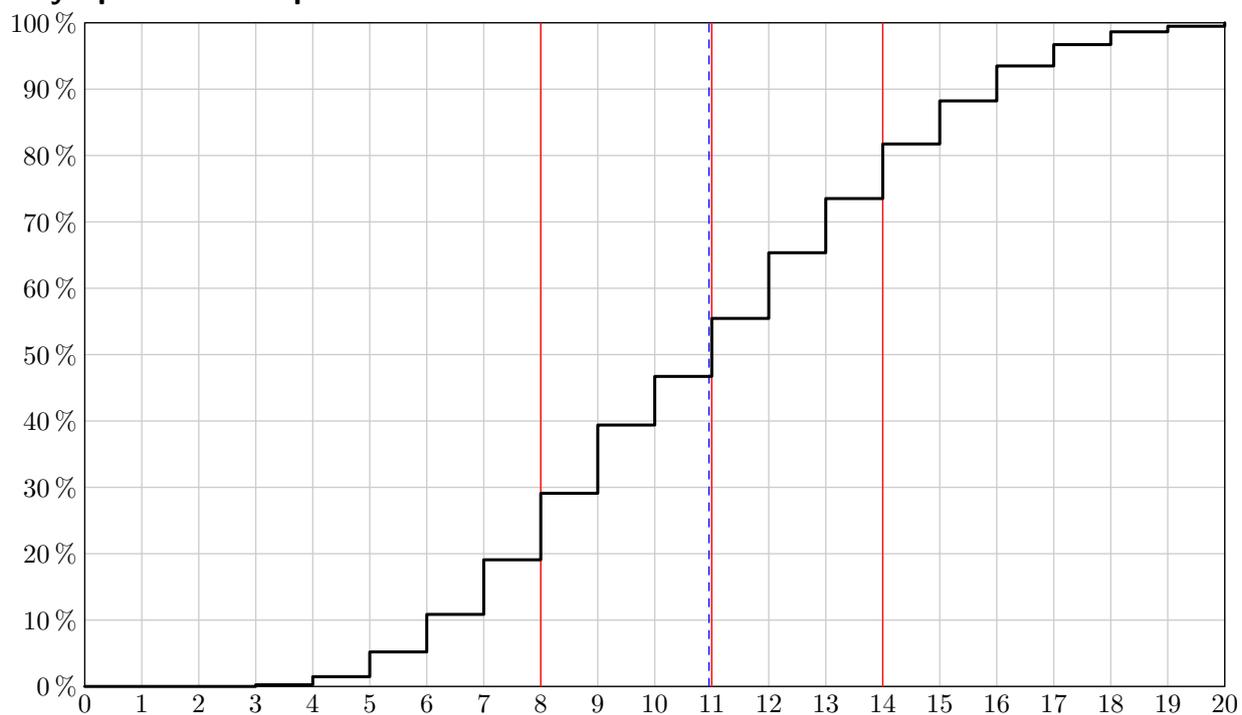
Mathématiques-informatique



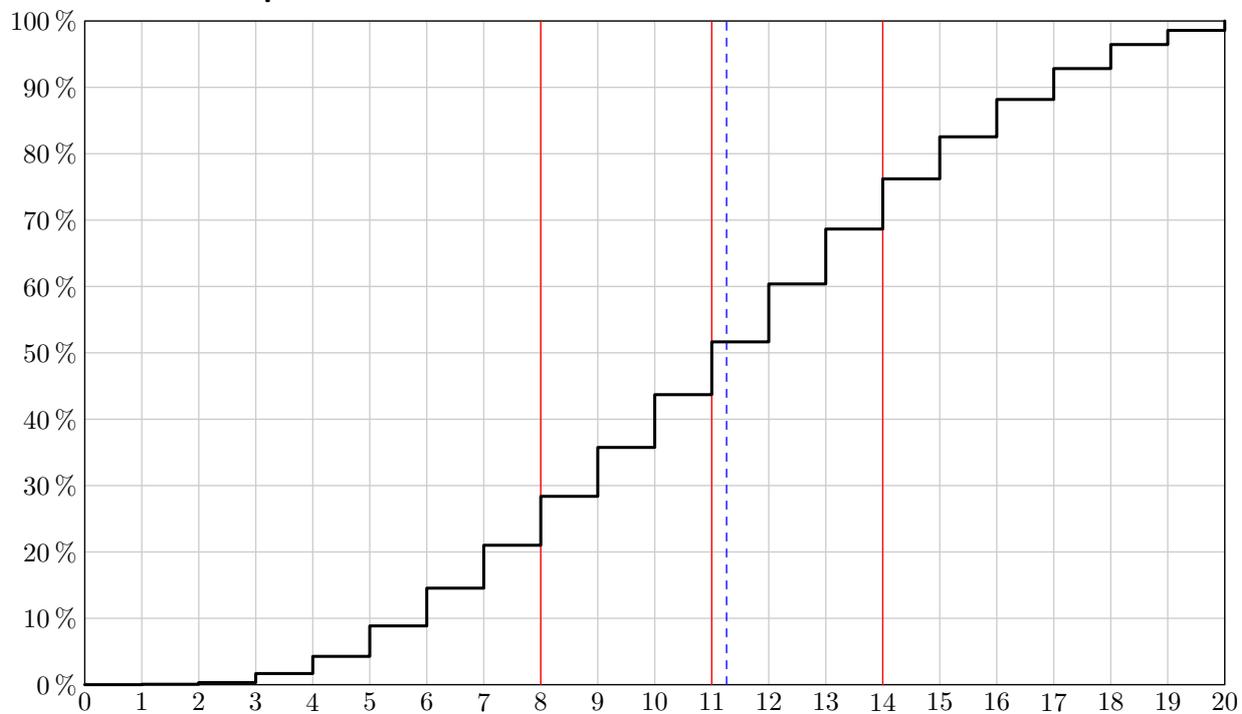
Physique



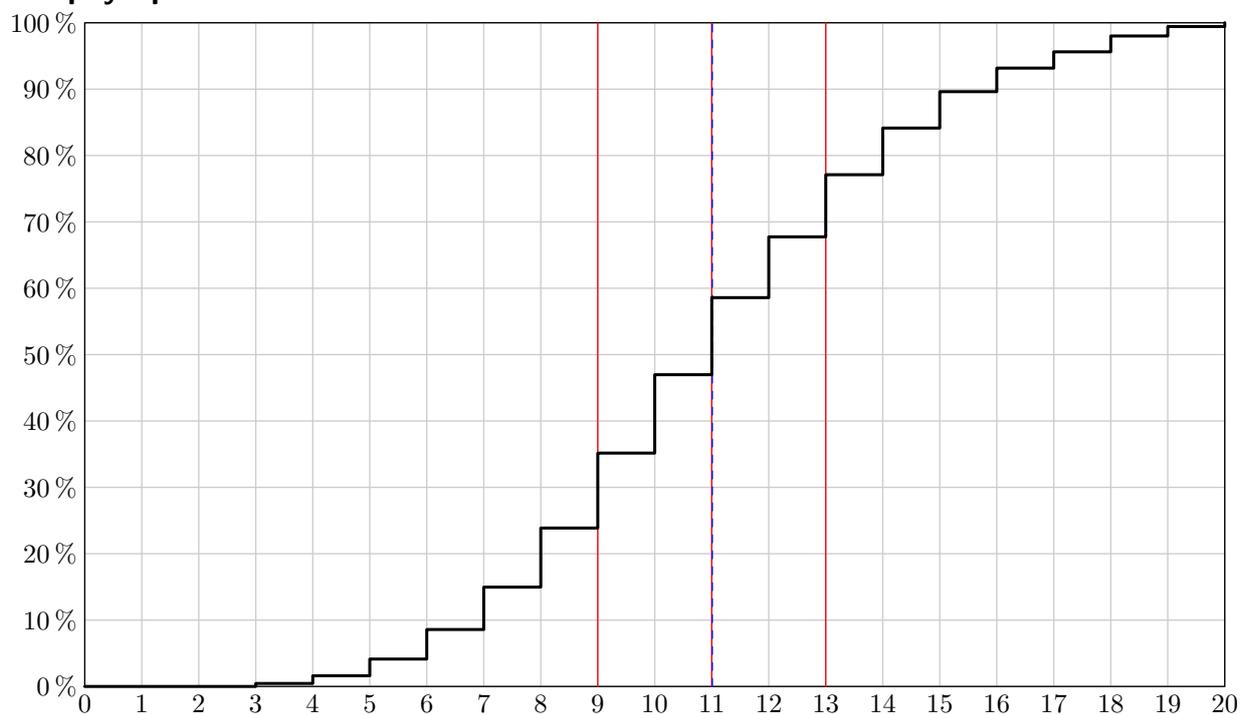
Physique-informatique



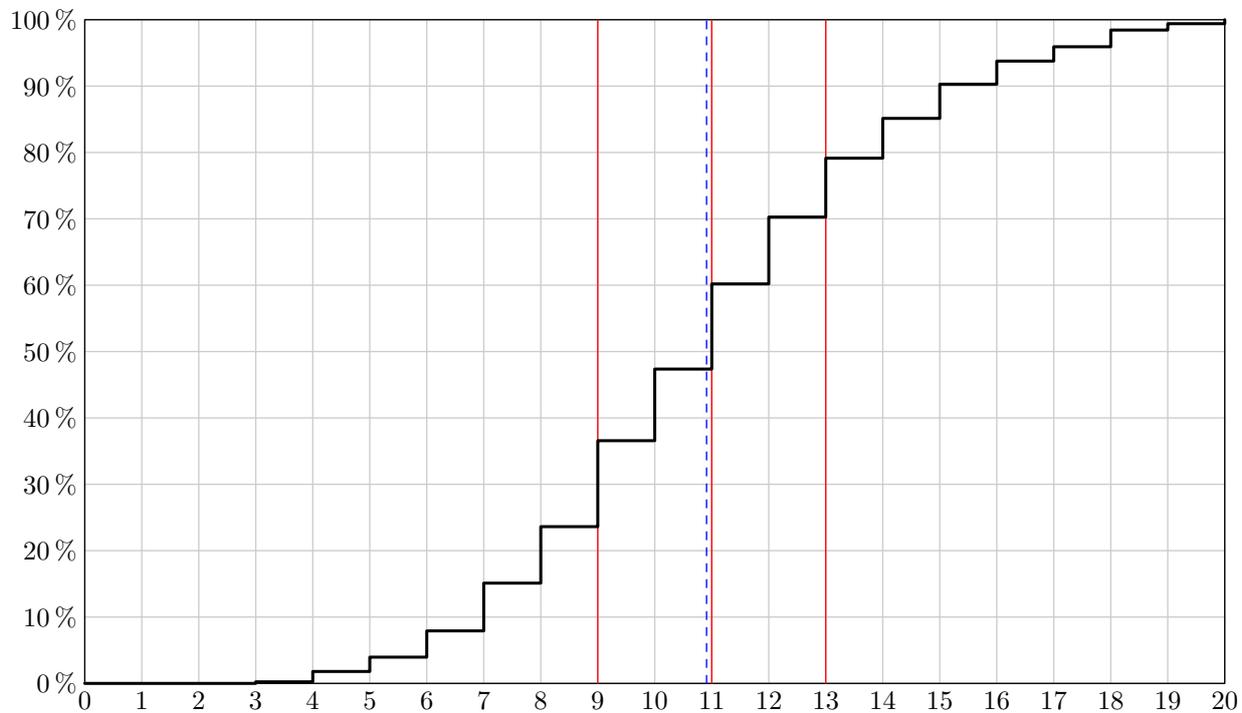
Chimie-informatique



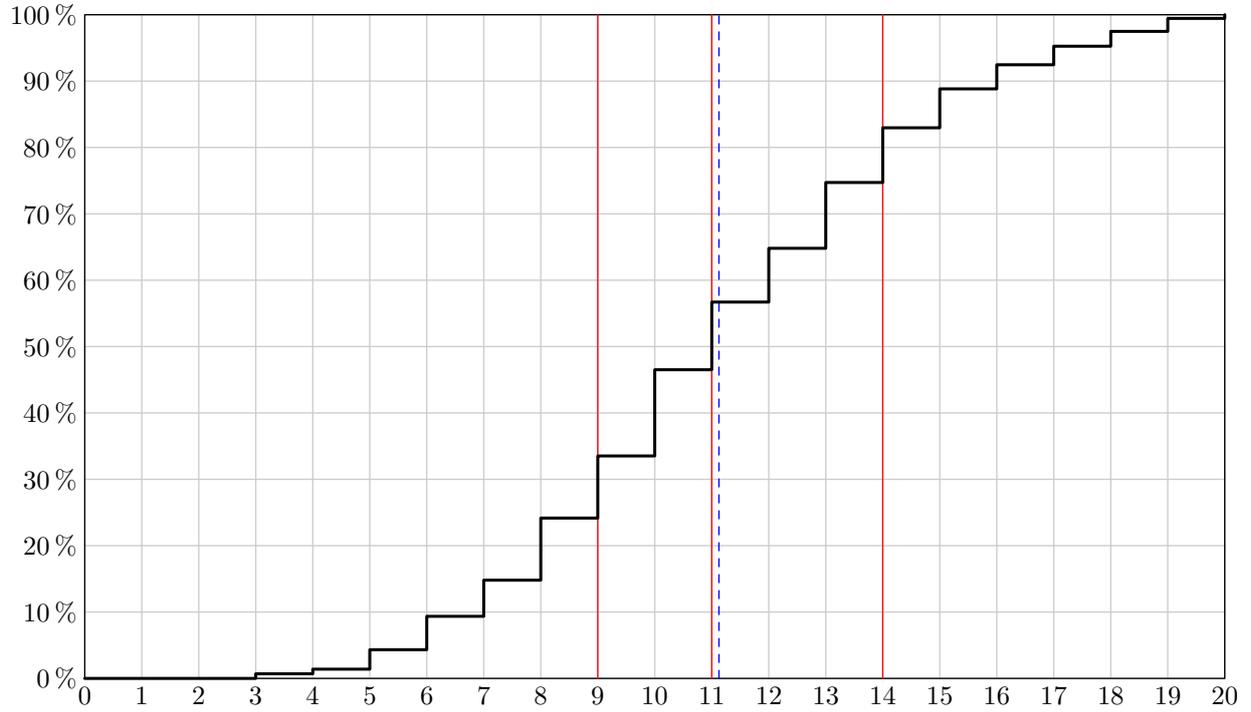
TP physique ou chimie



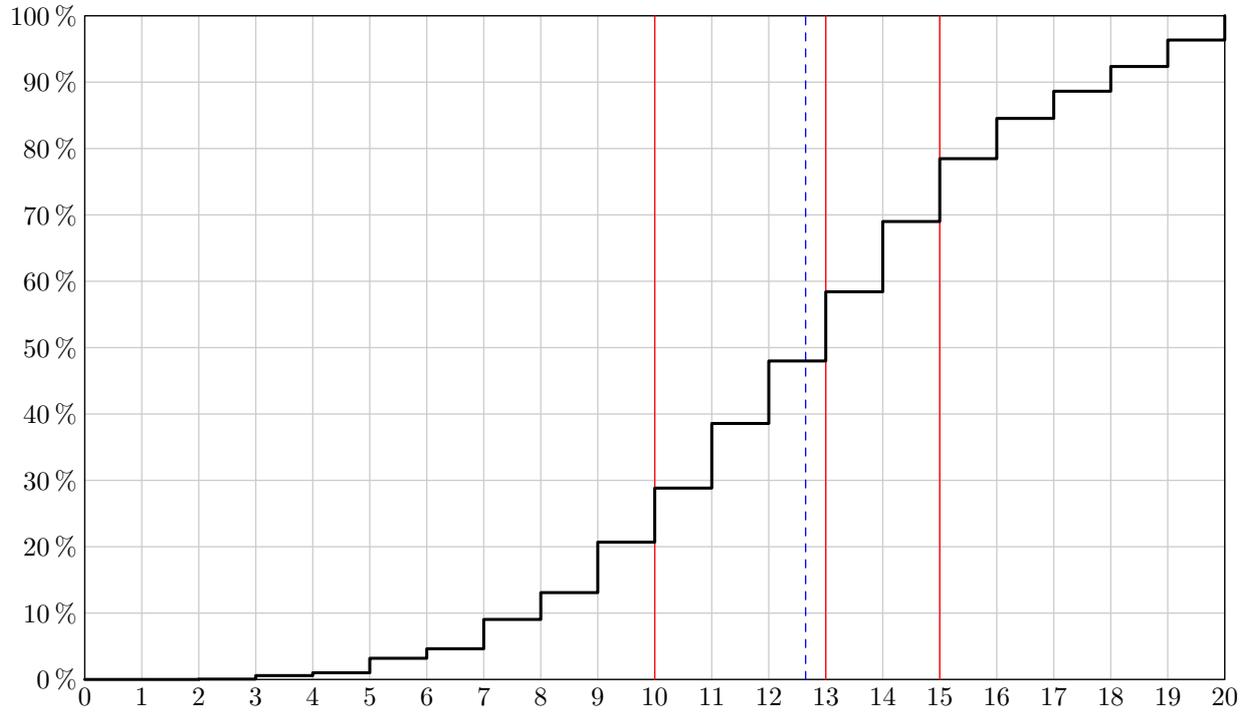
TP Chimie



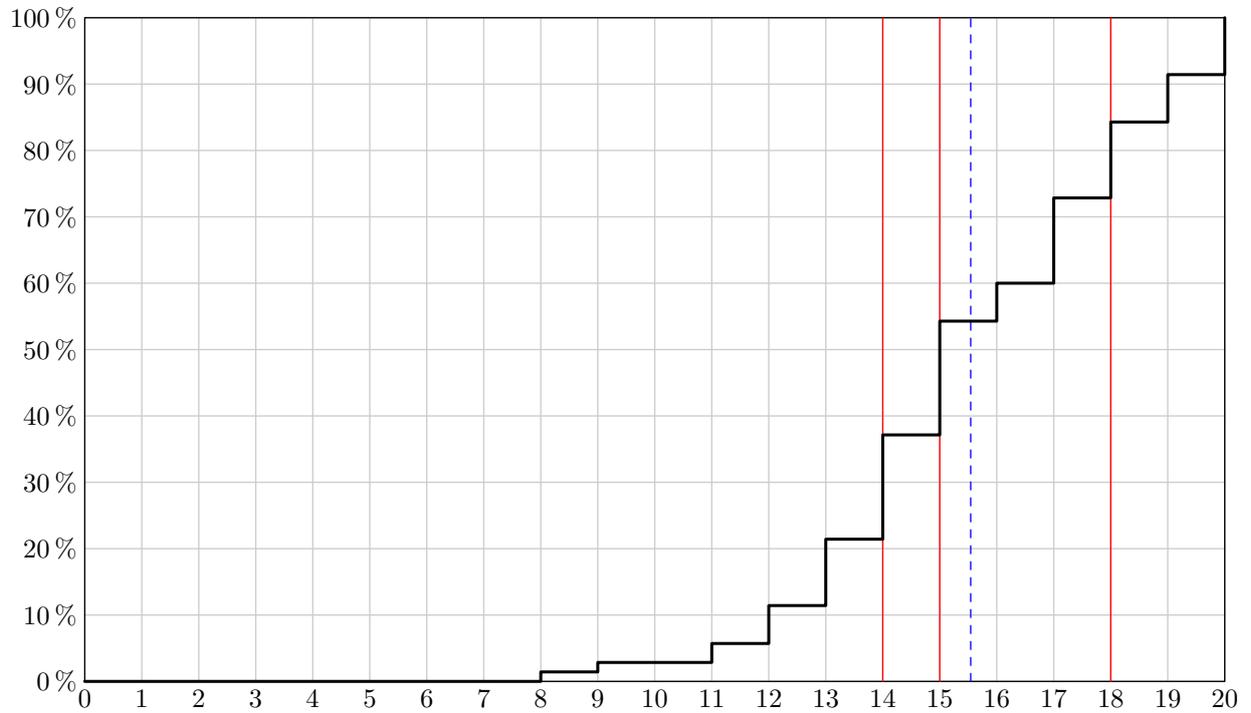
TP Physique



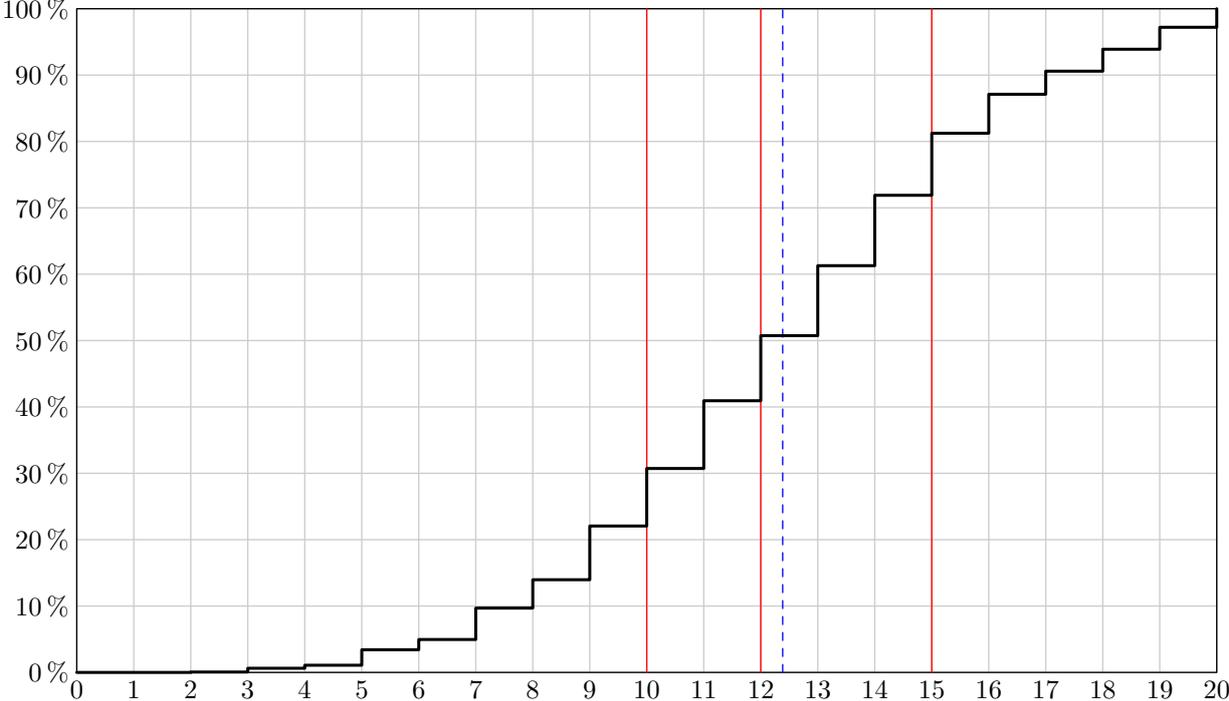
Langue obligatoire



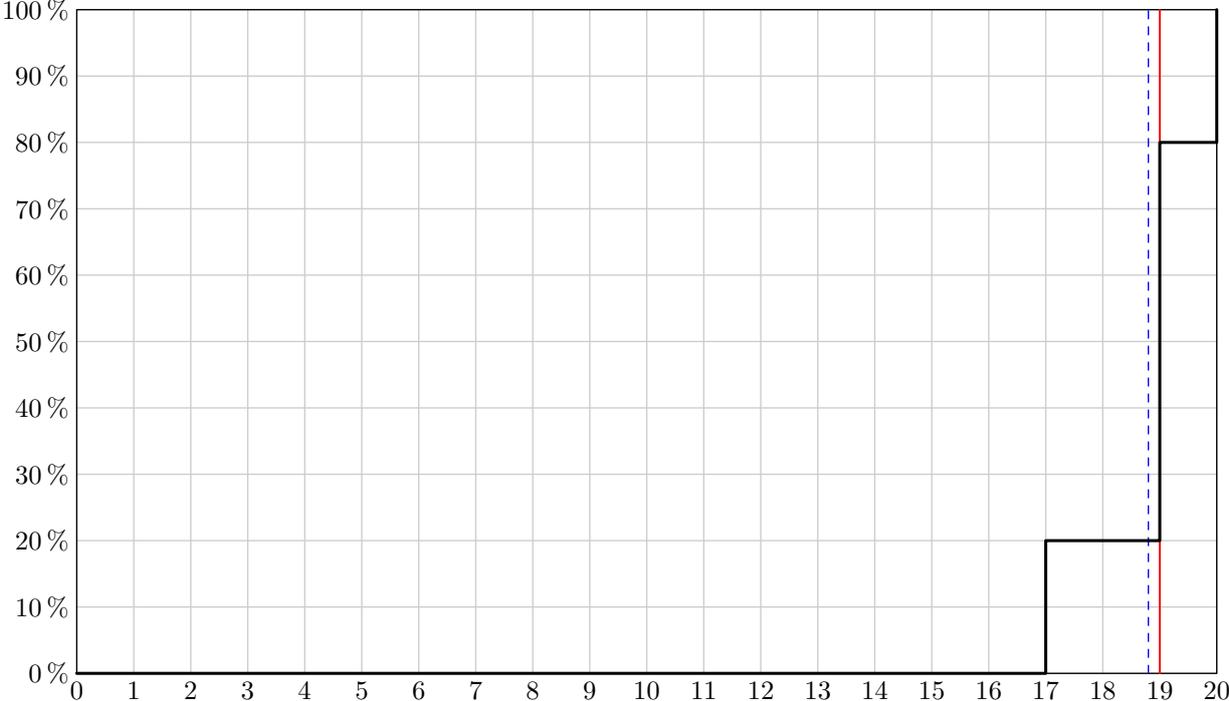
Allemand



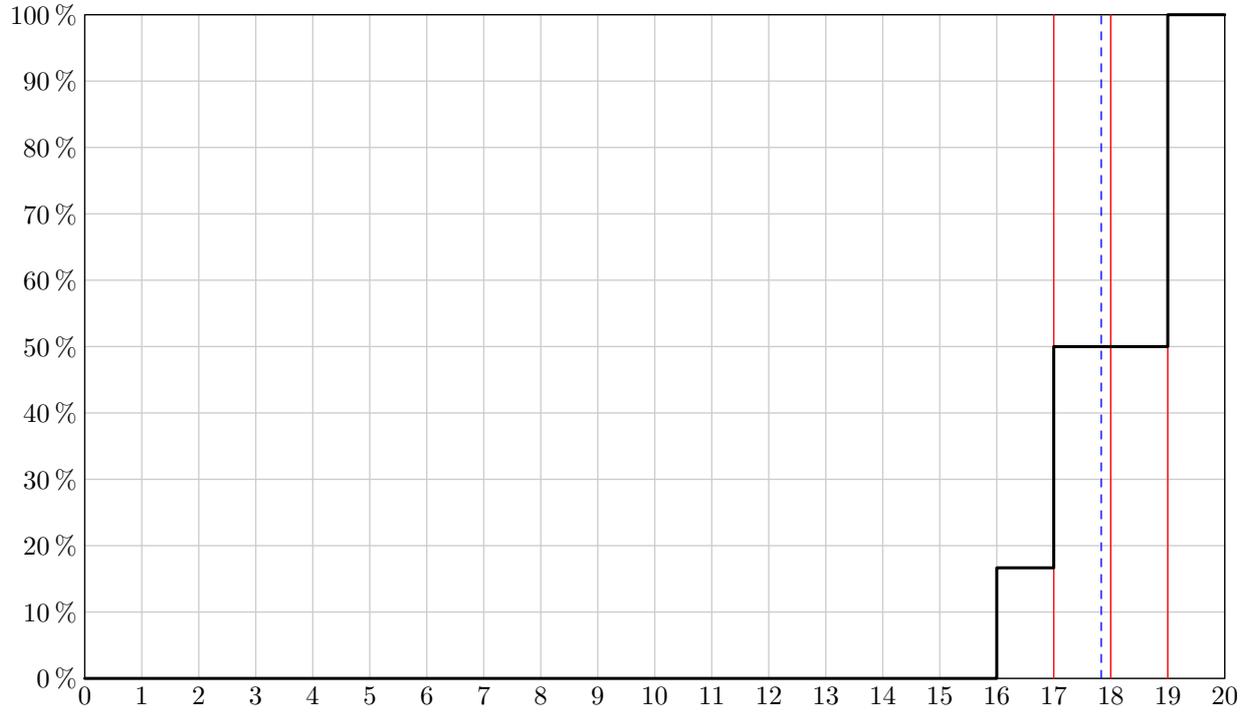
Anglais



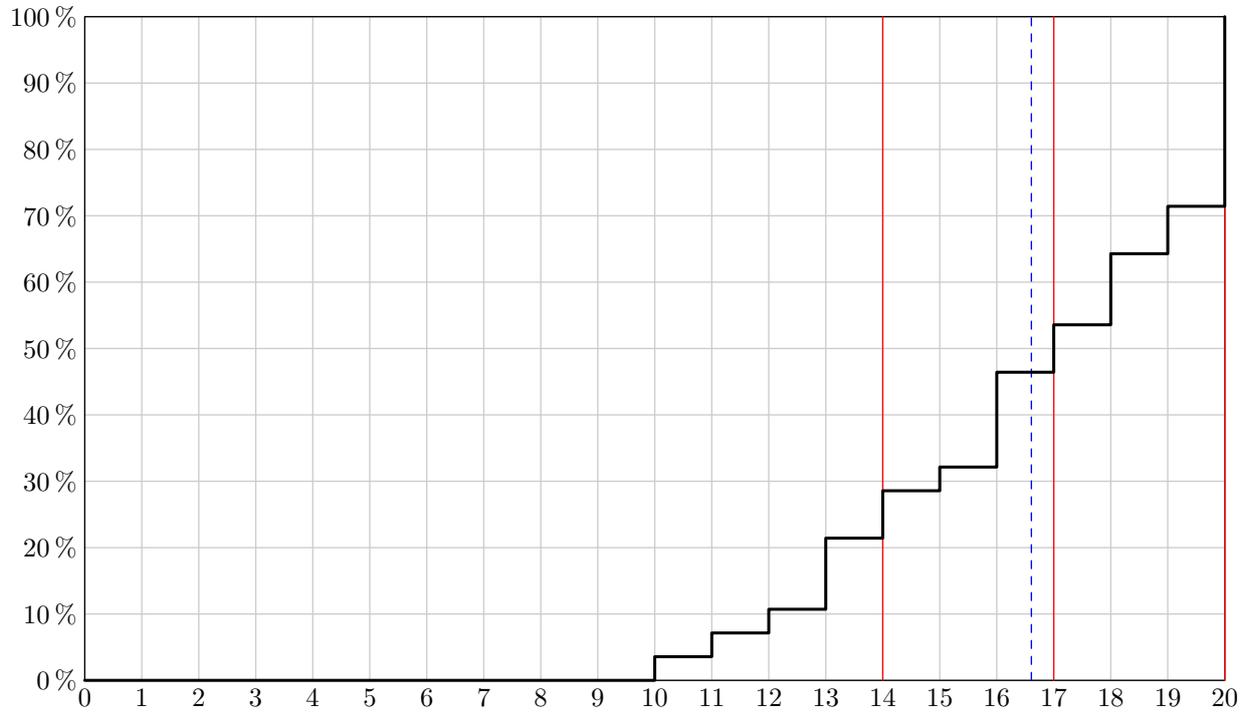
Arabe



Chinois

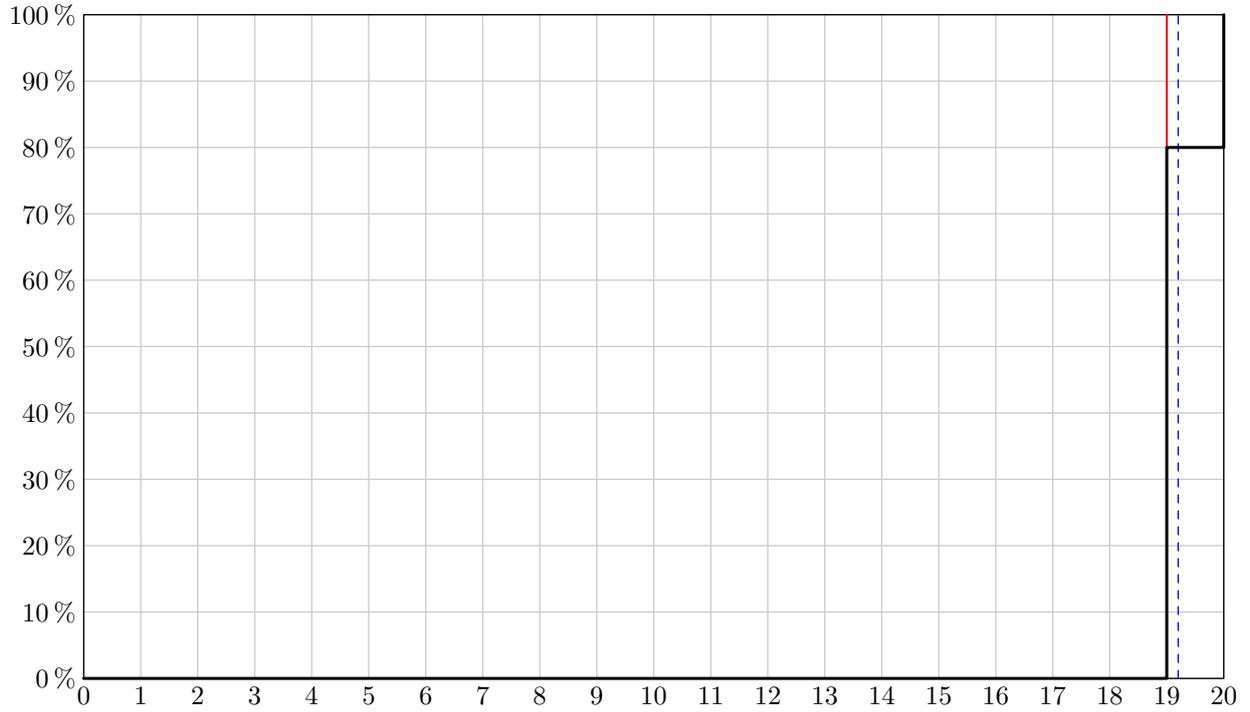


Espagnol

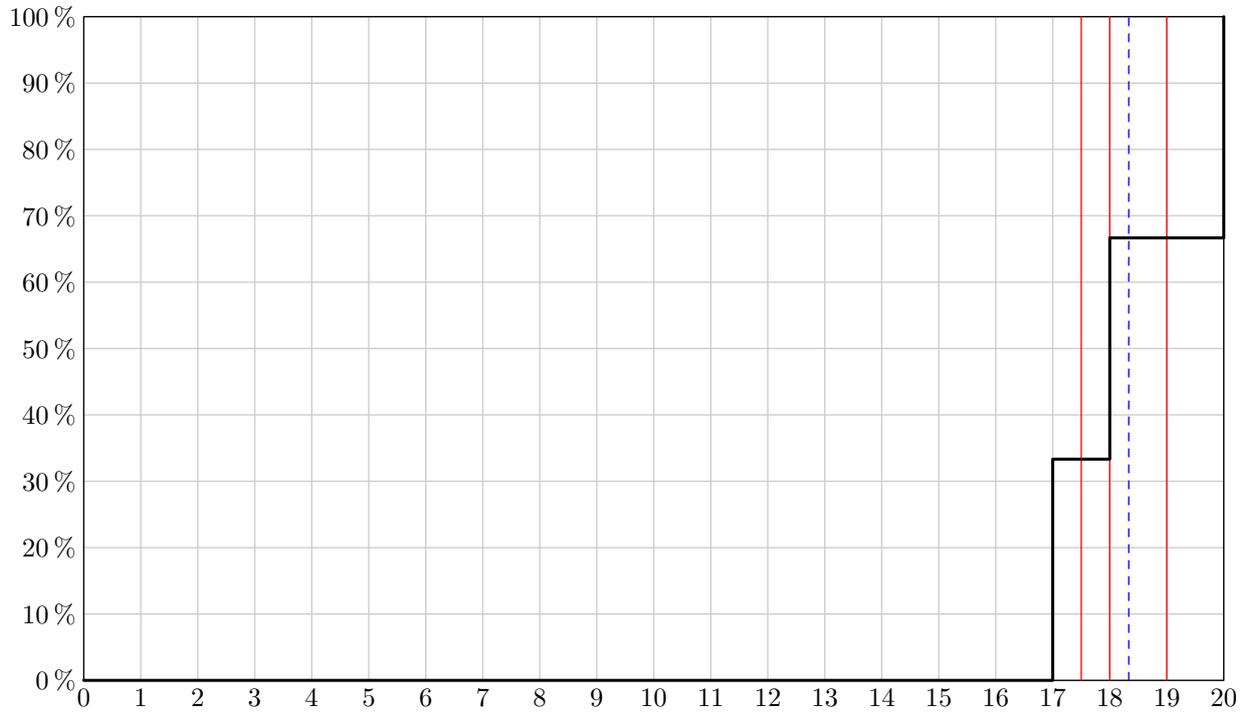


Concours Centrale-Supélec 2023 filière PC

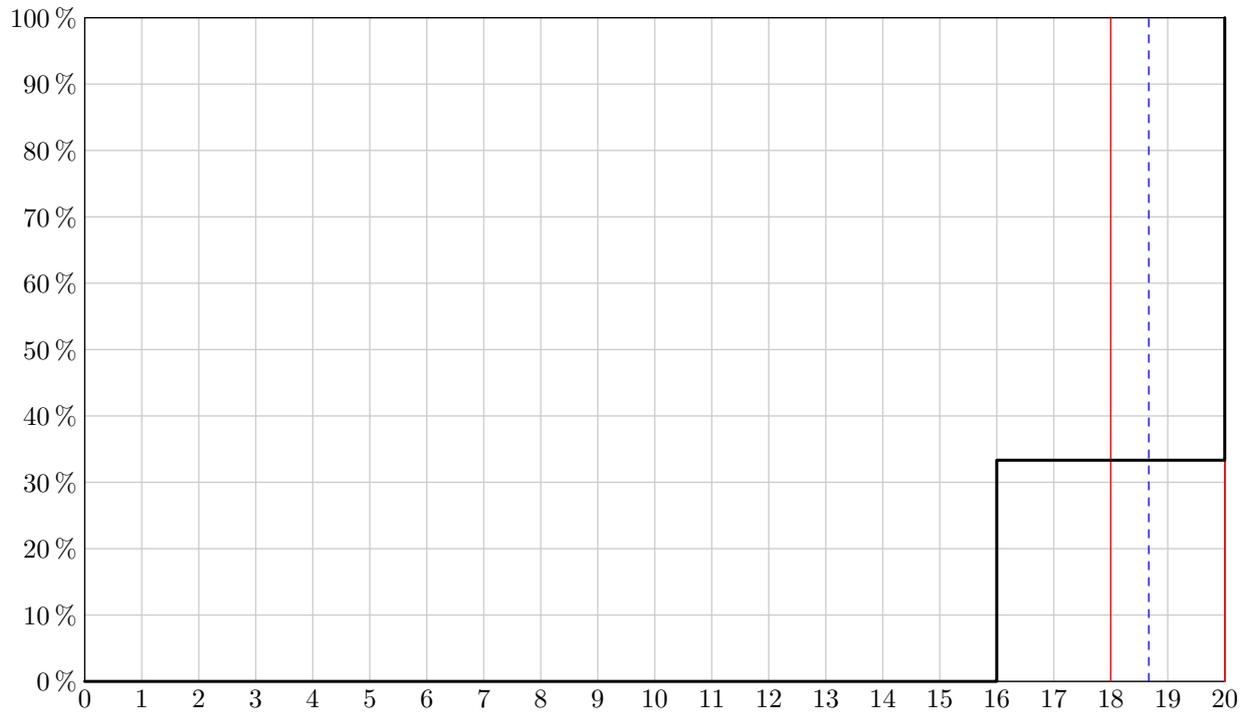
Italien



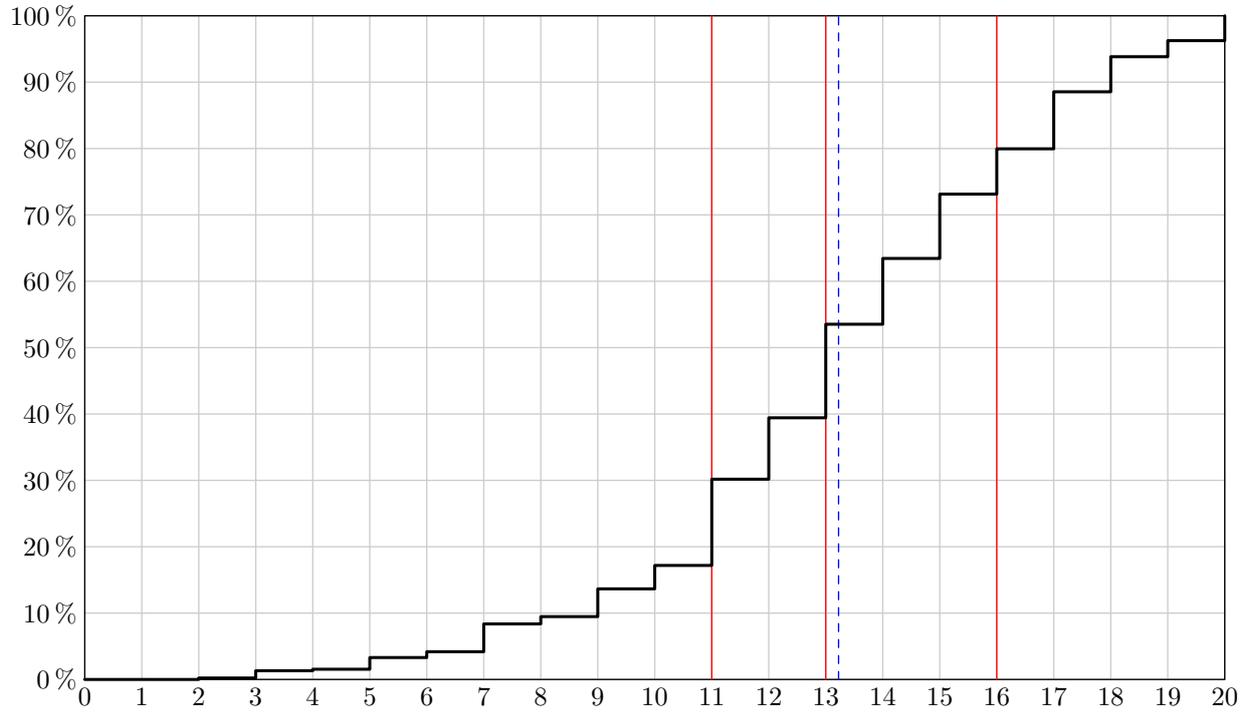
Portugais



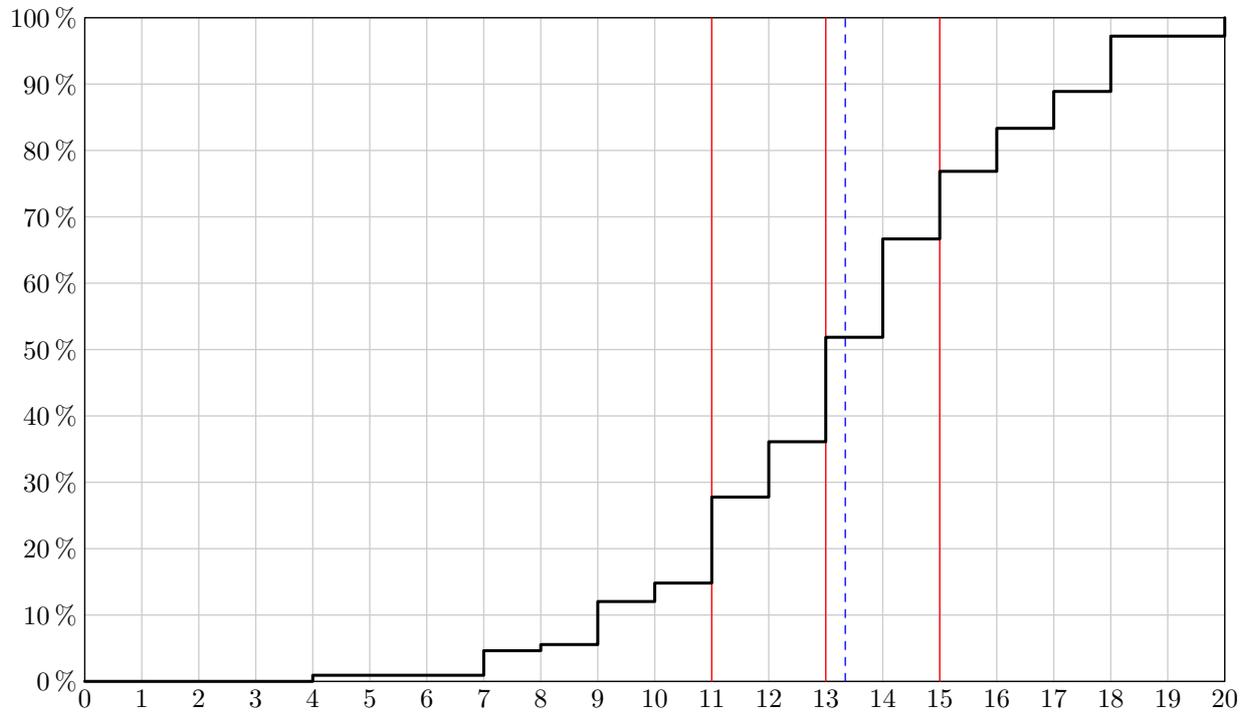
Russe



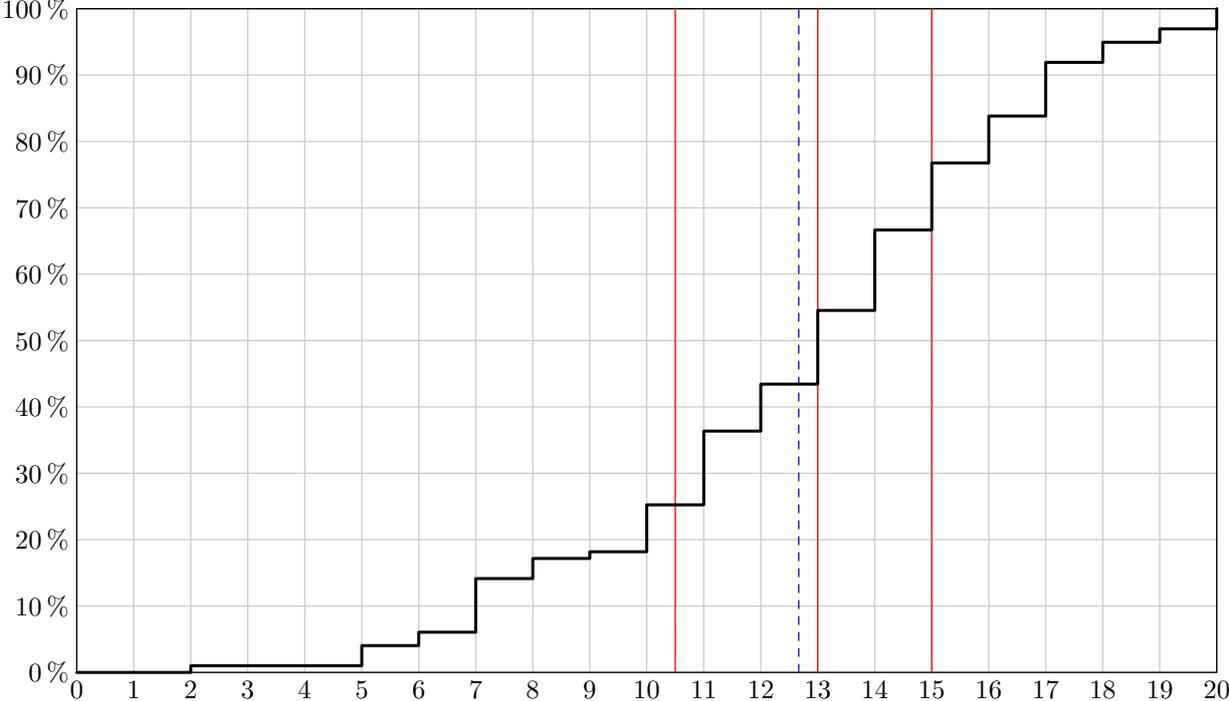
Langue facultative



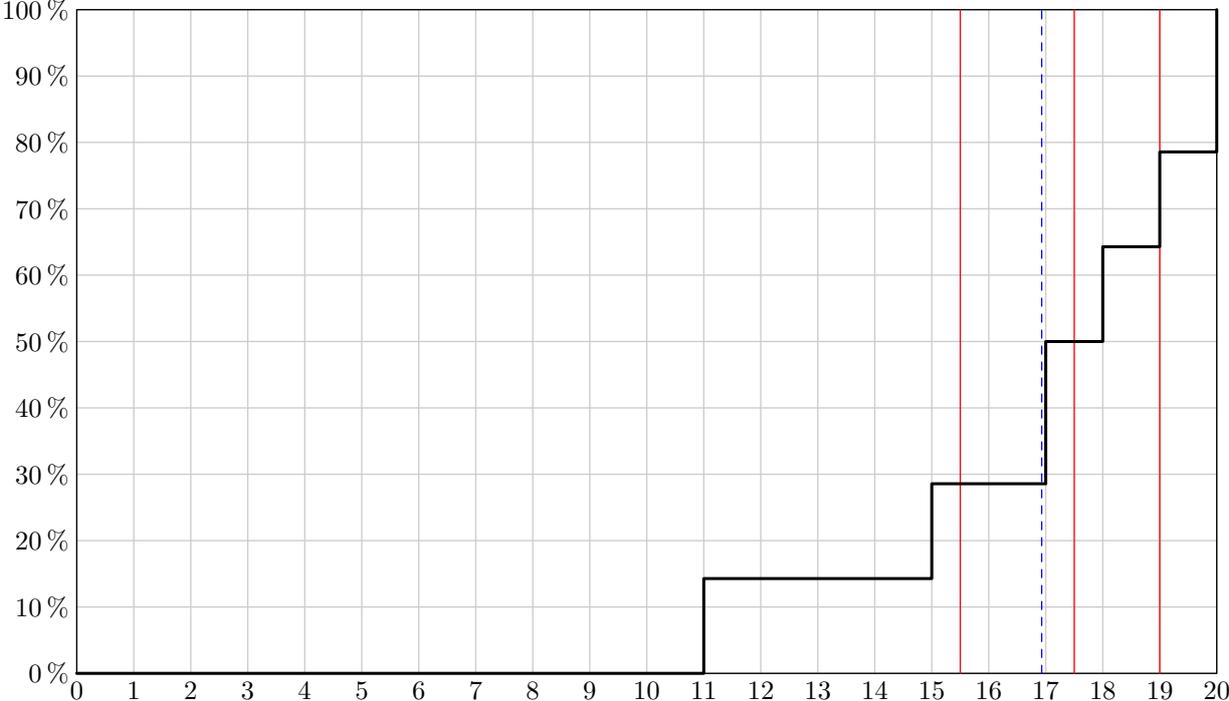
Allemand



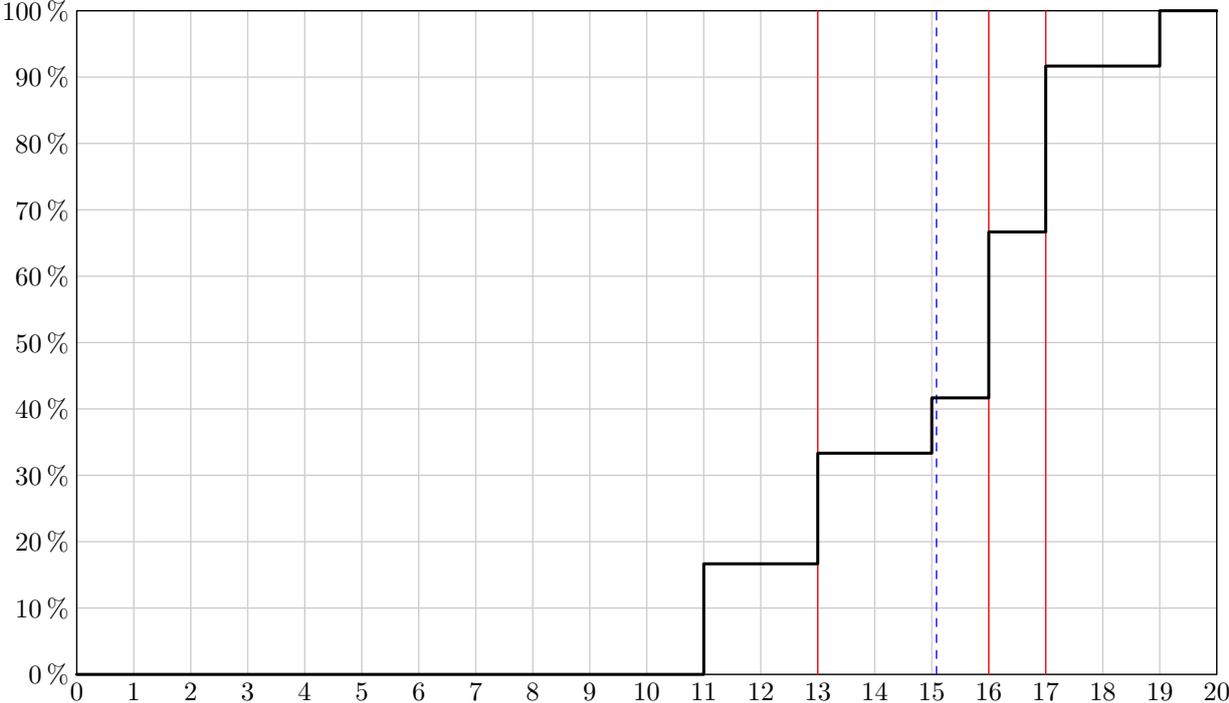
Anglais



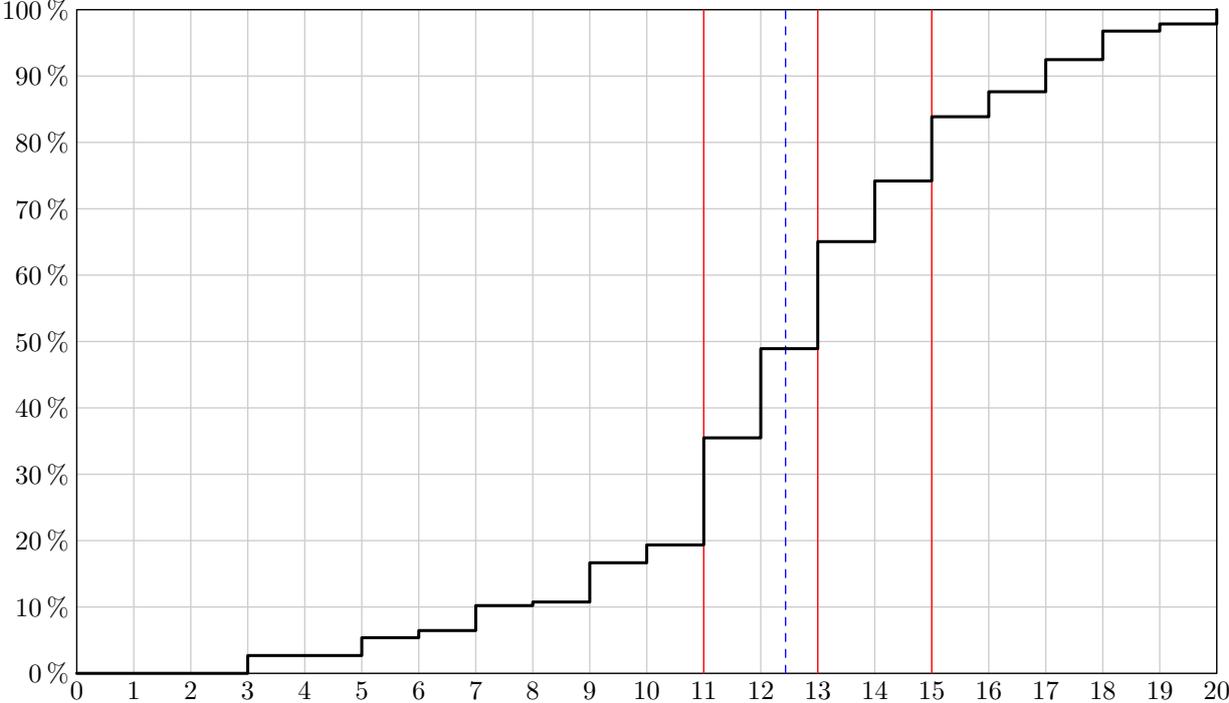
Arabe



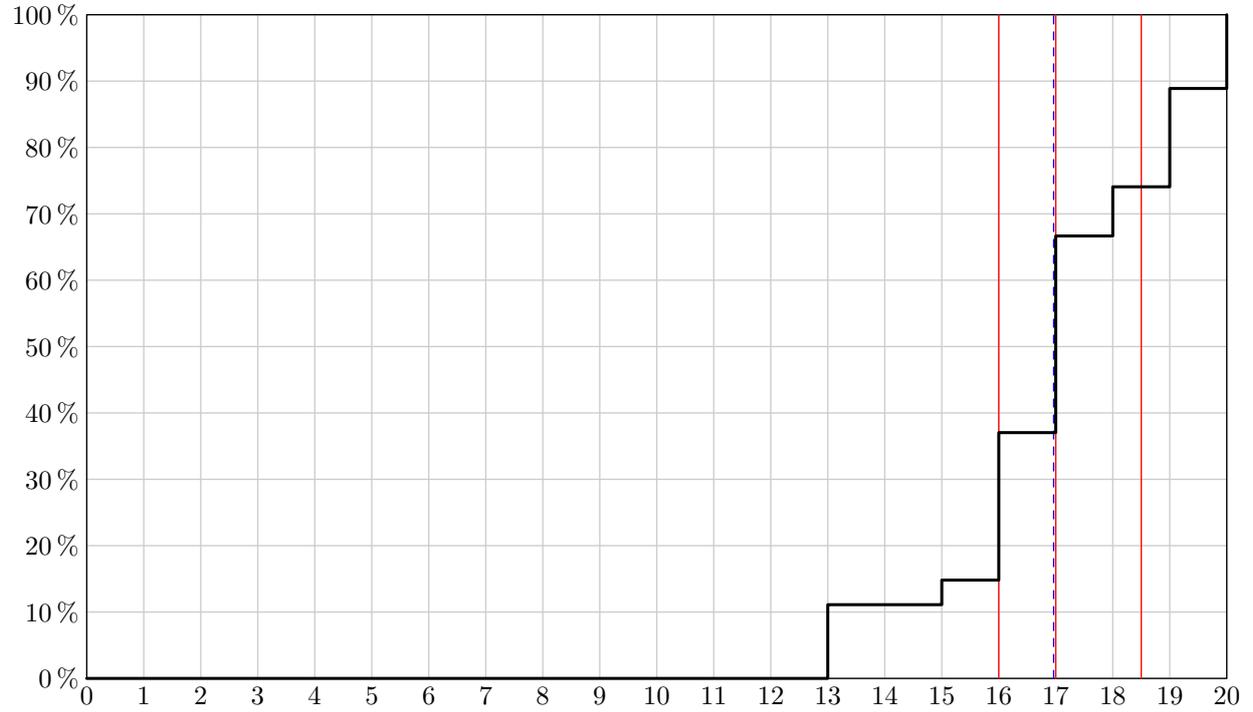
Chinois



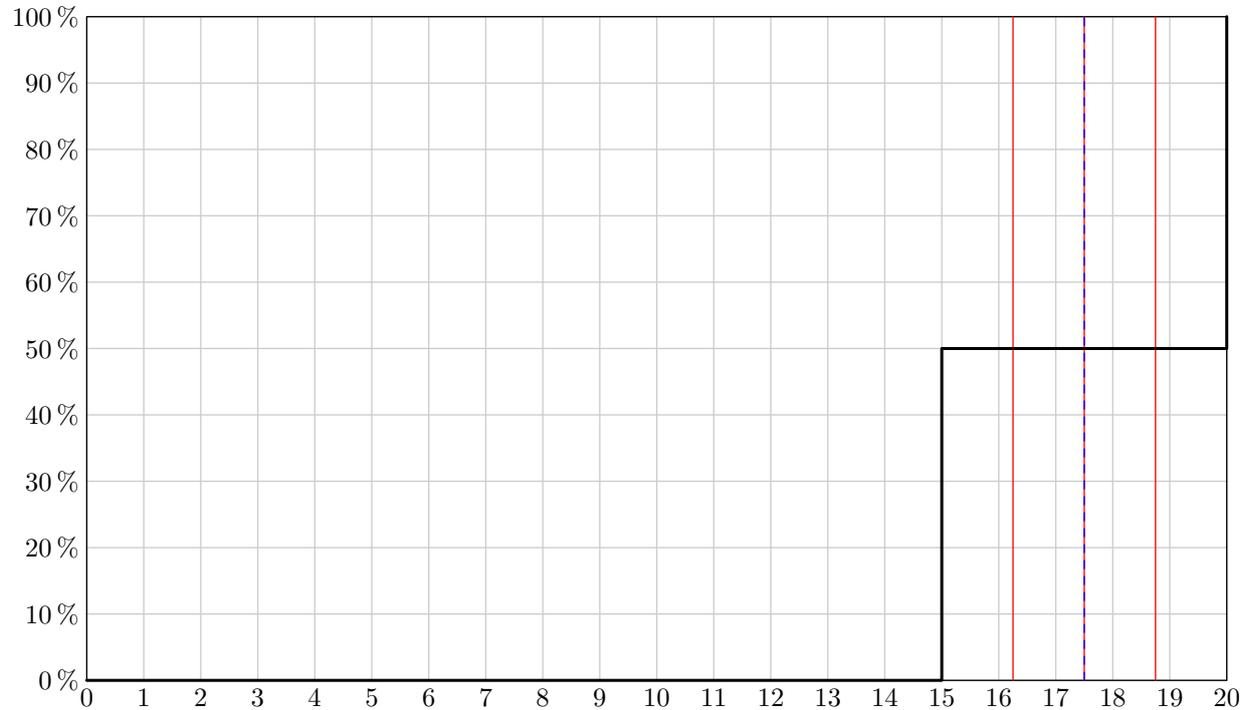
Espagnol



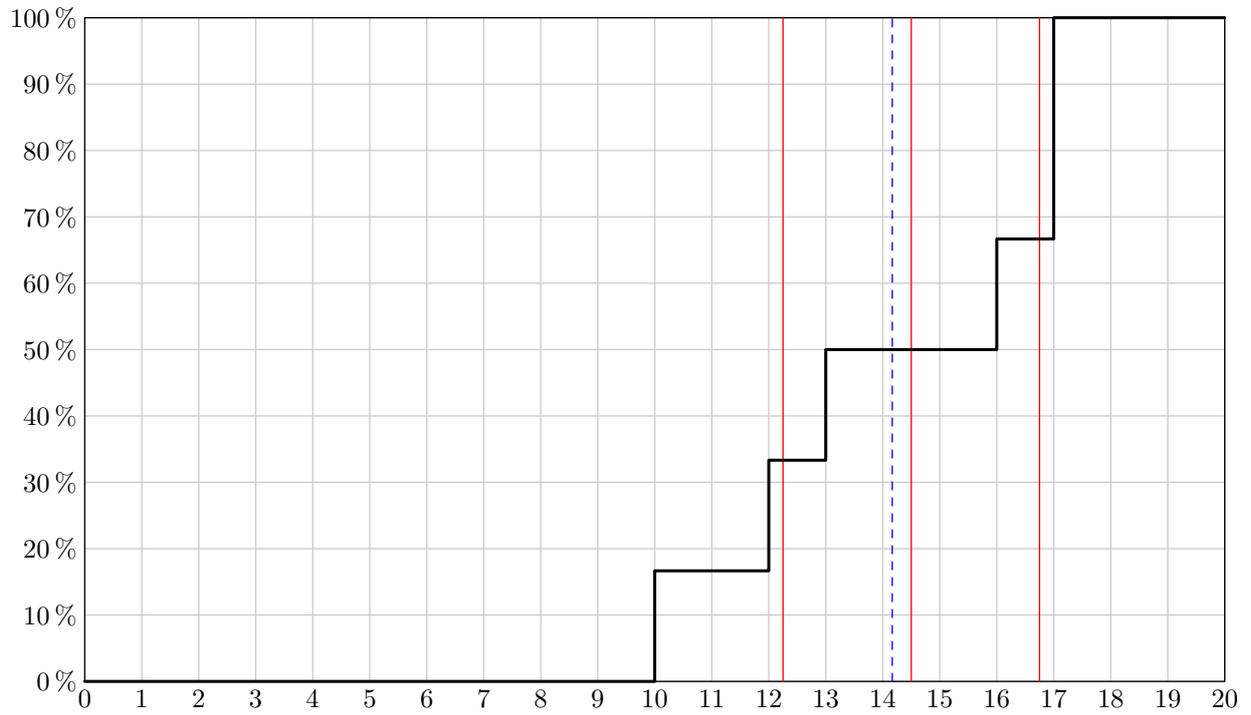
Italien



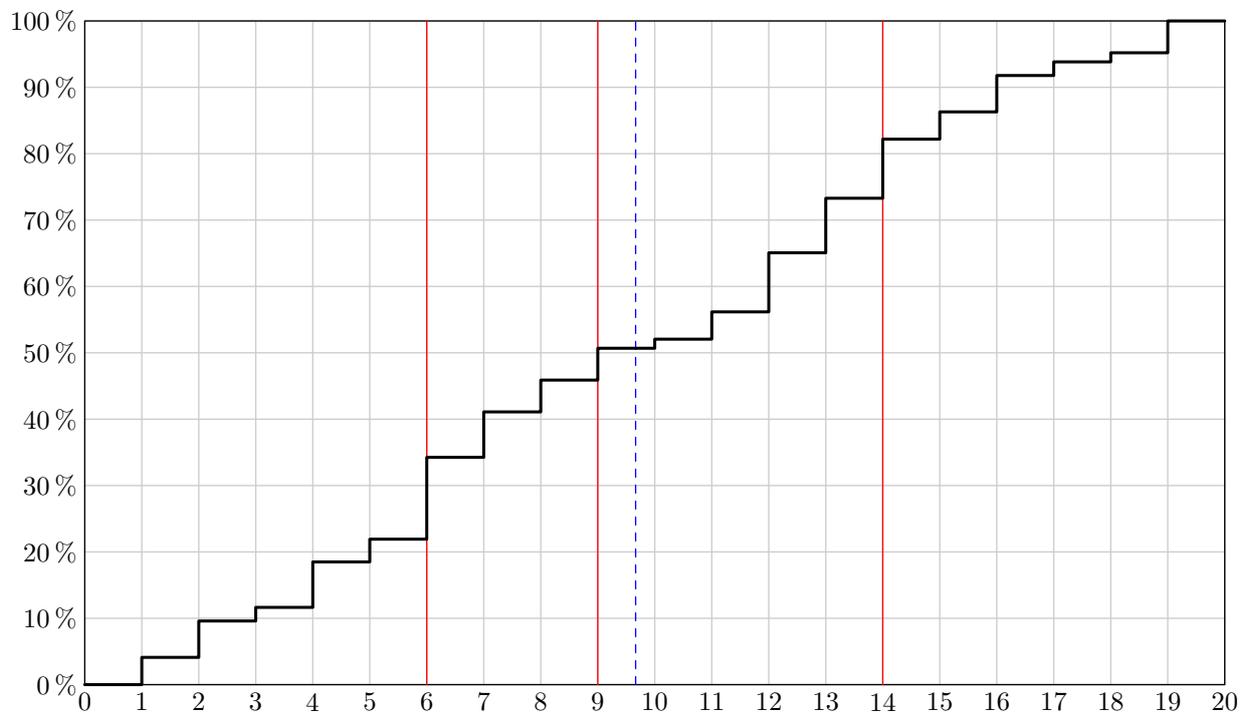
Portugais



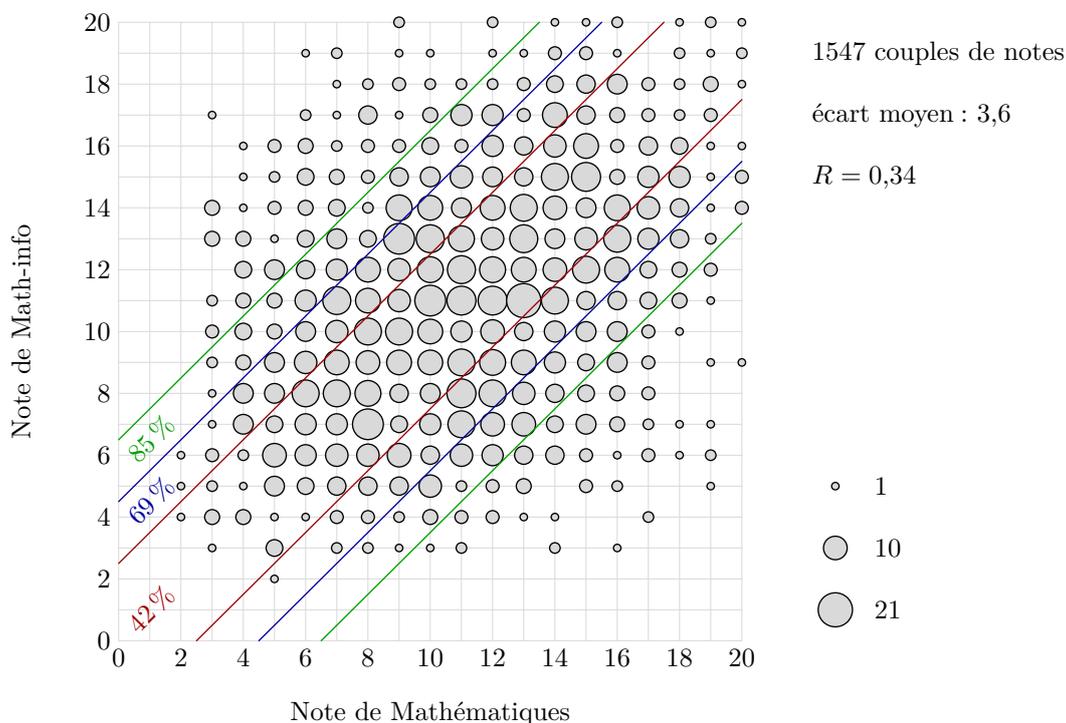
Russe



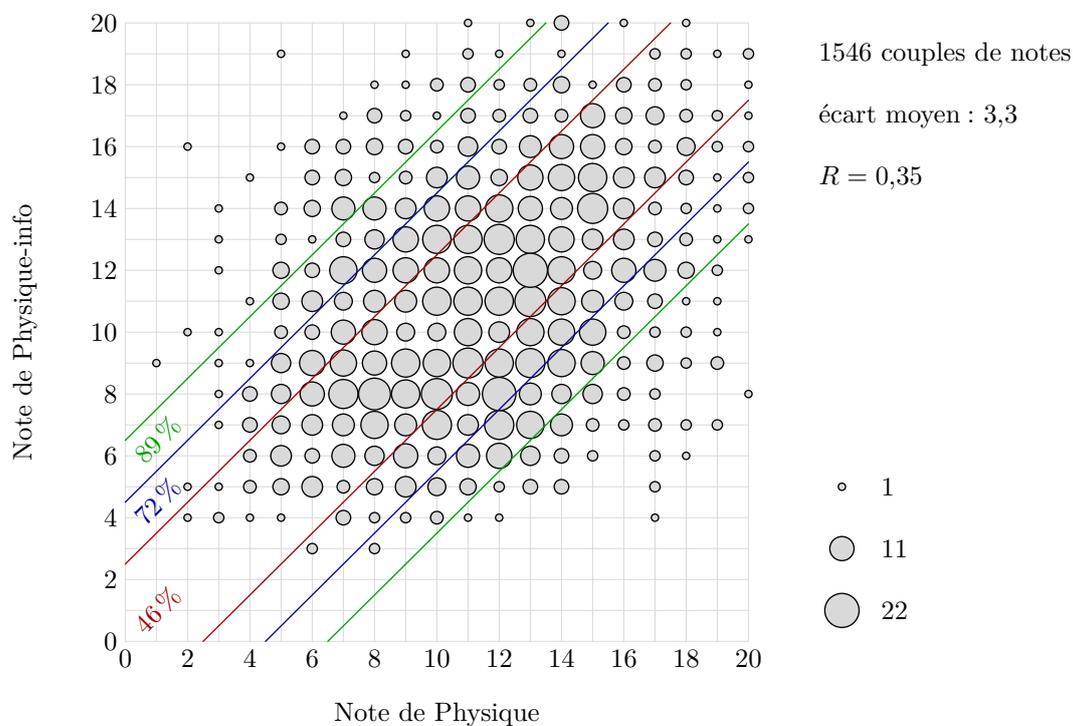
Sciences



Corrélation entre Mathématiques et Mathématiques-informatique



Corrélation entre Physique et Physique-informatique



Chimie

Présentation du sujet

L'épreuve orale consiste en une présentation en 30 minutes du traitement d'un exercice, préparé par le candidat pendant 30 minutes. Les candidats ont à leur disposition des tables de données de RMN et IR, et une classification périodique dont ils doivent éventuellement et à leur initiative extraire des informations utiles à la résolution de différentes questions. Certains sujets font par ailleurs appel à quelques lignes de programmation en langage python.

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

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

Les grilles de compétences supports de l'évaluation par tous les interrogateurs à l'oral du concours font apparaître sept entrées : notions et méthodes fondamentales, esprit critique, rigueur et aisance du raisonnement, maîtrise de l'outil mathématique et de l'outil informatique, autonomie et initiative, présentation et communication, interaction et échanges avec l'examinateur. Les sujets conçus pour l'épreuve orale de chimie de la filière PC s'appuient sur les compétences de la démarche scientifique, énoncées autrement dans les programmes, mais qui convergent avec les intitulés précédents. Ils permettent au candidat de montrer sa capacité d'appropriation et d'analyse du problème (reformulation d'une problématique, formulation d'hypothèses, analyse de données tabulées ou graphiques, comme un titrage), sa capacité à proposer un axe de résolution et une résolution (réaliser une mise en équation, puis un calcul, en cinétique, en thermodynamique), sa capacité à réfléchir et à porter un regard critique sur les résultats obtenus ou fournis (ordre de grandeur des valeurs calculées, exploitation des conditions opératoires d'une transformation, évaluation de la pertinence d'une analyse rétrosynthétique).

Analyse globale des résultats

Le jury a eu le plaisir d'échanger avec des candidats et des candidates qui, malgré le stress de l'épreuve, se sont révélés en très grande majorité agréables, volontaires et prêts à l'échange. La plupart ont compris l'objectif de l'évaluation orale et le jury souhaite les féliciter.

Peu de candidats expliquent la thématique du sujet et se lancent d'emblée dans la résolution de la première question. Une présentation (très succincte bien sûr) est bienvenue.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

De façon générale, le dynamisme, les efforts pour s'appropriier le problème posé et les efforts pour construire un raisonnement scientifique rigoureux sont récompensés. En particulier, le jury apprécie les réponses argumentées, le recours à des analogies avec des situations classiques rencontrées en cours ou en séance de travaux pratiques, l'utilisation d'un vocabulaire scientifique rigoureux ainsi que les réflexions spontanées visant à valider (ou à invalider) un résultat numérique.

Au contraire, l'absence de propositions de pistes de résolution, les affirmations non justifiées ou la paraphrase de l'énoncé ne permettent pas l'élaboration d'une résolution de problème satisfaisante. La discussion est difficile avec les candidats qui restent face au tableau pendant toute la durée de l'interrogation et dont le jury ne voit que le dos.

Par ailleurs, le jury souhaite attirer l'attention des futurs candidats sur le fait qu'une lecture attentive de l'énoncé ainsi que la prise en compte des indications fournies au cours de l'oral permettraient d'éviter bien des erreurs.

Enfin, la communication est facilitée par une utilisation judicieuse du tableau. Le tableau n'est pas une copie : il est inutile d'y écrire des phrases entières. Il n'est pas toujours utile de recopier l'intégralité des calculs réalisés pendant le temps de préparation. Utiliser des couleurs peut rendre la présentation d'un raisonnement plus aisée et éviter les erreurs d'interprétation, par exemple lorsqu'il s'agit de distinguer des orbitales de fragment et étudier leur interaction. En revanche, l'utilisation de la couleur pour des choix purement esthétiques, par exemple pour particulariser les flèches courbes lors de l'écriture de mécanismes réactionnels, est inutile et fait perdre du temps aux candidats.

Réactivité et transformations en chimie organique

La chimie organique reste un indicateur de la disparité des acquis des candidats. D'excellents candidats ont une connaissance parfaite du cours et sont capables de le restituer et surtout de l'adapter à des situations originales par analogie. D'autres candidats, plus fragiles, ne maîtrisent pas suffisamment les bases pour s'adapter à des situations nouvelles, pourtant guidées par le sujet, comme l'exploitation de l'acidité des « H en alpha » de groupes attracteurs différents du groupe carbonyle ou l'analogie entre la réaction d'acétalisation et la formation d'une oxime par exemple.

Certains candidats ont beaucoup de mal avec l'écriture des formules mésomères : le jury a ainsi parfois observé des carbones pentavalents, des erreurs d'attribution des charges formelles, des formules mésomères dont les charges globales sont différentes voire des ruptures de liaisons sigma entre deux « formules mésomères ».

La notion de conjugaison, son effet sur la stabilité et la conséquence sur les propriétés d'absorption UV Visible sont peu connues.

Les concepts d'électrophilie et nucléophilie ou d'acido-basicité sont parfois confondus. De façon plus large, il en est de même pour les différents contrôles.

La nomenclature des mécanismes, en particulier celle des éliminations, n'est pas toujours comprise, certains candidats confondent les mécanismes E1 et E2 par exemple.

Les questions abordant un aspect quantitatif restent mal traitées, notamment dans le cadre de mélanges en RMN.

Certains candidats sont capables d'analyser très rapidement une synthèse multi-étapes en identifiant la nature des transformations et en discutant de leur sélectivité et des éventuelles protections de fonction.

L'explication du résultat d'une CCM est une question clivante : certains candidats identifient rapidement les différences entre les interactions entre les entités et la phase stationnaire qui permettent d'expliquer le classement des rapports frontaux. Pour d'autres, la notion même de rapport frontal est inconnue et les candidats ne pensent pas à rechercher les interactions de faible énergie qui existent entre les entités et la phase stationnaire.

Néanmoins, malgré ces quelques remarques, on ressent un apprentissage rigoureux du cours en amont et, globalement, le niveau des candidats est très honorable en chimie organique.

Thermodynamique des transformations physico-chimiques

Le cours de thermodynamique fait généralement l'objet d'une bonne maîtrise de la plupart des candidats, sauf quelques points particuliers telle que la notion d'état standard de référence d'un élément par exemple.

La loi de Van't Hoff est connue, mais des difficultés apparaissent lors de son intégration, et de trop fréquents contresens sont constatés lors de son utilisation. De même, la loi de Hess est connue, même si

lors de son application, quelques confusions sont observées dans les signes des nombres stœchiométriques utilisés. L'expression d'un quotient de réaction est généralement bien réalisée de même que son utilisation au travers de la relation de Gulberg et Waage pour l'étude de l'état final auquel conduit une réaction chimique. Il est rappelé que son application suppose implicitement une situation d'équilibre chimique.

Lors de l'étude de l'influence de différents facteurs sur la position ou le déplacement de l'état final résultant d'une transformation chimique, les lois de modération simplement énoncées ne suffisent pas ; il est attendu une justification à partir du critère d'évolution spontanée du système, et donc du signe de l'enthalpie libre de réaction ou de la comparaison entre quotient de réaction et constante thermodynamique d'équilibre. Par ailleurs, de trop nombreux candidats se lancent dans des considérations cinétiques à partir de l'examen de l'influence de tel ou tel paramètre sur la constante d'équilibre thermodynamique de la réaction.

Le calcul d'une température de flamme est généralement bien maîtrisé par les candidats, même si le commentaire associé à l'ordre de grandeur des valeurs numériques calculées est parfois farfelu. Une combustion dans l'air suppose la présence de diazote.

Concernant les diagrammes binaires, l'attribution des différents domaines du plan est globalement maîtrisée, l'utilisation des dits diagrammes et leur application à l'étude théorique d'une distillation fractionnée posant plus de problème, en particulier s'agissant de l'identification des résidu et distillat. De même, l'application du théorème des moments est inégalement maîtrisée, avec de fréquentes confusions entre quantité de matière totale et quantité de matière de l'un des deux constituants. De même, les passages de pourcentage ou fraction en masse à fraction ou concentration en quantité de matière donne lieu à des fantaisies parfois surprenantes. Dans le cas d'une distillation continue, la réalisation d'un bilan en quantité de matière (totale et pour l'un des deux constituants) est mal réalisée par la plupart des candidats, ces derniers maîtrisant mal la notion de flux. Enfin, une confusion récurrente est constatée entre réfrigérant à boules et colonne Vigreux.

Cristallographie

Le cours de cristallographie est dans l'ensemble bien maîtrisé par les candidats. La plupart d'entre eux prennent l'initiative de représenter avec soin la maille décrite par l'énoncé et à proposer des plans en coupe pour établir les relations demandées. Les propriétés géométriques de la maille cubique à faces centrées sont globalement sues et très souvent bien redémontrées, même si les conditions de contact dans le cadre des solides ioniques conduisent parfois à des erreurs : des contacts entre ions de charge de même signe restent trop fréquemment évoqués. Les expressions des masses volumiques sont bien établies. Cependant, les applications numériques conduisent à des erreurs usuelles, notamment en ordre de grandeur, que peu de candidats prennent le temps de commenter. La connaissance d'ordre de grandeur des masses volumiques doit permettre de critiquer un résultat numérique. Le jury note par ailleurs des confusions fréquentes entre la population d'une maille, la compacité et la coordinence.

Orbitales atomiques et moléculaires

La détermination des configurations électroniques des atomes est très souvent bien menée, y compris leur exploitation permettant l'explication des propriétés des atomes. En revanche, la détermination de la configuration des ions est parfois approximative, notamment pour les éléments du bloc *d*. L'allure schématique des orbitales *s* et *p* est connue d'une très large majorité des candidats, même si la polarisation des lobes des orbitales *p* n'est pas systématique.

La construction et l'exploitation de diagramme d'orbitales moléculaires mettent en évidence de très grandes disparités entre les candidats. L'étude détaillée de tous les plans de symétrie n'est pas toujours nécessaire pour établir les interactions orbitales, en particulier dans le cadre de la méthode des fragments à partir des orbitales fournies. Certains candidats traitent très efficacement ces questions à l'aide d'une étude concise des interactions en étudiant précisément les schémas des orbitales des fragments.

Par ailleurs, il arrive que certains candidats cherchent à reconstruire les diagrammes d'orbitales alors que ceux-ci sont fournis et que la question ne porte que sur le remplissage électronique. La différence entre la représentation d'une orbitale liante ou anti-liante est souvent bien expliquée par les candidats qui identifient les plans nodaux. Si les candidats connaissent également la différence entre les orbitales σ et π , le caractère orthogonal du système π par rapport au plan des molécules est parfois oublié.

Cinétique

Le cours de cinétique est globalement su mais une lecture plus attentive de l'énoncé et une meilleure appropriation éviteraient des erreurs. Les coefficients stœchiométriques sont parfois oubliés dans la définition de la vitesse de la réaction, les situations de dégénérescence de l'ordre par rapport à un ou plusieurs réactifs ne sont pas toujours exploitées et l'expression de la vitesse omet souvent la concentration en catalyseur (erreur rapidement corrigée après demande de la définition d'un catalyseur). Le lien avec le cours de chimie organique pose parfois problème : de nombreux candidats ignorent la loi de vitesse d'une réaction de type S_N1 ou S_N2 , idem pour la réaction de Diels-Alder. Le modèle de Michaelis et Mentent figure au programme. Certains candidats ont parfaitement compris les tenants et aboutissants du modèle, savent retrouver rapidement l'expression de la vitesse et discutent avec pertinence de la signification des paramètres K_M et v_{max} introduits. Ce n'est malheureusement pas le cas de la majorité des candidats. En particulier, nombreux considèrent qu'en début de réaction $[E] = [E]_0$ et oublient d'appliquer la relation de conservation de la matière à l'enzyme.

La notion de temps de demi-réaction est connue mais trop peu de candidats pensent à le déterminer à partir d'une origine quelconque, le tracé de la concentration du réactif limitant au cours du temps étant donné. La loi d'Arrhenius est connue de la très grande majorité des candidats et la détermination de la valeur d'une énergie d'activation ne pose aucun problème ; toutefois, si l'énoncé propose une série de valeurs de constante de vitesse en fonction de la température, l'exploitation de deux valeurs n'est pas suffisante. Les conditions d'application de l'AEQS, dont la signification est souvent inconnue, sont parfois ignorés des candidats et certains actes élémentaires sont parfois oubliés. Des commentaires sur la loi de vitesse obtenue à partir d'un mécanisme proposé sont appréciés. Il est par ailleurs attendu de proposer une méthode permettant d'évaluer l'incertitude-type sur la valeur d'une constante de vitesse ou d'une énergie d'activation obtenue à partir d'une série de mesures expérimentales.

Solutions aqueuses

De manière générale, les définitions des constantes d'équilibres thermodynamiques ne sont pas toujours bien maîtrisées par les candidats.

Pour les équilibres acido-basique, le calcul du pH d'une solution est rarement réalisé correctement.

En oxydo-réduction, les équations de réaction sont généralement bien écrites lorsque les candidats passent par l'écriture des demi-équations électroniques. Les calculs de potentiel standard ou de constante d'équilibre thermodynamique sont dans l'ensemble bien réalisés. Le remplissage des domaines des diagrammes E-pH est acquis par les candidats ce qui n'est pas le cas de leur utilisation.

En ce qui concerne les titrages, bien que la notion d'équivalence soit maîtrisée, la détermination de l'équation de réaction support du tirage s'avère parfois complexe. Certains candidats confondent la nature de la réaction support et la méthode de suivi.

Pour les différents titrages, il peut être intéressant d'effectuer un bilan des espèces en présence, d'évaluer les quantités introduites et d'utiliser les outils comme les échelles de potentiel standard/pKa, diagramme de prédominance... afin de mieux en comprendre le déroulé.

Conclusion

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

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

La session prochaine verra une évolution très importante des interrogations puisque les candidats ne disposeront plus de la demi-heure de préparation. L'intégralité des sujets sera donc adaptée au nouveau format de l'épreuve.

Mathématiques

Présentation du sujet

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

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

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

Analyse globale des résultats

Les prestations répondent globalement aux attentes du jury même si celui-ci souhaiterait davantage de vivacité de la part des candidats, en particulier pour s'emparer plus efficacement des indications données par l'examineur. Le jury encourage donc les futurs candidats à être encore plus dynamiques et à l'écoute : trop de passivité, une attitude attentiste ou à l'inverse la non prise en compte des avertissements de l'examineur mèneront à une note faible, reflétant parfois peu le réel potentiel du candidat. En réponse à une question ouverte concernant des stratégies à envisager, les candidats doivent éviter de répondre en fermant l'échange avec un « je ne sais pas » ou « je ne vois pas ».

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

Les candidats sont bien préparés à l'épreuve de Mathématiques Informatique. La majorité mène un travail d'expérimentation numérique et de conjecture en préparation. Toutefois, nombreux sont ceux qui ne lisent pas suffisamment le sujet et qui codent des fonctions déjà disponibles après importation de bibliothèques dédiées.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Généralités

Les planches sont un support permettant au jury d'évaluer les compétences des candidats. La résolution complète de l'exercice n'est en aucun cas un objectif. Pour l'épreuve de Mathématiques Informatique, quelques rares candidats continuent à faire l'impasse sur l'outil informatique et certains vont même jusqu'à ne pas saisir les instructions fournies dans le sujet ; cet évitement est vain : ils seront invités à faire les

saisies durant le temps d'évaluation. Certains d'entre eux insistent parfois lourdement pour sauter une ou plusieurs questions afin d'aller présenter un point qu'ils ont pu aborder en préparation. Cette stratégie n'est pas appropriée. En effet, l'évaluation porte notamment sur l'aptitude des candidats à aborder une difficulté technique, à proposer des stratégies, être attentif aux indications et les mettre en œuvre.

Comme les années passées, le calcul reste un point faible chez de nombreux candidats par manque de rigueur et d'efficacité et les notions de première année sont globalement moins bien maîtrisées, alors qu'elles font pleinement partie du champ d'évaluation.

Le jury est sensible à la rigueur manifestée dans les raisonnements classiques (récurrences, absurde, ...). Durant l'épreuve orale, qui reste beaucoup plus fluide que l'épreuve écrite, il importe d'exprimer clairement tout raisonnement un peu élaboré avec une présentation au tableau structurée et organisée.

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

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

Algèbre / Algèbre linéaire

Le jury souhaite attirer l'attention des futurs candidats sur des thèmes fréquemment abordés et erreurs souvent commises : différentes caractérisations du groupe orthogonal, clarté du lien entre inversibilité et déterminant, formulaire sur la trace et le déterminant, différents critères de diagonalisabilité et méthodes de diagonalisation (autres que par le polynôme caractéristique), lien entre trace et valeurs propres, déterminants des matrices triangulaires, identification du spectre d'une matrice triangulaire, dimensions mises en jeu dans le théorème du rang appliqué à l'endomorphisme canoniquement associé, pleine exploitation de la théorie de la dimension dans les problèmes de bijectivité ou de bases, mention parfois nécessaire du cadre de dimension finie, liens entre matrices symétriques réelles et endomorphismes autoadjoints. La manipulation des nombres complexes est un obstacle majeur pour certains candidats.

Analyse

Lors des planches d'analyse, le jury a souvent constaté d'importants manques de rigueur : inégalité triangulaire erronée, oubli de la positivité dans des théorèmes de convergence, en particulier lors d'utilisation d'équivalents, inégalités fantaisistes en présence de signes alternés ou sans valeur absolue, formules incorrectes (somme des termes d'une suite géométrique, expression développée du produit de deux sommes), rédaction imprécise pour montrer qu'une série ou intégrale converge, confusion sur les liens entre convergence absolue et convergence pour une intégrale ou une série.

Le jury rappelle aussi que les propriétés et définitions des fonctions de référence doivent être connues : fonctions trigonométriques, fonctions puissances (réelles ou entières), fonctions trigonométriques réciproques, fonctions hyperboliques. Les candidats qui rencontrent des difficultés sur ces différents points sont encore trop nombreux.

L'analyse asymptotique est un point faible chez grand nombre de candidats : la recherche d'un équivalent ou d'une domination est souvent bloquante. Ces difficultés s'accroissent par exemple lors de vérifications d'une hypothèse de domination pour une intégrale à paramètre. Lors de l'étude d'une intégrale, le jury a droit en général à une formulation du type « on regarde s'il y a un problème en ... puis en ... ». Peu de candidats connaissent la définition du rayon de convergence d'une série entière et quelques-uns pensent encore qu'il y a convergence normale sur le disque ouvert de convergence.

Des erreurs persistent dans l'esprit de certains candidats : une suite réelle positive décroissante convergerait nécessairement vers 0, le théorème d'intégration terme à terme d'une série de fonctions sous hypothèse de convergence uniforme pourrait s'appliquer sur un intervalle quelconque...

En ce qui concerne le cours et ses applications directes, les candidats doivent maîtriser tout particulièrement les définitions de convergence (suites, séries, intégrales), normes, produits scalaires et convergence uniforme, s'engager de manière autonome dans un plan d'étude de suite récurrente linéaire d'ordre un ou une comparaison série-intégrale, connaître mieux les propriétés des fonctions usuelles ainsi que les propriétés des fonctions continues strictement monotones sur un intervalle. Pour l'étude des séries numériques, effectuer des opérations sans précaution sur des séries divergentes est lourdement sanctionné. L'étude de la convergence normale d'une série de fonctions devrait être en général menée avant l'étude souvent plus délicate de sa convergence uniforme. Plutôt que de se ramener au théorème de convergence dominée systématiquement et parfois laborieusement, l'application directe des théorèmes d'intégration terme à terme d'une série de fonctions devrait être privilégiée.

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

Probabilités

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

Conclusion

Une grande partie des candidats est bien préparée et propose une prestation de qualité. Le jury rappelle que les compétences évaluées se développent par un travail régulier et approfondi des programmes de première et deuxième années, et qu'une maîtrise des définitions et résultats fondamentaux est indispensable. Afin de mettre pleinement leur travail en valeur, le jury encourage les futurs candidats à plus de vivacité et de rigueur dans la présentation de leur épreuve orale.

Physique

Présentation des épreuves

Épreuve de physique

L'épreuve de physique PC est une épreuve de **30 minutes sans préparation** portant sur **l'intégralité des programmes de physique de PCSI et de PC**. Le sujet se situe dans un cadre identifié sans proposer toutefois de démarche à conduire, laquelle est essentiellement du ressort du candidat qui veille à proposer une résolution dynamique et autonome, tout en interagissant de manière constructive avec l'examineur. **La calculatrice est autorisée**. Certains candidats semblent découvrir au dernier moment les modalités de cette épreuve.

Le candidat, tenant prêtes sa convocation, une pièce d'identité valide et sa calculatrice, patiente en salle d'attente avant d'être appelé en salle d'interrogation par l'examineur. Après contrôle des documents et émargement, le candidat se voit proposer un exercice. Environ trois minutes de lecture plus tard, le candidat présente sa résolution au tableau. Les téléphones portables doivent être éteints et rangés dans les sacs. Il faut éviter toute perte de temps inutile à chercher tel ou tel élément. Cet oral évalue principalement les compétences suivantes : analyse des informations, réalisation de consignes, mise en place et validation d'une démarche, autonomie et capacité à communiquer.

Le respect des horaires a été quasiment parfait cette année comme les années précédentes.

Épreuve de physique-informatique

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

Est jugée au cours de l'épreuve la capacité à mettre en oeuvre une démarche scientifique pour répondre à un problème posé. Les candidats sont ainsi évalués sur leur assimilation opérationnelle des notions, l'autonomie dans la mise en oeuvre d'une démarche, la rigueur et l'aisance dans le raisonnement, la réflexion et la prise de recul sur la situation et les résultats obtenus, la bonne maîtrise des outils mathématiques et informatiques et, enfin, la capacité à interagir de façon constructive avec l'examineur.

Les sujets sont tous contextualisés, peuvent aborder plusieurs thèmes (optique et thermodynamique, électronique et physique des ondes, etc.) des programmes de première et de deuxième année et de nombreux types de supports peuvent être utilisés pour décrire la situation physique et contribuer à la démarche de modélisation : programmes `Python`, vidéos, animations, graphes, photographies, documents, etc. Dans la mesure où le candidat dispose d'un temps de préparation, cette épreuve permet notamment de proposer de plus en plus de sujets de type « résolution de problèmes », où la phase de modélisation demande plus d'autonomie.

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

La préparation est ainsi proposée pour laisser aux candidats le temps de faire le point sur leurs connaissances, de s'appropriier le contexte, et d'utiliser des outils numériques de résolution, ce qui est toujours chronophage.

Analyse globale des résultats

Épreuve de physique

Le jury de physique salue le très grand mérite des candidats et des équipes enseignantes qui les ont formés. Les prestations fournies témoignent globalement d'un niveau général et d'une qualité d'investissement absolument remarquables. Certains points importants méritent toutefois d'être soulignés.

Comme les années passées, un nombre significatif de candidats a fait montre d'un défaut d'analyse physique du problème posé, doublé d'un manque de maîtrise de certains points de cours. Les candidats concernés ont cherché à plaquer des bribes de cours à partir de mots clés identifiés dans l'énoncé. Ce manque de vision globale du problème est souvent lié à un défaut de lecture du sujet dans son entier (données comprises) et d'écoute lors des interactions avec l'examinateur, et plus souvent encore à un défaut de maîtrise du cours et des notions physiques sous-jacentes.

Le jury a relevé, cette année encore chez certains candidats, un manque de dynamisme et de combativité lors de l'exposé et des interactions avec l'examinateur. L'oral est très bref ; il ne s'agit pas de gagner du temps par une présentation trop ralentie ou trop bavarde mais de produire efficacement des résultats par un raisonnement construit et argumenté, sans attendre, comme on le voit parfois, une validation ou une relance systématique de l'examinateur. Si ce dernier maintient, le cas échéant, la continuité de l'exposé, c'est bien au candidat d'en être le moteur.

Comme les années précédentes, le jury a constaté un manque de maîtrise des outils et du formalisme mathématiques courants : difficultés pour intégrer (notation différentielle absente, domaine d'intégration et sa nature non précisés, primitives erronées...), dériver, gérer les opérations portant sur les vecteurs et toujours le problème des coordonnées sphériques. De nombreux candidats font l'économie de schémas soignés et orientés pourtant indispensables à la compréhension et à la résolution des problèmes posés.

Côté thématique, comme l'an passé, la mécanique (du point, du solide, des fluides et des systèmes ouverts) est le domaine le moins bien maîtrisé par les candidats.

Épreuve de physique-informatique

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Épreuve de physique

Un oral réussi consiste en un exposé autonome, dynamique et ouvert aux échanges avec l'examinateur. Jouer la montre n'est pas une bonne option pour un oral aussi court.

La lecture exhaustive du sujet et des données qu'il contient est essentielle pour disposer de tous les éléments nécessaires à sa résolution. Trop de candidats survolent à tort cette étape clé. Il convient ensuite de réaliser une analyse physique du problème posé, c'est elle qui va permettre au candidat de construire sa démarche vers la solution recherchée. Il importe également de prendre le temps d'analyser les résultats intermédiaires pour vérifier leur pertinence, la légitimité des hypothèses effectuées et l'avancement de la résolution.

Le jury a constaté cette année également que des points proches du cours posaient problème à certains candidats et leur prenaient beaucoup trop de temps pour être rétablis. Ce point sera précisé dans les différentes thématiques qui suivent.

Comme les années précédentes, l'outil mathématique a été souvent problématique : notations impropres (vecteurs/scalaires, domaines d'intégration mal définis, notations différentielles), méconnaissance de certaines équations différentielles usuelles et de leurs solutions, écriture erronée des dérivées secondes et de certains opérateurs, intégrale mal posée où ne figure aucune différentielle et intégration inaboutie par défaut de rigueur et/ou de maîtrise. Les coordonnées sphériques devraient être reprises lors des révisions.

Rappelons ici que définir le système étudié et le référentiel d'étude est le préalable indispensable à toute démarche, nombre d'erreurs découlent d'un défaut à ce niveau-là.

De même, s'appuyer sur un schéma de situation bien réalisé permet de gagner en temps, en clarté et en justesse.

Épreuve de physique-informatique

L'oral débute dès l'appel dans la salle d'attente. La signature de la feuille d'émargement, la prise en main de la salle, du sujet et de l'ordinateur, le va-et-vient des candidats, effacer le tableau avant de partir... tout cela prend globalement plusieurs minutes. La seconde phase de présentation orale de cette épreuve dépasse donc rarement les 27 minutes.

La calculatrice est autorisée, mais il est aussi tout à fait possible d'utiliser une console `Python` sur l'ordinateur pour y effectuer les applications numériques.

Notons de plus qu'il est important de *se munir d'une règle* pour exploiter pleinement certains supports graphiques.

Depuis quelques années, un formulaire est mis à disposition des candidats sur l'ordinateur sous la forme d'un fichier PDF. Il est présenté par l'examineur et laissé ouvert sur le sommaire, cliquable. Il contient les éléments suivants :

- des données numériques - valeurs des constantes fondamentales, tableau périodique, données diverses (système solaire, ordres de grandeurs divers de capacités calorifiques, viscosités...);
- des formules mathématiques - opérateurs vectoriels, trigonométrie, primitives diverses...;
- des formules de physique à rappeler dans le cadre du programme, par exemple les relations de conjugaison, l'équation de Schrödinger, l'équation de Navier-Stokes...

Les sujets rappellent l'existence du formulaire lorsqu'ils y font référence, mais tout candidat peut s'y référer s'il le pense utile.

La spécificité de l'épreuve tient dans ses 30 minutes de préparation. Or la gestion de ce temps est très souvent inefficace.

La préparation doit servir à :

- s'imprégner du contexte, se remémorer le cours afférent, comprendre les hypothèses (et ne pas passer à côté de certaines d'entre elles souvent fondamentales, ou comprendre de travers la première question) ;
- lire les codes `Python` éventuellement proposés - la lecture des codes proposés est un minimum qui permet de ne pas se retrouver dépourvu lors de la présentation. La phrase « *je n'ai pas eu le temps de regarder le code* » est plus que dommageable et à proscrire ;
- réfléchir aux pistes de résolution, sans forcément les mettre en place. Un candidat ne doit pas passer l'intégralité de sa préparation sur la première question sans réfléchir à la suite du sujet. À l'inverse il

n'est pas attendu qu'un candidat saute les questions comme il pourrait le faire pour un écrit - *il n'est pas possible de passer des questions sans y être invité par l'examineur*. Les problèmes proposés ont une structure qui se veut la plus proche possible d'un problème réel à analyser, et le candidat doit montrer sa capacité à construire un raisonnement logique pour les résoudre. Il faut donc avoir pris le temps de réfléchir à des pistes pour chacune des questions, car elles seront abordées linéairement pendant le passage ;

- enfin, s'il reste du temps, à commencer à mettre en place les démonstrations de cours, calculs, applications numériques, écriture de code.

De plus, il est très important de prendre conscience que la note ne dépend absolument pas de la quantité de résultats trouvés pendant la préparation ou du nombre de questions traitées, mais bien de la qualité – et non de la quantité – de ce qui a été présenté et échangé oralement avec l'examineur pendant les 30 minutes de passage. La préparation reste bien cela : une *préparation* au passage à l'oral. Le jury valorise ainsi principalement une bonne prestation orale, que l'on espère magnifiée par une bonne gestion de la préparation, alliée à une compréhension profonde des concepts manipulés par le candidat, plutôt qu'une capacité à ressortir automatiquement et rapidement une démonstration apprise par coeur (équation de la chaleur, équation d'onde sur une corde, etc.). Une excellente connaissance *opérationnelle* des notions vues en cours est donc nécessaire.

Au titre d'une bonne prestation orale, le jury attend ainsi des candidats qu'ils présentent en premier lieu la situation physique étudiée, la démarche de résolution envisagée, pour qu'une discussion qualitative s'engage éventuellement avec l'examineur. La description soignée de la démarche, la justification rigoureuse des relations utilisées et l'analyse physique des résultats obtenus sont des critères d'appréciation essentiels pour le jury. De même, *l'honnêteté intellectuelle* est une qualité indissociable de tout esprit scientifique. Tout comportement qui montre que le candidat n'est pas dans cet état d'esprit est jugé très sévèrement par le jury.

Enfin, le jury apporte une très grande importance aux applications numériques. Elles sont incontournables et il n'est pas possible d'ignorer ces étapes sans dénaturer complètement la démarche de résolution : elles permettent d'ancrer la démarche dans le réel, d'exercer un regard critique sur l'ordre de grandeur obtenu. Ainsi, chaque application numérique *doit* être commentée. De même il n'est pas concevable de demander *s'il faut les effectuer*, l'évitement ne fait pas partie de la démarche scientifique. Les résultats des applications numériques sont encore trop souvent erronés, tout comme les conversions, même élémentaires. Ils doivent comporter un nombre de chiffres significatifs raisonnable et cohérent et être exprimés dans une unité appropriée. Enfin, le jury n'évalue pas la compétence des candidats à utiliser leur calculatrice, mais une aisance dans l'usage des fonctions trigonométriques (conversion des degrés en radians) ou de la notation scientifique affichée par leur calculatrice (combien comptent les zéros de leur calculatrice pour proposer une puissance de 10...) est à minima attendue. Si l'expression littérale est complexe, un code Python pré-rempli est en général fourni permettant d'obtenir un résultat numérique rapidement.

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

Remarques générales communes aux deux épreuves

Mécanique

Principal thème mal traité, la mécanique devrait faire l'objet d'une attention particulière lors des révisions. On relève comme l'an passé un manque de rigueur (vecteur/scalaire, schémas, définitions du système et du référentiel, dérivées, intégrales, conditions aux limites, bases de projections, représentations 3D ou en coupe...) et de méthode préjudiciable. Les schémas se révèlent parfois incomplets.

Il importe d'identifier rapidement si le système à traiter peut être modélisé par un point matériel, ou si des notions de mécanique du solide sont nécessaires. Les théorèmes utilisés ne seront pas les mêmes. Il vaut mieux alors éviter d'appeler PFD ou RFD le théorème de la résultante cinétique pour un solide (en rotation par exemple) car cela occasionne des erreurs du style « accélération du solide ».

Il est étonnant de voir combien l'expression des forces de rappel exercées par des ressorts pose problème à de nombreux candidats.

On note des progrès sur l'application du théorème du moment cinétique et notamment de la méthode du bras de levier. Le formalisme reste toutefois à préciser (vectoriel en un point fixe du référentiel ou scalaire en projection sur un axe fixe).

Un théorème s'applique dans un cadre strict qu'il convient obligatoirement de préciser. De même justifiera-t-on certaines écritures spécifiques ($Ec(S) = 1/2 J \omega^2$ ou $L_{\Delta} = J_{\Delta} \omega$ par exemple).

On ne parlera de force d'inertie que dans un référentiel non galiléen. Les expressions de ces forces ont souvent été sources d'erreurs.

Les lois de Coulomb du frottement (rappelées dans les énoncés) sont mal assimilées et le coefficient de frottement f est parfois confondu avec une force.

Mécanique des fluides

Comme chaque année, l'écriture de bilans est souvent problématique : ce point est à reprendre en commençant par la définition du système ET du référentiel.

Certains candidats appliquent la relation de Bernoulli sans trop se soucier des hypothèses.

La manipulation des opérateurs (notamment $(\mathbf{V}.\mathbf{grad})\mathbf{V}$) et la projection des équations usuelles sur un axe a posé problème à bon nombre de candidats.

L'analyse dimensionnelle non fondée sur une parfaite compréhension des phénomènes mis en jeu peut conduire à des conclusions aberrantes.

Lors de l'exploitation de l'équation de Navier-Stokes, les candidats savent écrire la force volumique de viscosité, mais ont parfois du mal à interpréter le phénomène même de diffusion de quantité de mouvement à l'échelle mésoscopique. Là-encore, le calcul prend l'ascendant sur la signification physique.

En début d'exercice, il importe que le candidat réfléchisse à la nature de l'écoulement (parfait ou visqueux) et du régime considéré.

Ondes mécaniques

Les candidats évoquent trop souvent des relations de continuité sans les adapter à l'exercice présent. La signification précise de la tension de corde est mal dominée (action de la partie droite sur la partie gauche de la corde par exemple). Les projections pratiquées sont souvent plus le fruit d'un mimétisme que d'une réflexion précise ; par suite, des erreurs de signe apparaissent souvent.

Thermodynamique

Comme l'an passé, l'utilisation du premier principe industriel est rarement spontanée et souvent problématique. Il faut prendre conscience que le signe Δ porte sur l'espace et pas sur le temps...

L'application des deux principes est loin d'être parfaite, notamment dans la définition des différents systèmes, des évolutions et dans leur écriture même.

Si l'équation de la diffusion thermique est correctement restituée, son établissement pose parfois de sérieux problèmes. Il serait bon de réfléchir à la notion d'ARQS thermique. Les lois de Fick et de Fourier sont plutôt bien maîtrisées. On regrette cependant que les candidats, enfermés dans le cas élémentaire du

cours, ne sachent pas adapter correctement les relations lorsqu'un phénomène physique nouveau intervient (terme d'absorption ou de création de particules par exemple).

L'utilisation des résistances thermiques n'est également pas proposée naturellement et leur définition même est problématique (la définition de la résistance thermique n'est pas $e/(\lambda S)$). Toute description plus élaborée est alors inenvisageable, notamment en régime quasi-stationnaire (condition entre les temps de diffusion et d'évolution non envisagée).

Un transfert thermique ne provoque pas obligatoirement un changement de température (changement d'état ou réaction chimique).

Les géométries cylindriques ou sphériques posent parfois problème.

Les signes des flux ne sont pas toujours choisis avec suffisamment de recul alors qu'une simple analyse physique permet de trancher assez rapidement.

Électromagnétisme

Certaines formules sont connues à une constante multiplicative près (vecteur de Poynting, énergie électromagnétique, densité de courant...). Les surfaces de Gauss doivent être fermées et le théorème d'Ampère s'applique sur un contour ! Il est bon de savoir passer d'une équation locale à sa formulation intégrale, les deux écritures apportant des résultats complémentaires.

La loi d'Ohm locale est utilisée parfois hors de propos (dans le vide par exemple). Il en va de même pour la relation de structure de l'onde plane. Les conséquences sur la structure des champs \mathbf{E} et \mathbf{B} ne sont pas générales (orthogonalité par exemple).

Comme l'an passé, les symétries et invariances sont invoquées sans plus de précisions et leurs conséquences également... On commencera par positionner le point M en lequel on étudie l'expression des champs.

La force de Laplace est souvent écrite sous sa forme élémentaire, le passage à la résultante est souvent problématique.

Les équations de Maxwell sont bien connues ainsi que la justification de l'ARQS (magnétique), ce qui est un bon point. La maîtrise des opérateurs différentiels dans le système de coordonnées cartésiennes est correcte la plupart du temps. La physique des ondes électromagnétiques est assez bien maîtrisée.

Lorsqu'une grandeur g est volumique, l'obtention de la grandeur extensive G associée se fait par une intégration : se contenter de multiplier g par un volume n'est correct que si g est uniforme. Cette remarque vaut également pour le calcul des flux, réduit le plus souvent à un simple produit par une surface.

Les calculs d'analyse vectorielle sont souvent longs et fastidieux alors que, le plus souvent, ils peuvent être évités.

Mécanique quantique

Les candidats retrouvent assez bien l'expression générale d'un état stationnaire par séparation de variables. L'interprétation physique du comportement d'une particule est parfois fantaisiste ; l'analyse du comportement classique en fonction de la valeur de l'énergie par rapport à une éventuelle marche de potentiel est mal dominée. Les conséquences du choix d'un potentiel symétrique sont très mal maîtrisées également.

Certains candidats confondent états stationnaires et régime permanent.

La relation $E = \hbar k^2 / 4\pi$ n'est pas universelle.

On rappelle que la dérivée de la fonction d'onde n'est pas continue dans le cas d'un saut non-borné du potentiel.

Lorsqu'on cherche à résoudre une équation sur une réunion d'intervalles, on fait apparaître autant de constantes d'intégration que nécessaire.

Optique

On note des difficultés dans les constructions géométriques menant au calcul d'une différence de marche.

Comme l'an passé, la condition d'obtention d'interférences destructives portant sur le déphasage ou l'ordre d'interférence est méconnue. On lui préfère la formule de Fresnel (sans la justifier) et les calculs aboutissent alors rarement.

Le théorème de Malus est connu mais souvent mal énoncé et parfois mal utilisé.

Des tracés élémentaires d'optique géométrique ont posé parfois de grandes difficultés. Les propriétés des foyers secondaires d'une lentille sont mal assimilées.

Pour les dispositifs d'interférences comportant des lentilles, le tracé des rayons clés est très rarement dominé : les schémas des montages les plus élémentaires (fentes d'Young avec une ou deux lentilles, avec une ou deux sources) doivent être parfaitement maîtrisés et c'est loin d'être le cas, cette fois encore pour nombre de candidats.

Conclusion

Les jurys reconnaissent le grand mérite des étudiants et de leurs formateurs et leur souhaitent de tirer profit de ce rapport et de ceux qui l'ont précédé (voir le site du Concours).

La réussite d'un candidat se mesure à sa capacité à mener sa résolution de façon dynamique, autonome et interactive. Le préambule sera toujours une vraie analyse physique du problème posé. La maîtrise des points essentiels du cours (PCSI et PC) et du formalisme mathématique s'imposent également.

Comme chaque année, les jurys de physique et physique-informatique forment le vœu que les remarques et conseils formulés ici profitent aux futurs candidats et à leurs équipes éducatives.

Travaux pratiques de chimie

Présentation de l'épreuve

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

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

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

La remise d'un compte rendu permet de juger les qualités de rédaction et de présentation des candidats.

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

Analyse globale des résultats

Les candidats maîtrisent le format de l'épreuve mais trop nombreux sont ceux qui ne parviennent pas à optimiser leur temps de travail. Les temps d'attente inhérents à certaines manipulations ne sont pas mis à profit pour mettre en œuvre une nouvelle expérience en parallèle et ce, malgré les conseils donnés avant l'épreuve. À la fin de l'épreuve, le sujet n'a été que partiellement abordé par une trop grande majorité des candidats.

Parmi les différentes compétences évaluées, la partie « réaliser » est la mieux maîtrisée. Le jury ne peut que se féliciter, que l'immense majorité des candidats manipulent correctement, parfois même avec beaucoup de soin et une grande maîtrise des techniques expérimentales. Les gestes manipulateurs ainsi que l'exploitation des manipulations classiques (titrage direct par exemple) sont bien maîtrisés. Le jury note cependant la difficulté de nombreux candidats à se confronter à une situation plus complexe (titrage indirect par exemple).

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Lors de la présentation de l'épreuve, des recommandations sont faites aux candidats notamment celle de lire rapidement l'intégralité du sujet. Comprendre les enjeux et l'objectif final du sujet proposé, repérer les

parties indépendantes, prendre en considération les temps d'attente inhérents à une manipulation, prendre connaissance des données utiles à la réalisation du sujet, sont autant d'aides à l'organisation du travail au cours de l'épreuve. Malheureusement, de nombreux candidats font le choix d'une lecture approfondie du sujet alors qu'une manipulation dont le protocole est fourni et mettant en jeu un long temps d'attente pourrait être mise en place très rapidement. Ils s'en trouvent pénalisés à la fin de l'épreuve.

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

Les appels sont des échanges entre le candidat et l'examineur. Le dialogue établi permet, en particulier, de lever des situations de blocage. Trop de candidats tardent à appeler l'examineur s'ils éprouvent des difficultés pour répondre aux attendus de l'appel. Il faut garder à l'esprit que le temps consacré à l'appel est du temps pris sur la réalisation des expérimentations et l'analyse des résultats expérimentaux. Il est rappelé ici que les candidats ont la possibilité de ne donner qu'une réponse parcellaire à un appel, qui sera de ce fait évaluée, ou de ne pas répondre au contenu d'un appel. Si ce dernier porte sur l'élaboration d'un protocole, le protocole peut être demandé à l'examineur. Ce choix est très rarement fait par les candidats. Il permet pourtant parfois d'optimiser la gestion de l'épreuve.

Une bonne gestion du temps est indispensable à la réussite de cette épreuve. Il faut mettre à profit les temps d'attente pour réfléchir à la suite du sujet ou mettre en place une nouvelle expérience. Les sujets à dominante chimie organique comportent une partie chimie générale qui peut très souvent être réalisée durant la durée d'un reflux par exemple. Mettre au point un protocole de titrage acido-basique avec suivi pH-métrie, le mettre en œuvre et l'exploiter ne doit pas prendre deux heures.

Comme les années précédentes, le jury a constaté des difficultés récurrentes des candidats à traiter des sujets ou des parties de sujets portant sur l'analyse quantitative en solution aqueuse. La mise en œuvre de la manipulation ne pose pas de problème mais l'élaboration du protocole et l'exploitation des résultats expérimentaux de nombreux titrages s'avèrent difficiles voire insurmontables quand il s'agit de mélanges ou de titrages indirects. L'écriture d'une réaction d'oxydoréduction pose très souvent problème et la stœchiométrie de la réaction support du titrage n'est pas prise en considération si bien que la relation à l'équivalence s'avère fautive. Le jury insiste sur le fait qu'un titrage permet avant tout d'accéder à une quantité de matière. Cette dernière permet d'évaluer une concentration et c'est le but recherché lorsqu'il s'agit de l'étalonnage d'une solution par exemple. Mais, si une masse connue de solide est engagée, elle permet aussi d'accéder à la masse de produit d'intérêt réellement mise en jeu et de déterminer ainsi un taux d'hydratation par exemple.

Le jury a noté cette année une plus grande difficulté des candidats à établir un protocole pour un titrage spectrophotométrique.

Le fonctionnement d'une pile ou d'un électrolyseur n'est pas maîtrisé et l'interprétation des phénomènes par le tracé de l'allure des courbes intensité-potentiel est une difficulté insurmontable.

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

Les appels

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

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

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

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

Toutes les données utiles à la préparation de l'appel se trouvent dans le sujet. Malgré le conseil qui leur est donné de lire l'intégralité du sujet, certains candidats se privent de ces données essentielles.

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

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

Le choix de la balance ou de la verrerie est rarement rigoureusement justifié.

Pour une synthèse, la quantité de réactif en défaut doit être précise mais pas celle du réactif en excès, ni celle du catalyseur, ni celle du solvant.

La mise en œuvre des protocoles

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

Les expériences qui posent le plus de problèmes sont les expériences qualitatives, en particulier celles menées en tube à essai. Faute de mettre suffisamment de produits, leurs tests ne sont pas toujours probants et l'interprétation se limite trop souvent à la simple description d'un changement de couleur sans chercher à y associer une transformation chimique.

Le jury a constaté un plus grand soin apporté à la réalisation des pesées. Cependant, l'utilisation de la balance de précision est perfectible, peu de candidats pensent à clore les battants de la balance lors de la réalisation de leur pesée. La pesée directe d'un solide dans une fiole jaugée est déconseillée. Il est conseillé de dissoudre au préalable le solide dans un bécher plutôt que directement dans la fiole jaugée. De façon

générale, le transvasement de la coupelle (ou du sabot de pesée) est rarement quantitatif, très peu de candidats pensent à la rincer ou à la reposer afin de déterminer la quantité de matière effectivement mise en jeu.

De même, les candidats rincent rarement le bécher ayant servi à la dissolution d'un solide.

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

Il est à noter qu'une burette peut aussi servir à préparer des solutions avec précision. Peu de candidats envisagent son utilisation pour la réalisation de solutions nécessaires au tracé d'une courbe d'étalonnage. Le remplissage des burettes n'est pas maîtrisé. Il est rappelé qu'un bon usage de la burette est conditionné par l'absence de bulles d'air.

En ce qui concerne les titrages, une prise de points rapprochés au voisinage de l'équivalence est attendue pour les suivis par potentiométrie. Le jury conseille aux candidats de tracer la courbe en même temps que la réalisation du titrage. En revanche, il est inutile de prendre des mesures tous les 0,2 mL dès le début du titrage.

Un titrage rapide et un titrage lent ainsi que deux titrages concordants sont bienvenus pour les suivis par colorimétrie.

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

En chimie organique, le jury rappelle que les montages de verrerie doivent être sécurisés : support élévateur positionné de façon à pouvoir retirer la source de chauffage rapidement, fixation ferme avec une pince deux doigts du ballon, fixation de la fiole à vide pour une filtration sur Buchner. Une fixation lâche du réfrigérant ne signifie pas que les doigts de la pince ne doivent pas être en contact avec lui. Certains candidats confondent réfrigérant droit avec réfrigérant à boules ou colonne de Vigreux. Le montage d'hydrodistillation n'est pas toujours maîtrisé. Les durées de reflux sont à comptabiliser à partir du début de la condensation des vapeurs et non à partir du début du chauffage. Si un contrôle de la température du milieu réactionnel doit être fait, le thermomètre doit plonger dans la solution.

Le type de barreau magnétique (droit ou ovoïde) doit être adapté à la verrerie utilisée.

Une filtration par gravité est usuelle après un séchage de la phase organique. Pour ce faire, un entonnoir et un bout de coton suffisent.

Une tare du ballon utilisé pour l'évaporateur rotatif est conseillée afin de faciliter la détermination d'un rendement. L'évaporateur rotatif est manipulé par le technicien mais c'est au candidat d'indiquer la nature du solvant à éliminer.

Lors de la filtration sur Buchner, le filtre est trop rarement humidifié avec le solvant. L'aspiration est rarement coupée lors du lavage du solide. Le transfert du solide est rarement quantitatif.

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

La cuve de CCM est rarement saturée en éluant à l'avance et reste souvent ouverte. Cependant, les dépôts sont généralement bien réalisés.

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

L'exploitation des résultats expérimentaux

Identification de l'espèce chimique

Les caractérisations en chimie organique sont mal exploitées, trop nombreux sont les candidats qui se contentent de reporter la valeur d'une température de fusion, de joindre les plaques CCM ou les spectres IR et RMN sans le moindre commentaire.

La valeur d'une température de fusion doit être confrontée à la valeur tabulée et commentée en conséquence. Les plaques CCM doivent être révélées et analysées. Les spectres IR et RMN doivent être clairement analysés. Un signal en IR est repéré par son nombre d'onde et un signal en RMN par le déplacement chimique. Les valeurs correspondantes doivent être indiquées lors de l'attribution.

L'analyse quantitative de l'espèce chimique présente

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

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

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

La mise en œuvre d'une expérience est l'occasion pour les membres du jury d'évaluer la capacité des candidats à adopter une démarche critique et réflexive sur le contenu, les conditions opératoires et la nature des opérations d'un protocole donné. Il est ainsi nécessaire que les candidats vérifient la pertinence des résultats obtenus (comparaison à des valeurs de référence, informations tirées de la littérature...) et réfléchissent aux sources d'incertitudes.

Cette année l'application du nouveau programme des CPGE confirme l'utilisation de l'évaluation de type A et de type B des incertitudes, ainsi que la détermination de la propagation des incertitudes avec GUM à condition d'indiquer les données introduites (ce qui a été peu respecté par les candidats) ou par la méthode Monté Carlo dont un script `python` à adapter était fourni, et tâche d'éviter toute dérive calculatoire au profit d'une prise de recul vis-à-vis des mesures effectuées. Les candidats avaient aussi la possibilité de rédiger leur propre script. Le jury ne peut que se féliciter d'observer pour bon nombre de candidats, une détermination quasi systématique des incertitudes sur leurs mesures et ce calcul d'incertitude est assez bien maîtrisé. Ces calculs sont parfois explicitement demandés, parfois bienvenus et donnent lieu à une bonification mais parfois apparaissent aussi comme hors propos, comme par exemple, le jury a vu l'utilisation d'un z-score pour savoir si on peut identifier, sur un banc de Kofler, deux espèces chimiques dont les températures de fusion diffèrent de plus de 50 °C (une erreur dans le calcul du z-score conduit parfois à la conclusion que non !). Lors de la détermination d'une incertitude-type composée, le jury recommande vivement l'utilisation de la méthode Monté-Carlo ou l'utilisation du logiciel GUM, mais le jury trouve regrettable l'application d'une « formule mathématique » sans recul qui est souvent source d'erreurs de calcul.

Ainsi est enrichie la compétence « Valider » de la démarche scientifique décrite dans les programmes de CPGE. Notons qu'ont été introduits dans les nouveaux programmes de terminale et de CPGE, l'écart

normalisé (ou z-score) à la place de l'écart relatif et également que l'analyse graphique des écarts entre les points expérimentaux et un modèle mathématique mis en œuvre (résidus) est désormais privilégiée par rapport à la valeur d'un coefficient de corrélation.

Les candidats pourront consulter avec intérêt la ressource « Mesure et incertitudes au lycée » <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>, publiées sur Eduscol le 5 juillet 2021, à propos du traitement des incertitudes au lycée.

Le compte-rendu

Le jury rappelle que ni le contenu des appels, ni les protocoles, ni les montages de verrerie mis en œuvre n'ont à y être reportés. Le rapport écrit est censé rendre compte des observations faites lors des expériences et fournir une exploitation et une analyse des résultats expérimentaux obtenus. Pour ce faire, la démarche utilisée pour atteindre la valeur cible doit être explicitée de façon concise et précise. La valeur cible d'un titrage n'est pas un volume équivalent mais une quantité de matière. Cet objectif ne peut être atteint qu'après l'écriture de la réaction support du titrage. Cette étape présente de grandes difficultés en oxydoréduction et est difficilement surmontable pour certains candidats sans aide dans le cas de titrages de mélanges. Quand la valeur cible est obtenue, elle est rarement assortie d'une incertitude-type même si certains progrès ont été constatés. Elle n'est quasiment jamais confrontée à la valeur de référence attendue ou tabulée. Très peu de candidats font part de leurs observations expérimentales (changement de couleur, apparition ou disparition d'une phase, échauffement ou refroidissement du milieu par exemple) ou portent un regard critique sur les manipulations ou les résultats obtenus.

Conclusion

Le jury souhaite que le présent rapport aide au mieux les futurs candidats au concours Centrale-Supélec. Ce rapport tente d'identifier quelques erreurs et absences de maîtrise de capacités techniques et compétences expérimentales observées chez les candidats mais le jury n'en oublie pas moins les qualités et la maîtrise des gestes dont beaucoup font preuve.

Travaux pratiques de physique

Présentation de l'épreuve

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

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

Cette épreuve ne nécessite pas de mesures de sécurité particulière. Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle) lorsqu'il n'est pas fourni par le concours. Les copies et les brouillons sont 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 mais dans ce cas un réveil ou une horloge est mis à disposition des candidats. Durant l'épreuve, les étudiants disposent de la notice des appareils et des modes d'emploi succincts des différents logiciels mis à leur disposition. Dans certains cas, l'examineur ou un technicien peut également expliquer le fonctionnement de certains dispositifs.

Analyse globale des résultats

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attitude

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

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. Les candidats sont responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Certains candidats ont une attitude trop attentiste qui nuit à leur efficacité. Une utilisation raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examineur en cas de difficultés améliorerait les prestations. Beaucoup de candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le

jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examineur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

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

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

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

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

Interaction avec l'examineur

Les candidats sont dans leur grande majorité courtois. Le jury regrette toutefois qu'ils ne soient pas toujours attentifs aux remarques et propositions de l'examineur car ces dernières sont formulées dans le but d'aider les candidats. 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.

Aspects pratiques

Nombre de candidats manquent d'esprit critique quant aux résultats obtenus (par exemple dans le cas d'échelles horizontales ou verticales inadaptées, de valeurs relevées en position AC ou DC). Un mauvais choix de fonctions par certains candidats (maximum ou tension crête-à-crête au lieu d'amplitude, retard au lieu de phase...) rend les mesures moins précises ou moins faciles à effectuer. Beaucoup de candidats ont des difficultés pour la mesure de déphasages (notamment sur le signe) et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque l'oscilloscope ne fournit pas une mesure du déphasage. Enfin certains candidats font confiance à la fonction « mesure » alors même que le signal est à peine visible à l'écran.

Le choix des paramètres d'analyse spectrale est mal maîtrisé, en particulier concernant le choix de la durée d'observation.

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

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

On note toujours certaines erreurs récurrentes :

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

Certains candidats rencontrent des difficultés pour effectuer des tracés (échelle non présente, choix de l'échelle non adaptée). Beaucoup ne savent pas relever puis exploiter un tracé fréquentiel (identifier un gain statique ou une fréquence de coupure, calculer une pente en échelle logarithmique). Plusieurs candidats utilisent l'asymptote en hautes fréquences du tracé fréquentiel d'un filtre passe-bas, pour identifier sa constante de temps alors que c'est moins précis que l'intersection des asymptotes ou l'utilisation de la fréquence de coupure.

Quelques candidats attendent la fin de l'épreuve (15 min avant la fin) pour rédiger le compte-rendu, alors qu'ils devraient le rédiger tout le long de l'épreuve au lieu de consacrer la fin de l'épreuve pour faire la synthèse et la conclusion.

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

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

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

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

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

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

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

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

Les calculs d'incertitudes types et leur interprétation ne sont pas maîtrisés par de nombreux candidats, on note en particulier des difficultés pour identifier les grandeurs expérimentales sources d'incertitudes (par exemple l'amplitude du signal d'entrée d'un système électrique est rarement prise en compte). La formule de propagation des incertitudes n'est pas connue de tous les candidats. Enfin l'interprétation des résultats met en difficulté la majorité des candidats notamment quand il s'agit de comparer la cohérence de deux mesures obtenues par des protocoles différents.

Compétence « communiquer »

À l'oral

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

À l'écrit

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

Enfin, le candidat doit s'efforcer de rédiger son compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible. Les résultats doivent être soulignés ou encadrés. Les tableaux de mesures sont appréciés, mais trop rares. 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.

Conclusion

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

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

Allemand

Présentation de l'épreuve

L'épreuve orale d'allemand prend appui sur des articles extraits de quotidiens et hebdomadaires de la presse allemande et de médias en ligne. L'accent est mis sur des textes récents, mais qui permettent de mettre en valeur la préparation des candidats sur deux ans, leur maîtrise de la civilisation, mais aussi leur observation de l'actualité. Les textes pour l'épreuve obligatoire se distinguent des textes proposés à l'épreuve facultative par leur longueur et par leur densité lexicale. La sélection des textes tend à favoriser les approches originales lorsqu'il s'agit de sujets prévisibles. Les candidats sont invités à faire un choix réfléchi entre deux textes, puis, au terme d'une préparation de 20 minutes dans la salle d'examen, ils doivent proposer un compte-rendu et un commentaire (10 minutes en tout) suivis d'un entretien de 10 minutes avec le jury. Les candidats préparent dans la salle où ils passent ensuite devant le jury, ils ont donc à se prémunir contre le bruit que peut occasionner le passage du candidat précédent (protections auriculaires).

Le jury valorise les prestations qui rendent compte de la richesse des documents et de la manière particulière dont ces derniers abordent un problème.

Le compte-rendu doit s'éloigner de la paraphrase et être autant que possible structuré. Le commentaire ne doit pas être un commentaire plaqué, ni hors sujet bien entendu. Lors de l'échange, l'examinateur évalue l'aptitude du candidat à s'exprimer spontanément en allemand et à interagir en s'adaptant à son interlocuteur et à ses questions.

Les premières questions du jury peuvent inviter les candidats à éclaircir un point de sa présentation ou des aspects du texte qui ont été négligés, puis les candidats sont guidés par des questions vers une exploitation plus large du document. Les questions sont ouvertes et doivent conduire à des réponses étoffées. Le jury s'autorise à poser une deuxième question quand une réponse est jugée trop brève, trop vague ou trop abstraite.

Analyse globale des résultats

Les prestations en langue obligatoire sont cette année encore généralement de très bonne qualité, et même en progrès pour ce qui est de la densité lexicale. Elles font état d'une excellente préparation en amont, notamment sur le plan méthodologique et en matière de civilisation. La capacité à proposer une langue authentique sur le plan phonétique se généralise et on est à présent, pour la quasi-totalité des candidats, très loin d'un écrit oralisé ou d'une conceptualisation en français traduite dans l'urgence. Les échanges avec le jury ont été généralement fluides et soutenus, et c'est souvent avec le regret de ne pas poursuivre que l'examinateur a pris congé des candidats à l'issue de l'épreuve.

En langue facultative, les résultats sont plus hétérogènes, mais là aussi on observe une tendance générale à l'enrichissement lexical. C'est surtout sur le plan de la correction morphosyntaxique que certaines prestations restent en deçà des attentes. Le jury a pu toutefois noter que le nombre de prestations très faibles ou faisant état d'une préparation insuffisante a considérablement baissé. Il se réjouit de la motivation de ces candidats pour qui la LVB n'est pas seulement un acquis supplémentaire mais un réel investissement et une compétence qui pourra être valorisée de manière décisive sur le plan professionnel.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le compte-rendu et le commentaire (durée : 10 minutes)

Les candidats sont invités à proposer une introduction soignée qui rend compte de la problématique générale de l'article, de la singularité de son approche et de sa pertinence par rapport à l'actualité. Répéter le titre, le paraphraser, ou insister lourdement sur la date de publication lorsqu'elle n'a pas de signification particulière ne fait qu'alourdir la présentation. Les erreurs de genre sur des mots aussi courants que *der Text*, *der Artikel*, *die Zeitung* et les compléments de temps erronés pour évoquer une date ou une année sont à proscrire. On évitera les contextualisations hors sujet ou simplistes (il était inadéquat par exemple de faire allusion à la guerre en Ukraine et au changement climatique pour introduire un texte sur l'intelligence artificielle, au prétexte que tous ces sujets relèvent de la notion de crise).

Le compte-rendu lui-même ne saurait se réduire à une paraphrase, il doit en effet privilégier la structuration autour de thématiques pertinentes et la reformulation. Il convient en outre de bien doser la répartition entre compte-rendu et commentaire, de marquer clairement le passage du compte-rendu au commentaire et de concevoir cette transition comme un enchaînement logique. Un compte-rendu trop bref peut laisser penser que le texte, survolé, a été mal compris, un compte-rendu trop long peut laisser entrevoir que le candidat n'a pas assez de ressources pour le commentaire. Dans tous les cas, il convient de rester dans le délai imparti de 10 minutes en tout pour ces deux phases. Rappelons enfin que si le texte prend à contre-pied une opinion généralement acquise, il convient dans cette phase de respecter l'opinion de l'auteur en notant la singularité de son approche, et non de refondre la pensée de l'auteur dans un point de vue plus convenu.

Le commentaire doit être problématisé et structuré et il n'est pas question de faire un exposé plaqué résultant d'un bachotage. Il doit tenir compte de la spécificité du texte et ne doit pas se limiter à un exposé thématique général appris par cœur. Cette année, par exemple, trop de candidats ont voulu à tout prix dissenter systématiquement sur le concept de *Zeitenwende*, même lorsque le texte concerné ne s'y prêtait pas. De manière générale, les références concrètes à l'actualité et la civilisation des pays germanophones sont bienvenues. Ainsi, des textes sur *Deutschland*, *Land der Dichter und Denker*, *le Kulturpass* ou encore les compétences des jeunes Allemands en matière de lecture, permettaient aux candidats de mobiliser des connaissances sur la littérature et la philosophie, avant de personnaliser ensuite leur propos en précisant leur propre rapport au livre et à la lecture. Il en a été de même au sujet de la vie démocratique en Allemagne et du rapport à l'Histoire. Il a toutefois été constaté des lacunes chez certains candidats de langue optionnelle au sujet de la relation franco-allemande, tantôt ignorée, tantôt naïvement idéalisée, parfois réduite aux seuls échanges scolaires, ou encore au sujet des partis politiques allemands et de leur orientation idéologique. Dans le contexte de la guerre en Ukraine, l'évocation de la *Bundeswehr* et de la Guerre Froide ont parfois donné lieu à des confusions regrettables.

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

Les examinateurs sont bienveillants dans la phase d'entretien de 10 minutes et cherchent surtout à favoriser l'échange pour que les candidats puissent déployer leurs connaissances linguistiques. Le jury n'attend ni une érudition absolue ni une solution définitive aux problèmes de notre temps. Les candidats, qui sont invités à bien maîtriser le vouvoiement, doivent accepter avec enthousiasme et confiance ces questions ouvertes qui leur sont posées, sans se réfugier dans l'abstraction ni dans des réponses trop brèves. Naturellement, dans cette phase, la connaissance de l'actualité et de la culture des pays germanophones est une fois de plus un point d'appui considérable pour le déploiement fluide de la langue. Pour ne pas rester bloqué dans des impasses du type „*es ist kompliziert*“, il convient de prendre ses distances vis-à-vis des généralités et de privilégier l'argumentation concrète. Le jury peut légitimement attendre des candidats qu'ils argumentent leurs prises de position et analysent les causes d'un phénomène qu'ils constatent.

La correction de la langue

La fluidité, le respect de la phonétique et la correction morphosyntaxique demeurent des critères pour départager les candidats. Certaines règles phonétiques sont malmenées (o long fermé dans *Hochschule* et o bref ouvert dans *Rolle* ou *wollen*, i long dans *Miete* et non i bref comme dans *Mitte*). Chez les candidats de langue optionnelle surtout, il convient de combler des lacunes portant entre autres sur l'ordre de la phrase, l'usage de la proposition relative, les degrés de l'adjectif, la conjugaison des verbes forts ou la rectification des verbes. Pour mémoire, la déclinaison du groupe nominal n'est pas un casse-tête chinois, mais un mécanisme cohérent ayant pour but de délivrer du sens.

Sur le plan lexical, les candidats devraient veiller à enrichir leur lexique au niveau du groupe verbal et à ne pas systématiser l'usage de l'expression „*es gibt*“. Ils se prépareront de même à citer les noms de pays et à pouvoir en évoquer les habitants (noms géographiques et ethnonymes). Parmi les lacunes relevées cette année, *die Ukraine, der Ukrainer (-), Russland, China, der Chinese (-n,-n), der Franzose (-n,-n), der Amerikaner (-), die neuen Länder, der Westen* etc.

Ils se garderont enfin de toute confusion avec l'anglais. Dans cette perspective, il conviendra de maîtriser l'emploi du complément d'agent en allemand, ainsi que des expressions comme *Geld aus/geben, eine Partnerschaft auf/bauen, Zeit verschwenden, eine Frage auf/werfen (i,a,o)* et des mots comme *zeigen, werden, die Verbindung, das Klima, Asien* etc.

Conclusion

Tant pour la langue obligatoire que pour la langue facultative, l'épreuve d'allemand se veut donc une épreuve ouverte, diversifiée, proposant plusieurs étapes, et donc plusieurs occasions de mettre en valeur son travail et ses qualités linguistiques. Les futurs candidats sont encouragés à aborder cette épreuve avec un allant dont on sait qu'il libère l'expression et valorise les acquis.

Anglais

Présentation de l'épreuve

Les modalités de l'épreuve, identiques en langue obligatoire et facultative, sont bien connues des candidats. Dans les vingt minutes de préparation qui leur sont imparties, les candidats doivent choisir l'un des deux articles tirés de la presse anglophone proposés par l'examineur et préparer un compte rendu synthétique et un commentaire argumenté de ce dernier. Les articles choisis sont tirés de sources variées, comportent entre 500 et 600 mots et couvrent l'actualité de l'année scolaire venant de s'écouler. L'interrogation consiste en une prise de parole en continu ne devant pas excéder 10 minutes. La deuxième partie de l'épreuve, qui peut durer jusqu'à une dizaine de minutes, consiste en un échange avec l'examineur visant à revenir sur certains points abordés dans la première partie mais également à aller plus loin dans la réflexion.

La note attribuée prend en compte, à parts égales, la recevabilité linguistique, la qualité de la prise de parole en continu et la capacité à échanger de manière fluide et pertinente avec l'examineur.

Les candidats préparent et passent dans la même salle : il leur est donc vivement conseillé de se munir de bouchons d'oreilles, afin de ne pas être gênés par la prestation du candidat qui passe pendant la préparation. Apporter une montre ou un chronomètre peut également s'avérer très utile pour bien gérer le temps de préparation et de passage. Les candidats peuvent écrire sur le document s'ils le souhaitent. Les feuilles de brouillon sont fournies, mais pas les stylos.

Analyse globale des résultats

Les candidats connaissent bien le format de l'épreuve et s'efforcent de répondre aux attendus dans l'ensemble : le temps de la prise de parole en continu est la plupart du temps respecté, bon nombre de candidats se voient attribuer la note maximale pour ce qui est de la qualité de la langue, et les candidats réagissent bien dans la partie dédiée à l'échange avec l'examineur. Deux écueils, fortement pénalisés, sont à noter cependant : le compte rendu de l'article est rarement structuré et manque par conséquent d'efficacité et le commentaire est beaucoup trop souvent hors sujet ou trop court.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le compte-rendu

L'introduction doit permettre au candidat, grâce à une phrase d'accroche et à une analyse pertinente du paratexte, de contextualiser l'article et de montrer d'emblée quels en sont les enjeux. Il est essentiel de prendre le temps d'analyser le titre, d'identifier la source ainsi que le ou les points de vue en présence et la spécificité de l'article (*an editorial, a contribution, a testimony, a column ...*) ainsi que l'aire géographique et culturelle afin de ne pas se méprendre sur la teneur de l'argumentation, le message de l'auteur ou du journal et d'éviter les contresens.

Après cette première étape qui doit impérativement rester succincte, les candidats doivent s'attacher à faire un compte rendu de l'article qui ne doit pas se limiter à montrer qu'ils ont compris le document au fil de sa lecture. L'approche doit en effet être synthétique, c'est-à-dire faire ressortir les points clés du document en mettant en avant sa logique, ce qui implique souvent de réorganiser les idées qui doivent être impérativement reformulées. Une annonce de plan fondée sur un découpage paragraphe par paragraphe de l'article et une restitution linéaire sont à proscrire car contraires à l'esprit même de la synthèse. La

paraphrase et les copier-coller de citations tirées de l'article sont sévèrement sanctionnés, tout comme les comptes rendus trop longs, excédant 6 minutes, qui empiètent sur le temps à consacrer au commentaire. Un compte rendu efficace dépasse rarement les 4-5 minutes, transition incluse.

La transition

En effet, à l'issue du compte rendu, les candidats peuvent proposer une transition permettant de montrer quelles sont les questions soulevées par l'article dont découle la problématique retenue pour le commentaire. En revanche, cette transition doit rester à la fois concise et cohérente. Dire "*I'll now move on to my commentary*" ou "*I'd like to come back on a few points*" ne saurait être une transition pertinente. De la même manière, une annonce de plan interminable ne laissant ensuite que deux ou trois minutes pour développer le commentaire s'avère être complètement contre-productive. Le plan annoncé doit être cohérent et succinct et en adéquation avec la problématique qui peut prendre la forme d'une question directe ou indirecte.

Le commentaire

La qualité principale d'un commentaire convaincant réside dans le lien qu'il entretient avec le document proposé. La formulation et le choix de la problématique restent deux problèmes majeurs. Identifier la thématique de l'article pour ensuite faire un exposé sur celle-ci est insuffisant et proposer une série de questions, jusqu'à quatre parfois, n'est pas non plus approprié. De plus, trop de commentaires sont hors sujet : les candidats, au lieu de réfléchir aux questions soulevées par cet article en particulier, celui qu'ils ont choisi, plaquent ou recyclent certains éléments vus en cours pendant l'année, généralisent en faisant un catalogue d'exemples hétérogènes aux références approximatives, ou extrapolent, perdant totalement de vue la spécificité de l'article. Ces écueils donnent souvent lieu à des commentaires binaires du type avantages, inconvénients et solutions qui peinent à convaincre, d'autant plus lorsque les exemples choisis ne sont pas spécifiquement ancrés dans la culture anglophone, voire se cantonnent uniquement à la France.

Pour réussir un commentaire, il est nécessaire de partir du contenu de l'article pour aller plus loin ensuite, en sélectionnant consciencieusement les connaissances acquises en classe et en lisant la presse pendant l'année pour éclairer l'article et mettre en perspective les questions soulevées grâce à une culture solide des pays concernés. Par exemple, un article sur le recours à des agences de communication pour courtiser le vote des jeunes Démocrates lors des élections de mi-mandat pourrait appeler une réflexion sur le désenchantement politique et le militantisme des jeunes Américains (*Black Lives Matter*, le mouvement issu de la fusillade de Parkland en passant par le mouvement *Sunrise*) ou bien encore sur l'ingénierie électorale complexe aux États-Unis qui va du démarchage téléphonique aux campagnes d'inscription sur les listes électorales. De même, une tribune pour la défense des bibliothèques municipales aux États-Unis aurait pu nourrir une réflexion personnelle sur la mission de service public et le rôle fondamental du 1^{er} amendement de la Constitution. Certains candidats plus inspirés auraient pu évoquer la Bibliothèque du Congrès ou la Bibliothèque Publique de New York. Cette dernière est une référence vivante et unique dans la culture littéraire et audiovisuelle américaine. Enfin, le commentaire doit être argumenté et étayé et les candidats ne doivent pas craindre d'exprimer leur point de vue : ils doivent se livrer à une démonstration riche en arguments et exemples en lien avec les pays anglophones et faire preuve d'une réflexion personnelle et nuancée. La conclusion, qui doit être brève, doit d'ailleurs permettre aux candidats de montrer qu'ils ont terminé leur démonstration et répondu à la problématique choisie.

L'échange

Les candidats font preuve d'une certaine aisance dans l'échange et suivent volontiers les pistes qui leur sont proposées. Même si certains persistent à faire des réponses très courtes ou à répéter ce qui a été dit précédemment, ils sont dans l'ensemble assez réactifs face aux questions de l'examineur qui visent à leur permettre de rectifier certains points, d'approfondir leur réflexion, de prolonger le commentaire ou

de nuancer leurs propos. Le temps d'échange est toujours mené avec bienveillance, dans le but de tirer le maximum du candidat. La qualité essentielle pour réussir cette partie de l'épreuve est l'ouverture d'esprit. Se prêter au jeu de l'échange laisse aussi une certaine place à la spontanéité dont certains candidats ont pu faire preuve à bon escient.

La qualité de la langue

Le niveau de langue est globalement satisfaisant. Les candidats s'expriment de manière fluide dans un anglais généralement correct sur le plan grammatical et facilement intelligible. En revanche, le lexique est souvent peu varié et gagnerait à être enrichi, en évitant notamment l'emploi et la répétition d'adjectifs passe-partout comme *good, bad, important, interesting*, sans pour autant tomber dans le cliché d'expressions apprises par cœur et employées sans discernement. Le jury s'étonne d'encore entendre des énoncés erronés tant sur le plan lexical que grammatical tels que "**the document treats about*", "**the article talk about*", ou encore "**the text is extracted from*" dès les premières minutes de la présentation. Sur le plan phonologique, une attention particulière doit être portée à l'intonation montante dans les énoncés affirmatifs et à la bonne réalisation de certaines terminaisons courantes comme *-ed* ou *-ism*, et de certains phonèmes dans des mots incontournables comme *work, firm, world, journalist, measure, threaten, women, country*, pour n'en citer que quelques-uns.

Conclusion

Dans l'ensemble, les candidats ont montré le sérieux de leur préparation et leur investissement personnel dans cette épreuve et semblent avoir compris l'importance de la maîtrise de l'anglais dans leur parcours personnel et professionnel.

Espagnol

Présentation de l'épreuve

Des deux côtés de l'Atlantique, les thèmes concernant la mémoire douloureuse des dictatures étaient de retour, car cette année le Chili commémore le cinquantième anniversaire du coup d'État qui a renversé le gouvernement démocratique du président Salvador Allende, l'Argentine fête quarante ans de démocratie, après une sanglante dictature, et l'Espagne poursuit le chemin tracé par la loi de mémoire démocratique, approuvée l'année dernière, et déjà remise en question par certains partis politiques, notamment par l'extrême droite.

La vague rose en Amérique latine a été l'autre grand sujet de cette session. Du Río Grande à la Terre de Feu, la quasi-totalité des pays ont des gouvernements de gauche, qui forment un bloc assez hétérogène dans lequel un socialisme classique s'oppose parfois à un certain populisme altermondialiste, tenté souvent par une dérive autoritaire. Mais cette dérive autoritaire n'est pas seulement l'apanage du populisme de gauche, prenons comme exemple le cas d'El Salvador dont le modèle sécuritaire exerce une grande influence dans les pays de la région mésoaméricaine, notamment au Guatemala.

Les problématiques liées à l'intelligence artificielle, aux thèmes environnementaux et à la perspective de genre ont aussi constitué une bonne partie du corpus sélectionné cette année.

L'épreuve orale, autant en langue vivante obligatoire qu'en langue vivante facultative, se déroule selon la même modalité. Les candidats sont priés de choisir entre deux articles journalistiques de différents types — articles de presse, tribunes d'opinion, chroniques, etc. —, parus durant l'année académique en cours, celui qui leur conviendra le mieux pour ensuite réaliser un compte rendu et un commentaire. Les candidats disposent de vingt minutes de préparation avant de prendre la parole en continu pendant dix minutes. Un entretien avec l'examinateur, pendant dix minutes, clôt l'épreuve. Les documents proposés en langue obligatoire ont bien entendu une plus forte complexité sémantique, syntaxique et lexicale et demandent une bonne connaissance de la civilisation hispanique.

Les articles ont été extraits des journaux suivants :

- *Clarín, La Nación* (Argentine) ;
- *El País* (Colombie) ;
- *ABC, El País* (Espagne) ;
- *El Heraldo de México* (Mexique).

Analyse globale des résultats

Le jury a été agréablement surpris par une nette amélioration du niveau linguistique et culturel chez les candidats en langue facultative. Cela a eu pour conséquence une légère augmentation de la moyenne par rapport à celles des années précédentes. Mais les résultats restent toutefois assez hétérogènes, notamment à cause d'un manque de maîtrise des règles grammaticales et d'un répertoire lexical assez limité. Un nombre infime de prestations ont été sanctionnées en raison du faible niveau linguistique. Les résultats en langue obligatoire ont peu changé par rapport aux précédents concours : bon niveau linguistique et bonne connaissance de la civilisation hispanique.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Le compte-rendu et le commentaire

Au risque de nous répéter, nous aborderons brièvement un défaut de méthodologie qui persiste et qui concerne spécifiquement le compte rendu. Il ne faut pas oublier que cette première partie de l'exposé constitue la prise de contact initiale entre les candidats et l'examinateur et elle est cruciale, car elle jouera un rôle important dans l'appréciation globale de la prestation. C'est pour cela qu'il faut veiller à construire un compte rendu structuré, en décelant clairement la problématique du texte et le contenu informatif ou argumentatif des grandes parties qui le composent. Pour y parvenir, les candidats ne peuvent faire abstraction de l'étape d'analyse avant de se consacrer à la synthèse. Dans les meilleures prestations, les différentes étapes ont été bien respectées : une brève introduction avec une accroche pertinente conduisant tout naturellement vers la problématique du document pour ensuite construire un résumé structuré, en hiérarchisant correctement les informations essentielles. Il faut éviter les comptes rendus linéaires dans lesquels on se livre à une simple juxtaposition des informations, car cela détruit la cohésion du discours et nuit à la réception du message par l'allocutaire. Fort heureusement, les comptes rendus paraphrastiques ont été rarissimes. Pour finir, il faut dire qu'il faut prêter une grande attention aux mots-clés du texte, parfois déjà annoncés dans le titre lui-même.

Le commentaire doit avoir un rapport strict avec la spécificité du sujet, avec une problématique formulée en bonne et due forme qui permettra de définir un axe précis d'analyse. L'un des défauts majeurs du commentaire consiste à ne pas tenir compte de la problématique posée dans les parties du développement, car cela peut conduire à s'éloigner de l'axe d'analyse et à élaborer ainsi un commentaire conçu comme un vrai fourre-tout dans lequel on plaque pêle-mêle des connaissances qui n'ont aucun rapport avec le sujet. Tout comme dans le compte rendu, le commentaire doit être structuré aussi bien sur le plan sémantique que syntaxique. Cela demande une bonne connaissance des connecteurs du discours pour élaborer un exposé précis et éviter de tomber dans les pièges de la langue qui peuvent aboutir à des contresens, voire de non-sens. Enfin, il n'y a rien de plus agaçant que les transitions abruptes qui dénotent une faible maîtrise de la langue.

L'entretien avec l'examinateur

L'examinateur est à l'écoute des candidats et manifeste toujours une attitude bienveillante pour les encourager à prendre la parole. Dans les bonnes prestations le contact est facilement établi et les candidats peuvent rectifier d'éventuels erreurs en profitant des pistes suggérées par l'examinateur. Il faut tenir compte qu'il s'agit de la dernière possibilité pour les candidats d'améliorer leur prestation et de démontrer un fort intérêt pour cette épreuve. Par conséquent, les réponses lapidaires et une attitude nonchalante sont à proscrire.

La correction linguistique

Il faut toujours garder à l'esprit que l'on ne peut réussir cette épreuve sans une bonne maîtrise de la langue, car elle est la base sur laquelle s'appuie la structure méthodologique. L'absence de maîtrise des structures syntaxiques et d'un répertoire lexical varié constitue un défaut rédhibitoire. Le jury ne peut accepter des prestations dans lesquelles les candidats fournissent un discours très approximatif aussi bien sur le plan syntaxique que sur le plan lexical. Malgré les conseils que le jury a prodigué lors des sessions précédentes, certains problèmes persistent, notamment ceux qui concernent la syntaxe. La confusion entre les catégories grammaticales représente un problème majeur qui nuit à la qualité du discours. Les candidats ont du mal parfois à différencier un adjectif d'un nom ou un adjectif d'un adverbe. La suffixation en *-ema* et en *-ista* reste apparemment un point de grammaire difficile à acquérir ainsi que la construction de certains gentilés. La morphologie verbale pose aussi quelques problèmes qui 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.

Conclusion

Le jury a été très satisfait des résultats de cette session. L'intérêt pour la langue espagnole et pour la civilisation hispanique ne fait que s'accroître parmi les candidats de ce concours. Le sérieux et la rigueur dont les candidats ont fait preuve ont été fortement appréciés par le jury, de même que leur attitude positive dans le plus strict respect des règles de politesse.

Le jury est très reconnaissant aux collègues des classes préparatoires du travail remarquable accompli et tient à leur adresser ses sincères remerciements.

Italien

Présentation de l'épreuve

Chaque candidat a pu choisir entre deux textes parus au cours des six derniers mois dans la presse italienne. Cette année, les articles proposés (cinquante environ) ont été tirés de : *Il Corriere della Sera*, *Il Manifesto*, *Il Giornale*, *La Repubblica*, *L'Avvenire*, *Ansa.it*, *Linkiesta*, *Il Fatto Quotidiano*. Les articles portaient sur des sujets liés à l'actualité nationale ou régionale, dans le domaine de la politique, de la société, mais aussi de la culture, de la littérature, de l'histoire, de la musique, tels que : le débat sur les Intelligences artificielles, le positionnement du gouvernement italien face au mouvement queer, la réforme italienne de la justice, les réactions à la mort de Berlusconi, la guerre en Ukraine, les prises de position du Pape, la transition écologique, le choix des sujets de littérature pour « *l'esame di maturità* », l'actualité littéraire etc.

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

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

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

Analyse globale des résultats

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

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

D'autres candidats, au contraire, malgré des hésitations et des imprécisions dans l'expression orale, ont pu être évalués positivement grâce à leur capacité de synthèse, de compréhension des enjeux du texte, de structuration dans l'exposé oral, mais aussi à leur connaissance des sujets fondamentaux de la civilisation et de l'actualité italiennes. Finalement, rares ont été les candidats qui ont montré des difficultés à la fois dans la compréhension de l'écrit, dans l'expression orale et dans l'échange, à cause soit d'un trop faible niveau linguistique, soit d'une connaissance insuffisante de la méthodologie.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

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

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

Deuxièmement, le jury attend du candidat qu'il soit capable de présenter et défendre ses idées, de s'ouvrir au dialogue et à l'échange avec l'examineur. Pour cela aussi, il s'agit de reconnaître l'importance de l'étude des piliers de la civilisation italienne et de se préparer en lisant régulièrement la presse, mais aussi des livres en lien avec la culture et l'histoire italienne. Compte-tenu des hésitations et de l'excessive passivité montrée par certains candidats au moment de l'échange, il est utile de rappeler que la lecture ne suffit pas : il est également important de s'entraîner à l'interaction sur les sujets étudiés pour être suffisamment à l'aise au cours de la dernière partie de l'épreuve orale. Les candidats devraient faire preuve d'esprit d'initiative et se montrer capables de prendre part activement à une conversation — en apportant des éléments de contexte, en mobilisant des connaissances acquises pour éclairer le sujet — mais aussi de se positionner dans la discussion avec l'examineur, en précisant et faisant évoluer son point de vue.

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

Conclusion

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

Russe

Présentation de l'épreuve

Les modalités de préparation de l'épreuve orale de russe restent les mêmes que l'année dernière : 20 minutes de préparation, puis 10 minutes pour la présentation en continu et 10 minutes dédiées aux échanges. Il est toujours attendu du candidat un exposé construit : la présentation de l'article, un compte rendu, puis un commentaire. Les candidats sont notés sur :

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

Cette année les thèmes proposés étaient les domaines suivants : la guerre en Ukraine et ses conséquences, l'opposition politique au gouvernement en place, l'émigration, les problèmes sociétaux, la crise énergétique dans le monde, la science et les technologies, l'écologie, la santé, le tourisme.

Les articles de cette année ont été tirés de <https://www.ehorussia.com/>, <https://www.svoboda.org/>, *Meduza* <https://meduza.io>, *BBC News* <https://www.bbc.com/russian>, <https://novaya-gazeta.eu/>, *AstroNews* www.astronews.ru/, *Universe Space Tech* <https://universemagazine.com/ru/>, *.Ru* <https://www.gazeta.ru>, <https://newdaynews.ru/>, <https://ufa1.ru/>, <https://www.mk.ru/> et <https://www.rbc.ru/>.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 30 candidats ont présenté le russe à l'oral du concours. La majorité des concurrents a bien réussi l'épreuve : les candidats ont maîtrisé la présentation de l'article et ses problématiques dans une langue généralement correcte. Trois candidats ont eu la note maximale à cette épreuve.

Deux candidats n'ont pas obtenu la moyenne car leurs connaissances linguistiques étaient trop lacunaires ce qui les a empêchés de bien comprendre et présenter l'article.

Certains candidats ont eu la moyenne, mais n'ont pas pu obtenir beaucoup de points supplémentaires car d'une part l'article n'était pas compris pleinement et d'autre part les candidats avaient du mal à trouver les mots pour exprimer leurs idées, leurs commentaires avaient beaucoup d'erreurs linguistiques ce qui empêchait la compréhension de leur exposé, certains ne prenaient pas l'initiative lors de l'échange ou bien ont présenté un compte-rendu incomplet. Quelques candidats ont fait un commentaire très bref et peu personnel ou hors sujet (comme par exemple réciter la biographie de Poutine, alors que l'article parle des soldats Wagner qui sont rentrés chez eux après les combats) et de ce fait on également perdu des points.

Plusieurs candidats n'ont pas fait des commentaires des images ou graphiques joints aux articles.

Le jury regrette aussi que certains candidats ne lisent pas la presse en russe, donc n'ont aucune connaissance de certains problèmes et événements et de ce fait ne sont pas capables de faire de commentaire pertinent.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

L'intervention du candidat doit commencer par une présentation de l'article (titre, nom de média, date, problématiques), puis continuer par un compte-rendu (avec une lecture d'une ou deux phrases pour illustrer une idée), un commentaire du texte en s'appuyant sur les images, les graphiques ou les tableaux présents dans l'article. Pendant cet exercice le candidat doit montrer ces capacités de synthèse, de reformulation et d'argumentation en plus de ses connaissances linguistiques.

Une intervention très brève témoignerait d'une mauvaise compréhension et connaissance du sujet et d'un niveau linguistique insuffisant tandis qu'une intervention trop longue démontrerait une mauvaise maîtrise de cet exercice. Notez aussi qu'il s'agit d'une épreuve orale et de ce fait le candidat doit parler et non pas lire son exposé.

L'épreuve se termine par une session de questions-réponses entre l'examineur et le candidat sur un thème lié à l'article ou bien autour de thèmes avoisinants. Durant cet entretien le candidat pourra éventuellement affiner des points passés sous silence pendant son compte-rendu. Notez que le jury attend que pendant l'échange le candidat ne se contente pas juste de répondre par « oui » ou « non » mais soit réactif, capable de rebondir sur les propos, d'exprimer ses idées, montrer sa connaissance du sujet.

Conclusion

Nous tenons à saluer un très bon niveau de certains candidats qui ont pu répondre aux exigences de cette épreuve et qui ont montré en plus un bon niveau linguistique et une capacité de synthèse, et la maîtrise de la problématique, présentée dans le sujet.

Pour préparer cette épreuve, le jury conseille aux candidats de travailler régulièrement les compétences linguistiques (compréhension écrite et orale, grammaire, expression et prononciation), et de s'entraîner à faire un compte-rendu et un commentaire d'un article de 500-600 mots limité dans le temps. Les candidats pourront trouver les articles appropriés sur les sites des médias cités plus haut.

Chinois

Présentation du sujet

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

- Pékin et Paris, écrit par moi même ;
- Les dépenses des touristes chinois à l'étranger ont changé (adapté d'un article du site 新浪网 (sina.cn), paru le 19 juin) ;
- Moi et mon chaton (adapté d'un article du site 新浪博客网 (blog.sina.com.cn), paru le 17 juin) ;
- Les étrangers boivent pour leur propre plaisir, tandis que les Chinois boivent pour le plaisir des autres (adapté d'un article du site 新浪网 (sina.cn), paru le 9 juin) ;
- El Niño fait une forte apparition : quelle sera la chaleur cet été ? (adapté d'un article du site 新华网 (news.cn), paru le 15 juin) ;
- Un Américain qui vit dans le Yunnan observe les changements dans les zones humides du Yunnan (adapté d'un article du site 新华网 (news.cn), paru le 9 septembre 2022) ;
- Kebaya, le vêtement traditionnel d'Asie du Sud-Est (adapté d'un article du site 法广中文网rfi.fr/cn, paru le 21 juin) ;
- Collision mineure entre deux avions de ligne à un aéroport américain (adapté d'un article du site 澎湃新闻网 (thepaper.cn), paru le 9 juin) ;
- 12 images paru sur google.

Les candidats doivent faire un compte-rendu oral sur un des documents proposés.

Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 60 candidats se sont présentés à cette épreuve. Nous avons eu le plaisir de converser avec des candidats qui montrent une bonne maîtrise de la langue.

Les candidats ont globalement un bon niveau en chinois oral et les conversations montre la richesse de leur vocabulaire et de leur structure grammaticale.

Les résultats sont donc tout à fait satisfaisants.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

- Recevabilité Linguistique (prononciation, lexique, grammaire) :
 - des nombreuses erreurs qui nuisent à l'intelligibilité du discours ;
 - des hésitations et erreurs, l'interlocuteur doit faire des efforts pour comprendre ;
 - l'ensemble est assez fluide malgré des erreurs ponctuelles ;
 - ne demande pas trop d'effort de la part de l'interlocuteur ;
 - de rare erreurs mais l'ensemble est fluide et ne demande aucun effort de la part de l'interlocuteur.
- Expression en continu :
 - contresens sur le document ou exposé indigent ;
 - compte-rendu paraphrastique ;
 - commentaire trop bref ou hors sujet ;

- thématique saisie, mais le compte-rendu est incomplet ou mal hiérarchisé ;
 - le commentaire est partiel et /ou ne traite pas de la spécificité du texte ;
 - compte-rendu fidèle ;
 - commentaire argumenté, pertinent mais le point de vue est peu personnel, le propos est convenu ;
 - compréhension fine du support (point de vue, intention, contexte, ton) ;
 - commente de manière structurée et personnelle en tenant compte de la spécificité du thème dans l'aire culturelle concernée.
- Échange :
- échange très difficile ;
 - communication quasi inexistante ;
 - échange laborieux ;
 - ne prend pas l'initiative et exploite mal l'aide proposée ;
 - intervient avec une relative aisance ;
 - prend part à la conversation même si les interventions sont courtes ;
 - rectifie des éventuelles erreurs de compréhension ou d'analyse ;
 - suit les postes qui lui sont suggérées ;
 - réel échange avec l'interlocuteur ;
 - grande réactivité.

Dans cette épreuve, la plupart des candidats ont montré une maîtrise dans la fluidité de la langue et un lexique étendu.

Cependant, certains ne semblent pas savoir ce que l'on attend d'eux. Ces derniers ont multiplié les fautes ou les hésitations qui nuisent à l'intelligibilité du discours, et la compréhension. Parfois la structure est incohérente ou les candidats utilisent mal les sources. Ils possèdent un vocabulaire assez limité, et ne savent pas bien utiliser les synonymes ou de répéter simplement les écrits des documents, donc n'ont pas reformulés dans une perspective critique.

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

Conclusion

Il s'avère que lors de cette épreuve un manque de niveau réel en chinois peut entraîner des conséquences désastreuses, mais avec un entraînement linguistique régulier les candidats peuvent avoir une bonne maîtrise des trois compétences ci-dessus. Pour une conversation correcte, les candidats doivent s'exercer plus, leur travail leur permettra d'obtenir de bons résultats.

Sciences (Arts et Métiers)

Présentation du sujet

Modification pour la session 2023

Suite à la parution des nouveaux programmes de CPGE tous les sujets ont été revus et mis en adéquation avec les nouveaux référentiels. Tous les sujets présentent maintenant une trame commune : ils sont rédigés en trois parties : présentation du système, analyse fonctionnelle du système étudié et enfin une partie de modélisation. La première partie permet une présentation du système aux candidats, la seconde permet une analyse globale du système et l'analyse d'un composant ou sous-système enfin la dernière partie consiste en l'exploitation d'une modélisation donnée et une proposition d'une modélisation par le candidat.

Objectifs de l'épreuve

Les objectifs de cette épreuve sont de confronter les candidats au réel, d'apprécier leur capacité à mobiliser ses connaissances théoriques dans différents domaines de la physique (mécanique, électricité, thermodynamique, ...) et à les appliquer sur un système réel fourni lors de l'épreuve.

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

Les pré-requis strictement nécessaires à l'épreuve sont liés aux enseignements de Physique des 2 années, ainsi que de Sciences Industrielles du 1er semestre de 1e année, **quelle que soit l'option et la filière**.

Organisation de l'épreuve

Phase de préparation (30 min)

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

Les candidats disposent d'un système ou d'un sous-système réel (et, si besoin, du matériel nécessaire au démontage) et d'un document explicatif (associant schémas, graphes...) présentant ses composants et permettant d'en comprendre le fonctionnement ou le contexte d'utilisation. Selon les cas, le système peut également être mis en fonctionnement.

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

Structure du sujet

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

- d'expliquer la nature du matériel, de le restituer dans son contexte ;
- d'expliquer la chaîne de transmission d'énergie, les différents flux (énergie, matière, information le cas échéant) le principe de fonctionnement interne, etc ;

- d'exposer un phénomène physique (au choix des candidats) ayant un lien avec le système ;
- d'exploiter une modélisation d'une partie du système pour appliquer et transposer des connaissances.

Un questionnaire guide les candidats.

Phase d'interrogation (25 min)

Il ne s'agit pas d'une interrogation mais d'un exposé, que les candidats doivent mener de la manière la plus autonome et la plus dynamique possible.

Dans un premier temps, les candidats doivent être capables d'identifier les principales fonctions du système et les éléments de son contexte de fonctionnement ou d'utilisation. Ils doivent également préciser les frontières de l'étude, ainsi que les flux mis en jeu (matière, énergie et information). Ils peuvent s'appuyer sur le système réel et les figures ou informations du sujet.

Les candidats doivent également être capables de décrire les différents phénomènes physiques mis en jeu et de donner des éléments de modélisation de ces phénomènes (souvent issus du cours de physique) dans le but d'étudier les performances du système.

Toute cette analyse leur permet de justifier les fonctions assurées par le système étudié.

Dans un second temps, les candidats doivent fournir les réponses aux questions liées au système étudié, dans l'ordre qu'ils souhaitent. Il n'est pas attendu de réponse à la totalité des questions ; les candidats peuvent donc diriger l'exposé vers la partie qu'ils ont pu traiter.

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

Évaluation

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

- analyse du système (présentation du contexte, exigences fonctionnelles, interactions avec l'extérieur, identification des flux et des puissances mises en jeu...) ;
- analyse structurelle (solutions techniques mises en œuvre, description d'un fonctionnement ou d'une chaîne de transmission d'énergie, appropriation du système réel en lien avec les informations du sujet...) ;
- identification et modélisation d'un phénomène physique ;
- capacité à utiliser les informations fournies par le jury, à les synthétiser et à « rebondir », esprit d'analyse, capacités déductives ;
- pertinence des réponses par rapport aux questions du jury ;
- comportement général (autonomie, dynamisme, curiosité, esprit critique, bon sens, élargissement, rigueur et soin) et capacités de communication (expression orale et écrite au tableau, clarté et précision du vocabulaire).

Analyse globale des résultats

En général, les candidats réagissent de manière satisfaisante face à la confrontation avec un système réel à manipuler, même s'ils ne connaissent pas le contexte ou le système. Toutefois, encore beaucoup de

candidats n'arrivent pas à mener un exposé de façon autonome et doivent être guidés et relancés. Les présentations au tableau manquent de structuration.

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

Le jury constate globalement :

- des candidats mal préparés à mener de façon autonome et efficace un exposé synthétique sur un système réel, en exploitant les informations et illustrations de documents et en manipulant le système ;
- une lecture insuffisante du sujet ; les valeurs données, les informations « constructeur », les schémas ne sont pas exploités et analysés, les candidats n'ont donc pas appréhendé toutes les informations utiles ;
- des difficultés à décrire l'architecture du système étudié, ainsi qu'un vocabulaire technique pauvre ou mal adapté ;
- des candidats qui ont du mal à poser un problème de façon simple, ainsi qu'à réaliser des schémas clairs, lisibles et rigoureux au tableau ;
- des difficultés pour effectuer le passage du réel au modèle et du modèle au réel, ainsi qu'à définir un modèle simple, réaliste et adapté au problème (avec hypothèses et justifications) ;
- des difficultés dans l'expression d'un bilan des puissances mises en jeu (mécanique, électrique, hydraulique...) ou d'un bilan des forces appliquées au système.

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Présentation globale du système

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

Les différents flux et la chaîne d'énergie sont souvent spontanément et correctement décrits.

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

L'expression littérale des puissances est souvent difficile ou erronée. L'expression $P = F \cdot V$ est souvent connue, ce n'est pas le cas pour $P = C \cdot \omega$.

Il reste encore des candidats qui affirment qu'un mécanisme est en mesure d'augmenter la puissance.

Une méconnaissance des ordres de grandeur est également constatée, par exemple coefficients de frottement, tension et fréquence du réseau domestique...

Analyse du système et de son fonctionnement

Quelques candidats semblent déroutés et indiquent ne pas connaître le système. L'exploration des documents et l'observation/manipulation du système réel permettent pourtant de présenter contexte et fonction globale.

Même si le jury constate une meilleure lecture des sujets, beaucoup d'informations présentes sur les documents ne sont pas lues et exploitées (croquis, nomenclatures, caractéristiques techniques...). Alors que la lecture de schémas facilite la compréhension, ils ne sont souvent pas utilisés spontanément ; la mise en relation entre ces informations et le système réel est souvent partielle.

Des candidats font preuve d'un manque de curiosité et n'explorent pas et ne manipulent pas le système, ou ne le font pas fonctionner ; leur analyse est alors incomplète ou erronée. En complément, l'analyse des degrés de liberté et de la schématisation proposée en couleurs est souvent un outil pertinent pour décrire un mécanisme.

Même si tout n'est pas compris, le jury aide ou guide les candidats et apprécie le répondant et la réactivité du candidat.

Les justifications proposées par les candidats sont souvent imprécises ou incomplètes : l'explication d'un fonctionnement par les phénomènes physiques mis en œuvre est souvent réalisée de façon très partielle. Les relations de cause à effet des phénomènes physiques sont éludées ou ne sont pas maîtrisées. Par exemple, « *dans un frein, la pression hydraulique est responsable du freinage* », la relation pression-force, le rôle des pièces mobiles puis le phénomène de frottement, sont occultés. Dans certains cas, des confusions entre grandeurs sont constatées (par exemple confusion entre force et pression).

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

Modélisation d'un phénomène physique

Les candidats doivent mobiliser des connaissances et savoir-faires acquis en CPGE, se rapportant au système étudié. Un certain nombre de candidats ne sait pas quoi répondre lorsqu'on leur demande d'exposer un **phénomène physique en lien avec le système étudié**. C'est pourtant la partie du sujet qui se prépare le plus facilement en amont, et ce indépendamment des questions en lien avec le fonctionnement global du système.

Des confusions sont fréquentes entre puissance, travail ou énergie, ainsi que les unités « SI » associées.

La confusion entre énergie cinétique et travail est assez fréquente.

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

Exprimer un couple lors d'un mouvement de rotation est souvent difficile.

Le principe de Coulomb est en général connu, mais difficilement relié au cas réel proposé. Certains candidats adoptent un vocabulaire confus pour décrire le phénomène du frottement, et ne dissocient pas les cas glissement et adhérence.

De même, le jury constate également beaucoup de difficultés à transposer les principes thermodynamiques sur des applications pratiques, par exemple une compression ou une détente. Le lien entre les principes de thermodynamique et les systèmes réels étudiés est rarement correctement réalisé.

Enfin, le jury déplore que quelques candidats utilisent des théorèmes et des modèles inutilement compliqués, et en décalage avec la problématique posée ; quelques candidats récitent parfois des formules sans savoir à quelle réalité elles s'appliquent.

Méthode

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

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

Des candidats ont des difficultés à **poser et modéliser correctement un problème**, à proposer un petit modèle graphique simple, ainsi qu'à préciser un paramétrage (repère, points, angles...) et les grandeurs impliquées. Les hypothèses conduisant au modèle sont rarement formulées et justifiées. De même, les limites du modèle proposé sont rarement évoquées.

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

Même si le terme de principe fondamental de la statique est connu, il n'est pas proposé spontanément (alors qu'il est adapté à la résolution proposée). Son application reste problématique ; la démarche consistant à isoler un solide et faire le bilan des actions mécaniques extérieures n'est pas correctement effectuée. L'équation des moments est parfois oubliée ; ou bien les candidats résumant le principe fondamental de la statique au « théorème du moment cinétique ». De plus, il y a souvent confusion entre moment d'une force, moment d'inertie et moment cinétique.

Il y a également parfois confusion entre théorème de l'énergie cinétique et théorème du moment cinétique.

Enfin, beaucoup de candidats s'orientent systématiquement vers le principe fondamental de la dynamique. Ainsi, ce principe débouchant sur des équations vectorielles, génère des calculs fastidieux, inadaptés aux besoins de la résolution demandée.

Conseils du jury aux futurs candidats

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

Le jury apprécie les candidats qui déroulent leur exposé, en mettant en relation leurs connaissances, les modèles et l'application sur le système réel, en partant d'une analyse globale et externe, puis en précisant un fonctionnement étayé par les phénomènes physiques mis en jeu.

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

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

Pour une première approche globale du système, une identification des fonctions, une description de la chaîne d'information ou d'énergie est souvent pertinente pour commencer. Certains outils graphiques permettent au candidat de présenter cela de façon synthétique.

Puis grâce aux informations recueillies dans le sujet ainsi qu'à une observation du fonctionnement, les candidats peuvent construire un exposé progressif qui leur permet d'expliquer le fonctionnement observé, les fonctions souhaitées.

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

l'ordre de lecture. Les candidats peuvent choisir de traiter les questions où ils se sentent à l'aise. Mais il est souhaitable que les candidats effectuent une lecture complète et attentive du sujet et de ses illustrations, afin d'exploiter les informations données dans le document (courbes, croquis...).

Les candidats ne doivent pas hésiter à manipuler le système pendant la préparation, mais également pendant l'exposé, de façon à montrer des pièces, une cinématique... et appuyer leur propos.

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

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

Le jury donc suggère aux candidats d'être davantage curieux de leur environnement, pour par exemple identifier des cas concrets d'application de leurs connaissances théoriques. Il est également conseillé de s'imprégner d'un minimum de vocabulaire technique, afin de pouvoir décrire des mécanismes.

Conclusion

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

Parfois, un réel manque de bon sens, d'observation et de curiosité surprend le jury.

Mathématiques

Présentation de l'épreuve

Les oraux du concours d'entrée à l'École navale se sont déroulés du 12 juin au 7 juillet 2023 au lycée Louis-le-Grand. Chaque oral dure une demi-heure, sans préparation.

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

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

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

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

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

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

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

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

Cette année, le niveau moyen des candidats est satisfaisant, mais on relève des lacunes inquiétantes sur le calcul basique, la modélisation d'expériences aléatoires et les bases de l'algèbre linéaire : les simplifications algébriques sont souvent laborieuses et des notions comme les projecteurs ou les symétries sont inconnues.

Physique 1

Présentation de l'épreuve

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

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

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

La réussite à l'épreuve orale de Physique 1 requiert une bonne connaissance du cours.

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

Analyse globale des résultats

Les notes s'évaluaient de 4 à 20 avec une moyenne de 11,4. L'examineur fut impressionné par la remarquable qualité de certaines prestations. Se perpétue ainsi une tradition du concours de l'École navale, de travail soutenu pendant les années de préparation, d'apprentissage réfléchi de la Physique, de motivation des candidats et de formation de haut niveau délivrée par les professeurs de CPGE.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Lors de l'épreuve

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

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

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

La calculatrice

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

Les questions systématiques

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

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

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

Remarques générales

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

Savoir résoudre une **équation différentielle** linéaire à coefficients constants du 1^{er} ou du 2^{ème} ordre, même avec second membre, et connaître quels termes représentent mathématiquement les régimes transitoire ou permanent, est indispensable. Il est conseillé de savoir normaliser une équation différentielle et d'en connaître les paramètres caractéristiques, par exemple pour un second ordre sous la forme (qui n'est pas unique) :

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

Le jury attend, pour un système du 2^{ème} ordre soumis à une entrée constante, que le candidat extraie de lui-même les valeurs de ω_0 , ξ (ou du facteur de qualité $Q = 1/2\xi$), sache tracer sans calcul l'allure de la sortie en fonction de ξ .

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

$$\iint_{\Sigma} \vec{B} \cdot d\vec{S} \neq \oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}_{ext}.$$

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

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

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

Mécanique des fluides

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

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

On rappelle que l'équation de Navier-Stokes n'est d'aucune utilité sans information *a priori* sur le champ des vitesses, sa direction, les variables d'espaces dont il dépend.

Électromagnétisme

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

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

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

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

ainsi que la loi de Faraday :

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

Cette dernière équation sert à calculer le **champ électrique créé par un champ magnétique variable dans le temps**. Dans le cas d'un champ électrique créé par un champ magnétique, lui-même créé par un courant d'intensité variable, les symétries du courant se retrouvent *in fine* dans celles du champ électrique.

Diffusion thermique

Les bons étudiants savent **établir l'équation de la diffusion thermique** *via* un bilan d'énergie interne.

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

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

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

Optique physique

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

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

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

Mécanique

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

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

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

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

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

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

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

Physique des ondes

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

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

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

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

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

La notion d'**impédance acoustique** simplifie grandement les calculs, à condition d'utiliser le bon signe entre le champ des vitesses et le champ de surpression de l'onde réfléchie et que l'onde soit bien plane et progressive.

Physique 2

Présentation de l'épreuve

L'épreuve orale de Physique 2 de la filière PC dure 30 minutes, sans préparation et sans calculatrice. Elle consiste en un exercice non guidé qui peut s'appuyer sur un document tel qu'une photo ou un graphe représentant une série de mesures.

Analyse globale des résultats

Les notes de la session 2023 vont de 5 à 20 avec une moyenne 11, 1 et un écart-type de 4,0.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

- ★ Le candidat doit avoir l'initiative de commencer par réaliser un schéma et s'interroger sur le ou les phénomènes physiques mis en jeu (*exemple* : diffusion thermique puis changement d'état) et le choix du système d'étude. Il doit choisir un paramétrage adapté et proposer éventuellement des ordres de grandeurs pour les grandeurs physiques pertinentes. Enfin, il doit émettre des hypothèses afin d'appliquer une loi, théorème ou principe physique. La mise en équation est suivie de la résolution mathématique puis de la critique du résultat littéral et numérique. Il s'agit de vérifier la cohérence du résultat littéral vis à vis des différents paramètres du problème et celle du résultat numérique avec les ordres de grandeurs connus.

Le jury évalue l'initiative, la maîtrise du cours de physique sur la totalité du programme PCSI-PC, l'autonomie, l'esprit critique et la capacité à communiquer.

Une résolution complète en totale autonomie n'est pas attendue. Un exposé de qualité repose sur une solide connaissance du cours, un bon esprit critique et une capacité à interagir avec l'examinateur en se saisissant de ses questions.

- ★ La très grande majorité des candidats maîtrise bien la forme de l'exercice oral. Le jury recommande de démarrer l'oral en reformulant le problème (de quoi s'agit-il ?) tout en réalisant un schéma. Ainsi on évite de trop longs silences. *Exemple* : il s'agit d'un problème de mécanique en référentiel non galiléen, une bille est posée sur un plateau tournant...

Regarder l'examinateur régulièrement et éviter de lui tourner le dos en cachant le tableau. Le candidat peut demander au jury de répéter sa question mais il ne peut pas lui demander de valider sa démarche. Lorsque le candidat est en difficulté il peut dire « je ne vois pas comment mettre en équation telle hypothèse » ou « je constate que mon résultat n'est pas cohérent car il n'est homogène ». Tous les commentaires et justifications se font oralement et toutes les équations doivent être écrites au tableau.

Le jury constate que les candidats bloquent et s'arrêtent de réfléchir quand ils s'obstinent à chercher dans leur mémoire une formule. Il ne faudrait pas voir le programme de physique comme un catalogue de formules à mémoriser. Ces dernières se limitent aux définitions, lois, théorèmes et principes. Il s'agit pour toutes les autres de savoir les établir.

Pour être à l'aise à l'oral de physique il est indispensable de maîtriser rigoureusement les connecteurs logiques (donc, si, alors, or...) et connaître par coeur les définitions de tous les mots-clés de la physique (adiabatique, détente, incompressible, écoulement parfait, frange, réfraction, réflexion totale, convection, diffusion, objet, image, stigmatisme...). En effet, chaque justification repose sur un mot-clé. Il faut également savoir nommer chaque grandeur physique utilisée et ne pas se limiter à sa notation. Ignorer

le nom signifie ignorer le sens physique. *Exemple* : \vec{j}_m vecteur densité de flux de masse représente le flux surfacique de masse ou le débit massique surfacique.

- ★ Il faut connaître par coeur un certain nombre d'ordres de grandeur. *Exemple* : indices optiques du verre, de l'eau, masse volumique de l'air, de l'eau, longueurs d'onde du doublet du Na et du laser He-Ne, conductivité électrique du cuivre...
- ★ Il faut savoir calculer rapidement un ordre de grandeur sans calculatrice. L'acquisition de cette compétence repose sur un entraînement régulier.
- ★ La mécanique en référentiel non galiléen pose problème à certains candidats qui confondent le système et le référentiel mobile. Il faut avoir l'initiative de définir trois objets bien distincts : le système (ex : la bille), le référentiel mobile non galiléen (ex : le plateau tournant) et le référentiel fixe galiléen (ex : la Terre). Trop de candidats ne savent pas définir un référentiel galiléen.
- ★ Des candidats perdent du temps avec la force de Coriolis car ils n'ont pas le réflexe d'identifier les deux situations où elle est nulle : si le référentiel mobile est en translation ou si le système est en équilibre dans le référentiel mobile.
- ★ Dans le cas d'un référentiel mobile en rotation uniforme autour d'un axe fixe il faut mémoriser la formule simple de la force axifuge $\vec{F}_{ie} = m\Omega^2 \overrightarrow{HM}$.
- ★ Les lois de Coulomb sur le frottement solide sont mal connues.
- ★ Représenter la base vectorielle tournante cylindrique ou sphériques en un point M quelconque sans les coordonnées de M n'a pas de sens. Le jury constate que trop de candidats ne maîtrisent pas les coordonnées sphériques.
- ★ Dans la vidange d'un récipient le théorème de Bernoulli est appliqué dans l'ARQS qu'il faut justifier.
- ★ Pour réaliser un bilan macroscopique il faut définir un système ouvert et un système fermé en rappelant leurs définitions.
- ★ La notion d'enthalpie de changement d'état L est mal maîtrisée. Lors d'un changement d'état T est constant : $\Delta H \neq mc\Delta T$ mais $\Delta H = mL$.
- ★ Dans les machines thermiques, dire qu'une machine frigorifique est la source froide n'a pas de sens. Il faut donc avoir l'initiative d'identifier le système thermodynamique (Σ) constitué par le fluide frigorifique et les sources froide et chaude avec lesquelles le fluide échange de l'énergie thermique. La source froide est constituée du local à réfrigérer.
Un schéma représentant les échanges énergétiques de (Σ) avec les deux sources est indispensable ainsi que l'identification du but de la machine : refroidir la source froide (réfrigérateur ou climatiseur) ou chauffer la source chaude (pompe à chaleur).
- ★ Avoir l'initiative d'utiliser l'ordre d'interférence p pour compter des franges sur un enregistrement.
- ★ En électromagnétisme, en régime variable pour déterminer la direction du champ \vec{E} il faut étudier les symétries de toutes les sources y compris les courants. Dans l'exemple du conducteur placé dans le champ $\vec{B}(t)$ créé par un solénoïde parcouru par un courant d'intensité variable $i(t)$, d'après l'équation de Maxwell-Faraday $\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$, les sources du champ \vec{E} sont les variations temporelles de $i(t)$.
- ★ Un circuit mobile dans un champ magnétique uniforme et stationnaire est le siège d'un phénomène d'induction. La méthode d'étude est mal connue. Il faut commencer par orienter le courant induit et

la surface du conducteur puis appliquer la loi de Faraday, faire l'étude du schéma électrique et finir par l'étude mécanique.

- ★ La notion de neutralité locale $\rho = 0$ est mal connue.
- ★ Lorsqu'un fil est parcouru par un courant électrique les « pertes » par effet Joule représentent dans le bilan thermique local un terme de création compté positivement.
- ★ La poussée d'Archimède est souvent mal connue. Il faut savoir qu'elle représente la résultante des forces de pression (nulle si $\overrightarrow{\text{grad}} P = \vec{0}$) et que d'après le théorème d'Archimède elle vaut l'opposé du poids du volume de fluide déplacé.

Anglais

Présentation de l'épreuve

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

Lors du passage de l'épreuve qui dure 20 minutes maximum, le candidat commence par le compte-rendu de l'enregistrement, il passe ensuite à l'étude de l'article de presse : résumé et commentaire qui donne lieu à un échange avec l'examineur. Il est ensuite demandé au candidat de lire à haute voix un court passage de l'article sélectionné par l'examineur et de le traduire.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Compréhension de l'enregistrement

La restitution du document sonore doit être aussi précise que possible. Il ne s'agit pas pour autant d'un mot à mot. Il n'est pas attendu de commentaire.

Les candidats peuvent procéder à autant d'écoutes qu'ils le souhaitent, effectuer des pauses, retours. Une mauvaise gestion du temps, avec notamment une restitution du contenu de l'enregistrement beaucoup trop lente s'apparentant à un mot à mot, ne laisse à certains candidats que trop peu de temps pour la suite de l'épreuve.

Article de presse

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

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

Les candidats, cette année, ont fait preuve d'une plus grande réflexion critique, ne plaquant pas un discours appris par cœur, comme certains le faisaient parfois par le passé.

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

Il offre aux candidats la possibilité d'aller plus loin dans leur réflexion.

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

Maîtrise de la langue

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

Des progrès ont été effectués depuis quelques années dans la compréhension orale et dans l'expression.

Le niveau de certains candidats témoigne d'un entraînement régulier qui ne peut se limiter aux interrogations orales en classe préparatoire.

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

Chez certains candidats, l'accumulation de fautes de grammaire ou de prononciation ainsi que les nombreuses hésitations compromettent l'intelligibilité du discours.

Conseils de préparation

Le choix des articles extraits de la presse anglophone (*The Guardian*, *The Economist*, ...) portait sur les sujets d'actualité : situation internationale, problèmes économiques et sociaux, environnement, éducation, santé...

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

Les journaux cités sont accessibles en ligne.

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

La connaissance des acronymes les plus couramment utilisés est nécessaire à la compréhension des articles.

Conseils pratiques

La salle dans laquelle se déroule l'épreuve est équipée d'une horloge et de réveils. Comme pour tous les examens et concours, les montres connectées sont strictement interdites.

Les candidats disposent d'écouteurs lors de la compréhension de l'enregistrement, toutefois il est possible d'apporter des écouteurs individuels.

Des bouchons d'oreilles sont fournis, la préparation de l'épreuve s'effectuant dans la même salle que l'interrogation du candidat précédent.

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

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

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