

# **Concours Centrale-Supélec**

Rapport du jury sur les épreuves de la filière **PSI**

Session **2025**

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	4
<b>I. Épreuves d'admissibilité</b>	5
1. Éléments statistiques des épreuves	6
2. Mathématiques 1	12
3. Mathématiques 2	15
4. Physique-chimie 1	20
5. Physique-chimie 2	28
6. Sciences industrielles de l'ingénieur	32
7. Rédaction	38
8. Anglais	43
9. Allemand	55
10. Arabe	58
11. Chinois	60
12. Espagnol	62
13. Italien	65
14. Portugais	68
15. Russe	70
<b>II. Épreuves d'admission</b>	74
16. Éléments statistiques des épreuves	75
17. Mathématiques	83
18. Mathématiques-informatique	88
19. Physique-chimie	92
20. Physique-chimie-informatique	97
21. Travaux pratiques de physique-chimie	100

<b>22. Travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur . . . . .</b>	<b>110</b>
<b>23. Anglais . . . . .</b>	<b>120</b>
<b>24. Allemand . . . . .</b>	<b>124</b>
<b>25. Arabe . . . . .</b>	<b>131</b>
<b>26. Chinois . . . . .</b>	<b>133</b>
<b>27. Espagnol . . . . .</b>	<b>135</b>
<b>28. Italien . . . . .</b>	<b>138</b>
<b>29. Portugais . . . . .</b>	<b>141</b>
<b>30. Russe . . . . .</b>	<b>142</b>
<b>31. Entretien scientifique (Arts et Métiers) . . . . .</b>	<b>145</b>

## Avant-propos

La session 2025 du concours Centrale-Supélec s'est déroulée dans de très bonnes conditions, sans incident majeur, tant pour les épreuves écrites que pour les épreuves orales, malgré un pic de chaleur au cours de ces dernières. Je tiens à remercier l'ensemble des acteurs du concours – environ 1 500 personnes – pour leur engagement et leur professionnalisme : directeur, responsable pédagogique, secrétariat, superviseurs, correcteurs, examinateurs, ainsi que toutes les autres personnes impliquées dans les centres. Environ 14 000 étudiants se sont présentés aux épreuves d'admissibilité, puis 6 700 aux épreuves d'admission pour plus de 3 000 places offertes sur le concours commun et dans les écoles partenaires.

Les candidats ont présenté, pour beaucoup, un bon niveau de préparation et tenu compte des recommandations de leurs professeurs, ainsi que de celles formulées dans les précédents rapports ; certains d'entre eux ont proposé des prestations d'un très haut niveau, qu'il convient de souligner ici. Le jury conseille aux futurs candidats la maîtrise des points fondamentaux des programmes, la connaissance précise des notions de cours, assortie d'une mise en œuvre rigoureuse : cela constitue un prérequis nécessaire à la réussite des épreuves du concours.

Une attention particulière doit être portée aux compétences transversales, notamment celles liées à l'argumentation et à la communication, indispensables pour les métiers visés. Trop de productions écrites ont encore été pénalisées sur cette session par un malus lié à un défaut de présentation : écriture difficilement lisible, non-respect de la langue, manque de clarté de l'expression, défaut de propreté, identification insuffisante des questions, résultats non clairement mis en évidence. Il est attendu des futurs candidats qu'ils fassent preuve de précision, de clarté et de rigueur dans leurs prestations, qualités que leurs enseignants s'attachent à développer tout au long de leur formation.

Diverses données statistiques sont fournies dans ce rapport pour donner un éclairage complémentaire aux éléments qualitatifs détaillés épreuve par épreuve par le jury. Il est rappelé que les notes attribuées lors du concours ont pour unique finalité d'établir un classement objectif entre les candidats, compte tenu de leur niveau relatif de réussite sur l'ensemble des épreuves. Elles ne reflètent donc pas nécessairement les notes obtenues au cours des évaluations des deux années de CPGE, dont la finalité est différente.

Les candidats peuvent formuler des réclamations suite aux épreuves, conformément aux instructions fournies dans la notice du concours ; elles sont examinées avec la plus grande attention par le jury et peuvent, selon les cas, conduire à une révision à la hausse ou à la baisse des notes concernées. Le jury constate que ces réclamations relèvent, dans la grande majorité des cas, d'un défaut de compréhension des attendus ou du principe de notation dans le cadre d'un concours.

Le concours Centrale-Supélec a pour ambition de faire émerger le meilleur de chaque candidat au cours des épreuves, en appréciant la justesse des connaissances et la qualité de mise en œuvre des compétences nécessaires – spécifiques et transversales – pour un parcours en école d'ingénieurs. Les écoles qui recrutent par ce concours se félicitent du travail accompli en classes préparatoires et de la formation exigeante dispensée par leurs professeurs, auxquels le jury adresse ses remerciements les plus sincères.

**Yannick Alméras**  
*Président du jury*

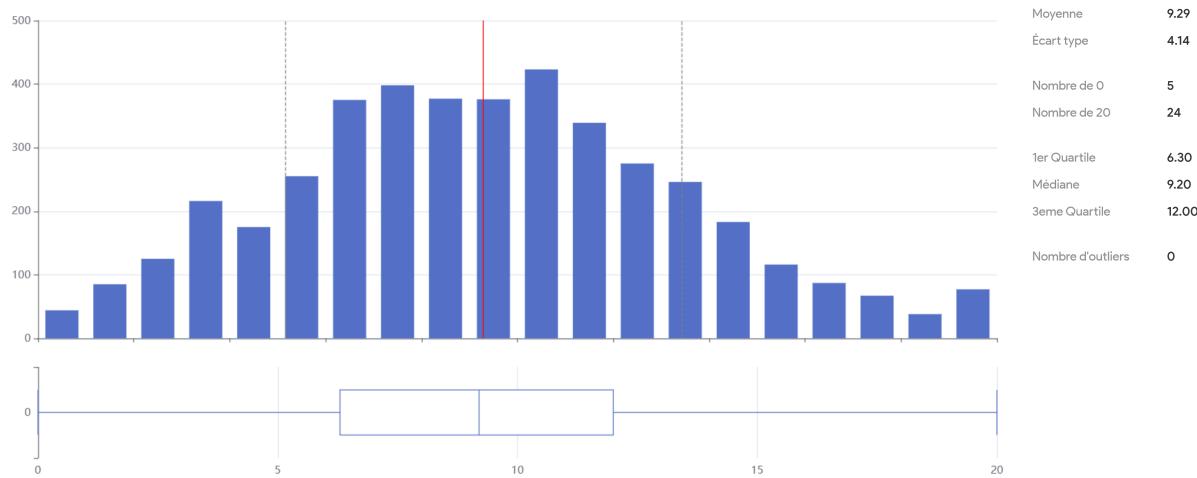
*Ce rapport s'adresse aussi bien aux candidates qu'aux candidats mais, afin d'alléger l'écriture, la forme « candidat » en tant que genre non marqué est utilisée dans sa rédaction.*

**Première partie**

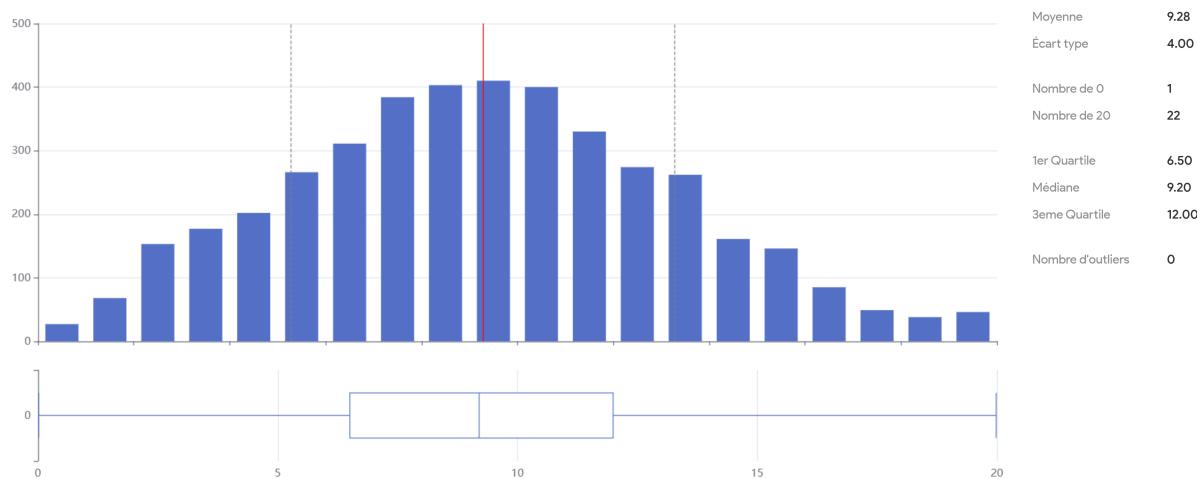
**Épreuves d'admissibilité**

# 1. Éléments statistiques des épreuves

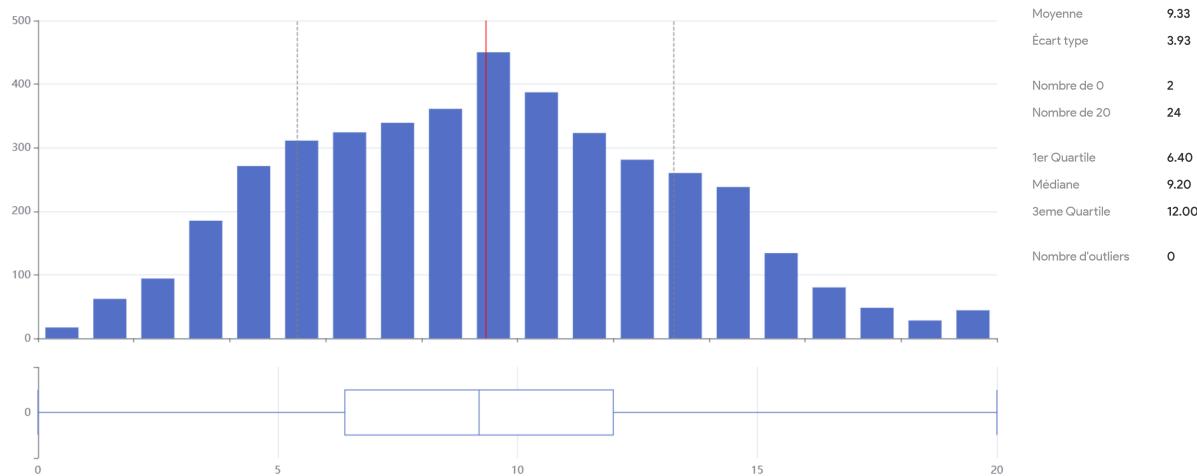
## Mathématiques 1 - PSI



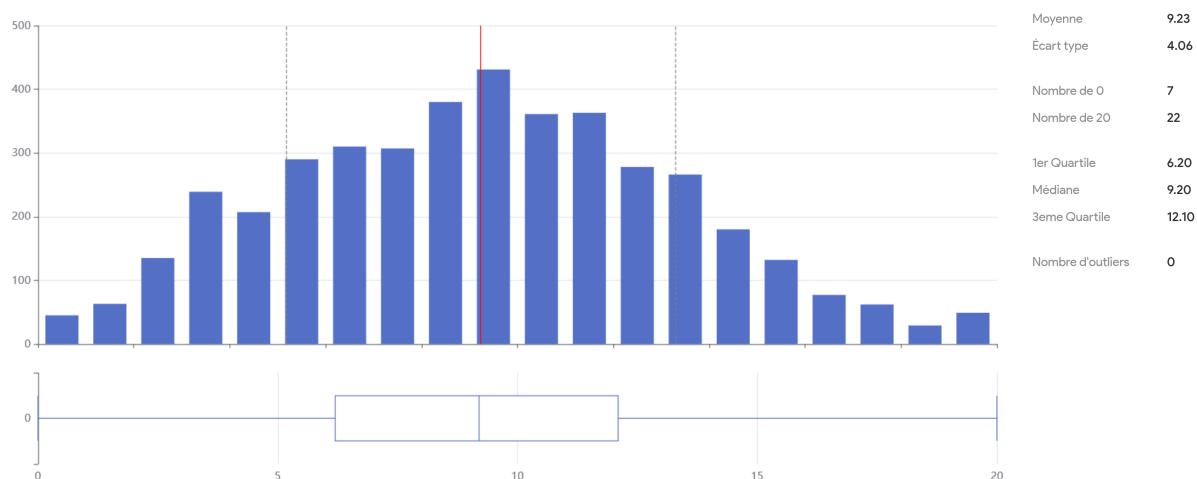
## Mathématiques 2 - PSI



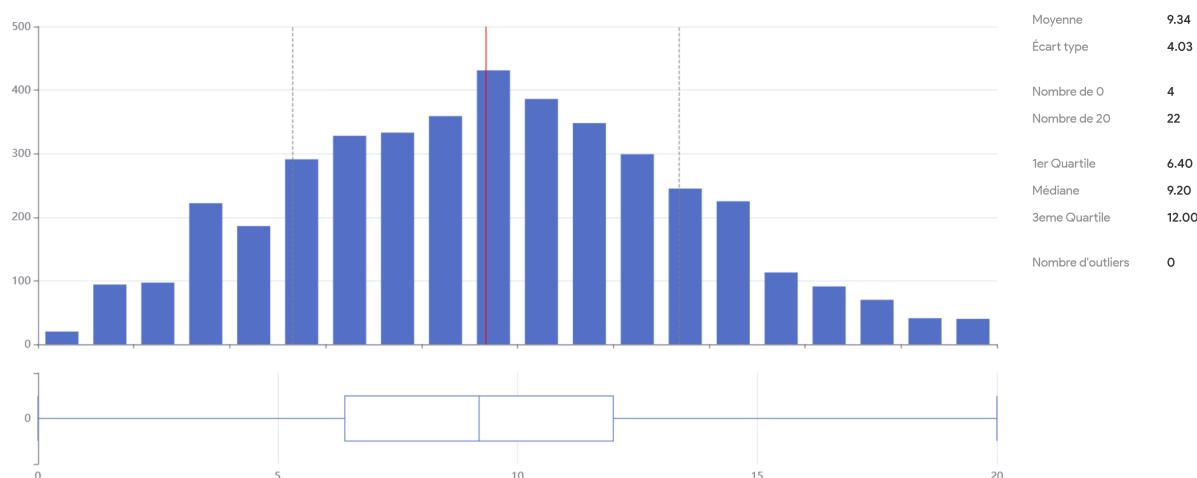
## Physique-chimie 1 - PSI



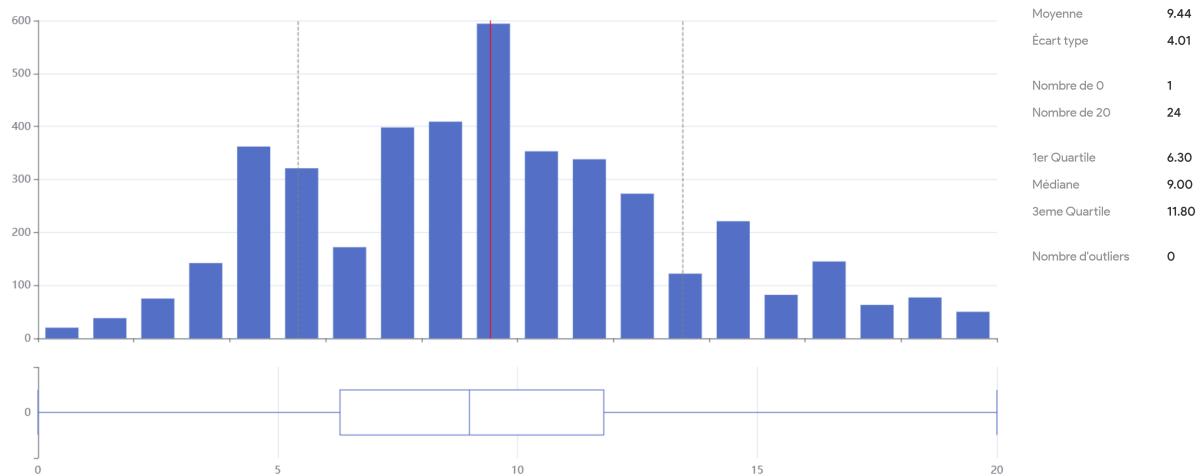
## Physique-chimie 2 - PSI



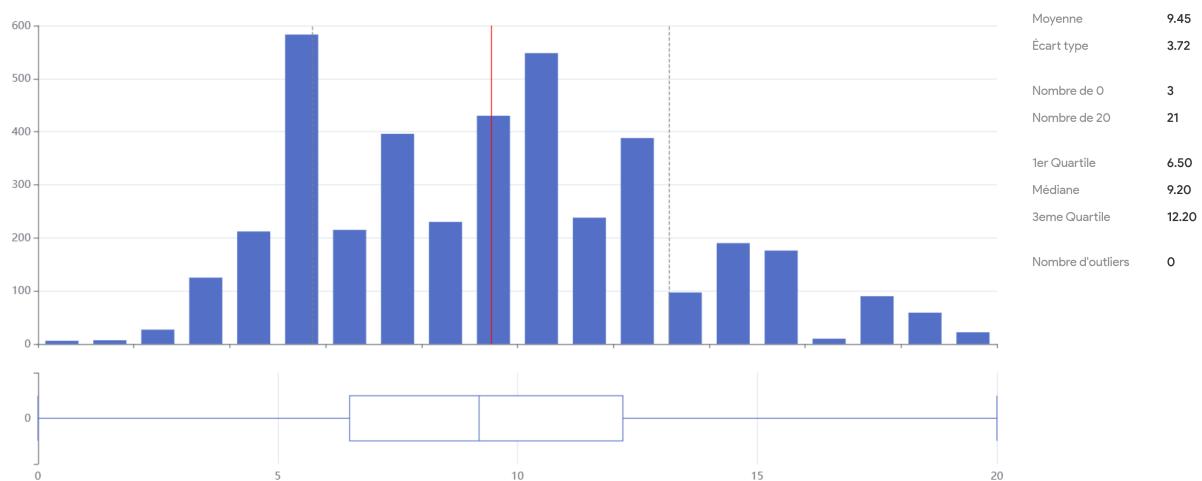
## Sciences industrielles de l'ingénieur - PSI



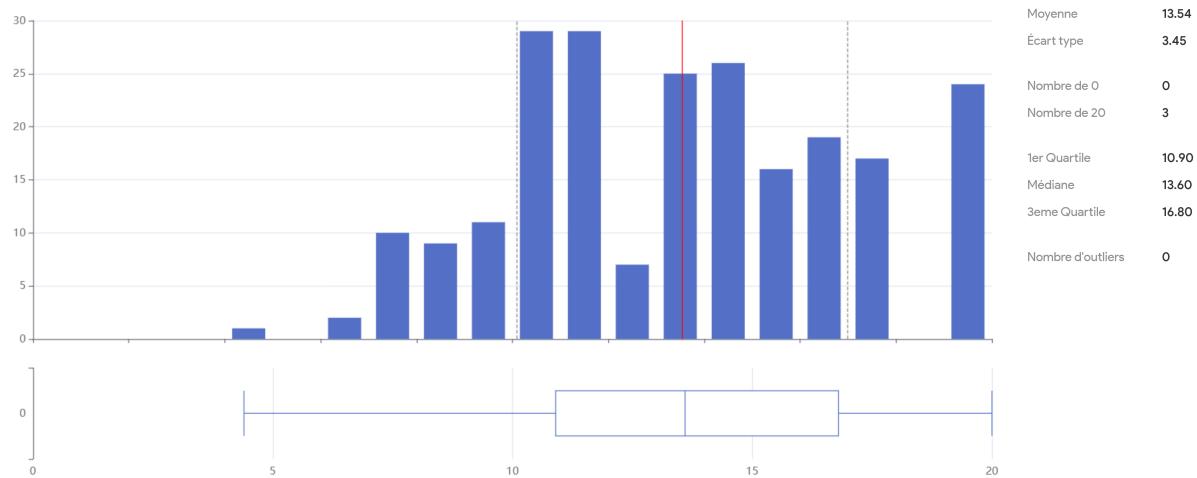
## Rédaction - PSI



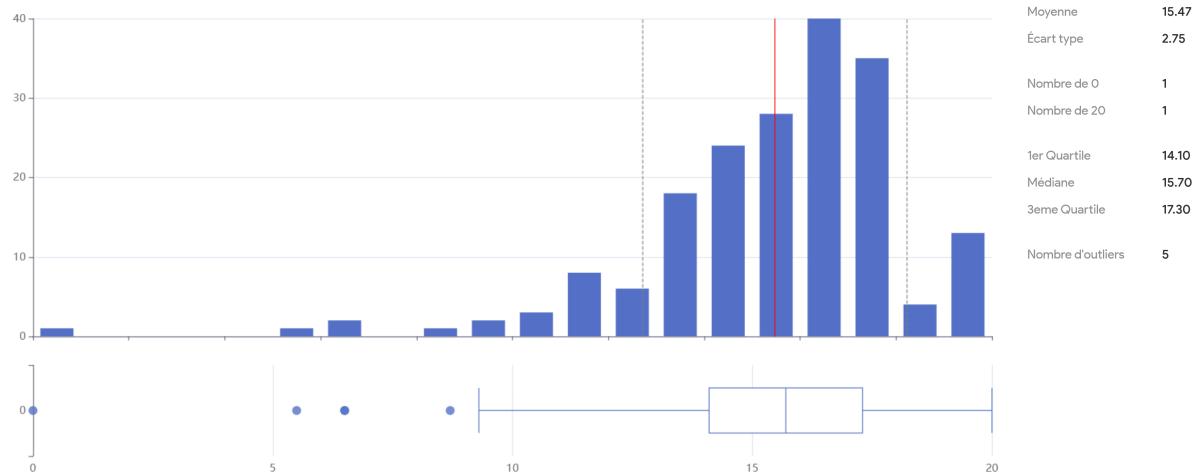
## Anglais - PSI



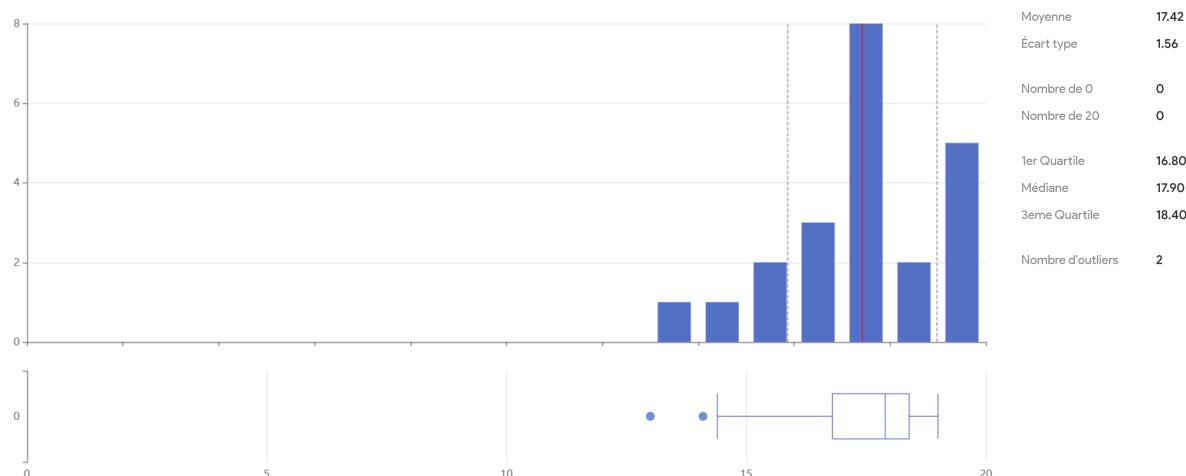
## Allemand - Toutes filières



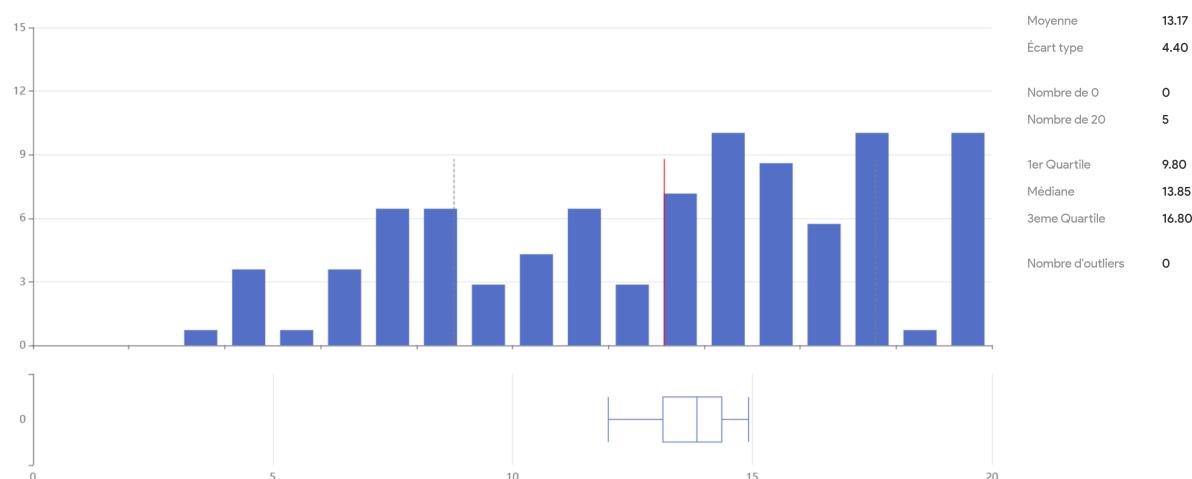
## Arabe - Toutes filières



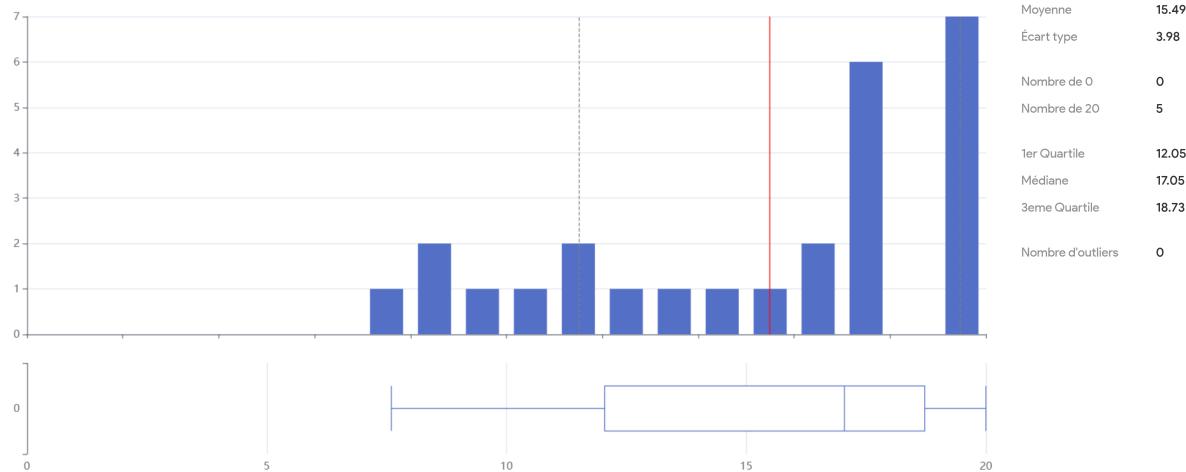
## Chinois - Toutes filières



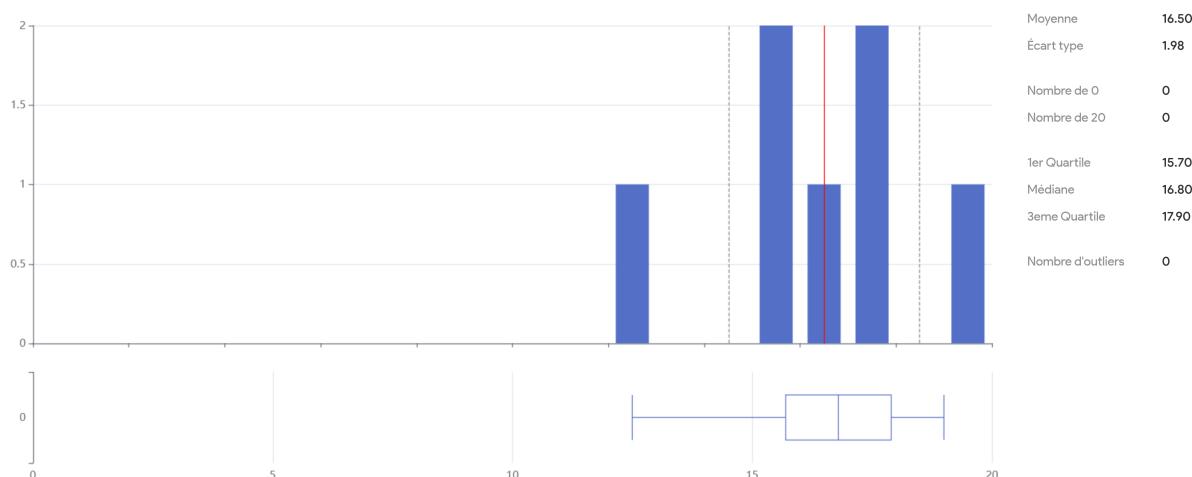
## Espagnol - Toutes filières



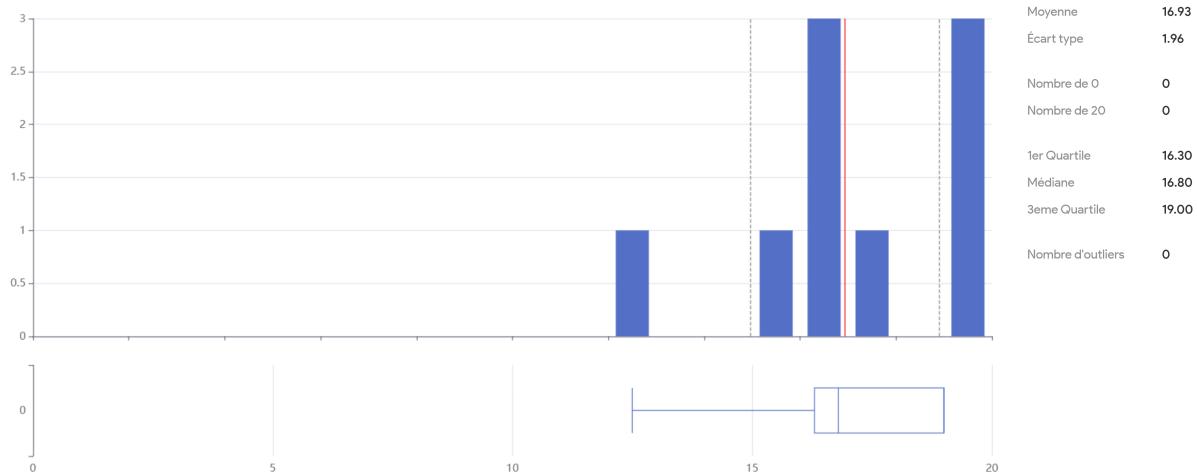
## Italien - Toutes filières



## Portugais - Toutes filières



## Russe - Toutes filières



## 2. Mathématiques 1

### 2.1. Introduction

Le sujet a pour objectif d'étudier la notion de conditionnement d'une matrice inversible, très importante lorsque l'on souhaite résoudre un système linéaire  $AX = Y$  à l'aide d'un algorithme. Plus le conditionnement est important, plus les erreurs d'arrondis sur le calcul approché de  $X$  risquent de l'être.

Le problème est constitué de cinq parties comportant de nombreuses questions indépendantes des parties précédentes :

- la première partie porte sur l'étude d'une norme  $N$  sur l'ensemble des matrices carrées. Elle requiert une bonne connaissance des définitions d'une norme et de la borne supérieure, ainsi que des notions de matrices orthogonales ou symétriques ;
- la deuxième partie introduit la définition du conditionnement et en propose quelques propriétés. On y étudie également un exemple d'une matrice dite mal-conditionnée, c'est-à-dire ayant un conditionnement important ;
- dans les troisième et quatrième parties, on propose d'établir des relations entre le conditionnement d'une matrice inversible et le spectre de  $A$ , et on traite l'exemple d'une matrice tri-diagonale. Quelques formules de trigonométrie y sont utilisées ;
- enfin, la dernière partie est dédiée à une inégalité, appelée inégalité de Kantorovich. Le résultat est démontré de deux manières : d'une part en s'appuyant sur les parties précédentes du problème et d'autre part à l'aide d'une approche probabiliste.

### 2.2. Analyse globale des résultats

La première partie, qui propose l'étude d'une norme sur l'ensemble des matrices, a été abordée par tous les candidats, mais peu ont réussi à manipuler les bornes supérieures avec la rigueur qui était attendue. Dans sa seconde moitié, qui fait manipuler des matrices symétriques ou orthogonales, de très bonnes réponses ont été proposées, avec notamment une bonne utilisation du théorème spectral.

Les deuxième et troisième parties ont été bien mieux réussies et des réponses très pertinentes ont été fournies sur de nombreuses copies.

La quatrième partie, consacrée à l'étude d'un exemple, a été étudiée par une grande majorité des candidats. Toutefois, de nombreuses erreurs de formules trigonométriques n'ont permis qu'à quelques copies de proposer un résultat final correct.

La dernière partie a été moins abordée, les candidats n'ayant sans doute pas eu le temps d'arriver jusque là.

Concernant la présentation des copies, les correcteurs regrettent que trop peu d'entre elles soient clairement présentées, avec des questions numérotées correctement, traitées dans l'ordre, des résultats encadrés et où les erreurs sont barrées proprement. Ceux qui dérogent à ces règles de base font tout de suite mauvaise impression et prennent le risque d'être moins bien compris par les correcteurs.

## 2.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

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

Les candidats doivent faire un effort de présentation des copies, numérotter les questions, les traiter dans l'ordre (quitte à laisser des blancs pour y revenir), barrer proprement les erreurs et encadrer leurs résultats.

L'utilisation des abréviations doit être limitée : si certaines (CNS, SSI...) sont très couramment utilisées, d'autres (SRS pour « scindé à racines simples », par exemple) le sont nettement moins. De même, l'emploi d'abréviations telles que  $\forall$ ,  $\iff$  doit être modéré dans des explications et ces symboles ne doivent figurer que dans des assertions ne contenant que des symboles mathématiques.

Un raisonnement doit être articulé avec des mots clés (considérons, or, donc, car, en effet) : les hypothèses et les objectifs doivent être clairement identifiés.

Les notions de majorant, de borne supérieure ou de maximum ont des définitions bien précises et il est important de ne pas les confondre. Les correcteurs regrettent les nombreuses confusions qu'ils ont pu lire dans les copies, notamment dans la première partie du problème. Par exemple, un majorant n'est pas nécessairement la borne supérieure. Dans ce même thème, rappelons qu'une partie de  $\mathbb{R}$  doit être majorée ET non vide pour admettre une borne supérieure. Enfin, la phrase « Par passage à la borne supérieure », certes bien pratique, était souvent insuffisante.

Quelques erreurs sur les normes ont été repérées. Rappelons par exemple qu'une norme n'est pas linéaire. Par ailleurs, plusieurs copies confondent « être bien définie » avec le caractère défini d'une norme.

Le produit de deux matrices peut être nul alors qu'aucune des deux matrices initiales n'est nulle.

Les candidats doivent toujours avoir conscience des objets qu'ils manipulent. Par exemple, dans ce sujet, la norme  $N$  devait s'appliquer à des matrices carrées (et non pas à des réels ou à des matrices colonnes) ; la norme  $\|\cdot\|$ , quant à elle, s'appliquait à des vecteurs de  $\mathbb{R}^n$ .

La norme matricielle d'une matrice inversible  $A$  et de sa matrice inverse  $A^{-1}$  ne sont pas nécessairement égales, sinon, la notion de conditionnement n'aurait que peu d'intérêt.

Lors du calcul d'un déterminant, les opérations utilisées doivent figurer ; ce n'est pas au correcteur de deviner ce qui a été fait.

La continuité d'une application linéaire n'est pas toujours acquise. Elle est cependant vraie lorsque l'espace vectoriel de départ est de dimension finie.

Un vecteur  $X$  est vecteur propre d'une matrice  $A$  s'il vérifie  $AX = \lambda X$  et s'il est non nul. Ce dernier point est fréquemment oublié.

Dans la question **Q39**, la définition d'une loi de probabilité n'est pas connue suffisamment bien. En particulier, il ne fallait ici par oublier de noter que les  $x_i^2$  étaient positifs.

Dans la question **Q42**, les propriétés de l'espérance devaient être rappelées, en particulier, sa croissance, sa linéarité ou encore sa positivité.

## 2.4. Conclusion

Le sujet était d'une longueur raisonnable et la diversité des chapitres mathématiques nécessaires (normes, réduction, produits scalaires, probabilités...) a permis à tous les candidats de traiter

de nombreuses questions et de mettre en évidence leurs compétences. Quelques lacunes sur des notions de base ont malheureusement aussi été repérées.

Quelques candidats ont abordé avec succès les questions plus difficiles qui parsemaient le sujet, et les correcteurs tiennent à les en féliciter.

Il est conseillé aux futurs candidats de bien travailler toutes les notions vues en cours, y compris celles vues en première année.

Les correcteurs ont constaté cette année une grande disparité entre des candidats qui ont une bonne maîtrise de la rédaction (logique, double implication, clarté des calculs entrepris, etc.) en mêlant rigueur, justesse et clarté, et d'autres candidats qui s'en préoccupent moins. Tous les futurs candidats sont donc invités à faire un effort dans ce domaine afin d'éviter d'être pénalisés par un malus. Enfin, les correcteurs regrettent que certains candidats n'utilisent pas suffisamment leur brouillon et se lancent trop rapidement dans la rédaction d'une réponse aussitôt l'énoncé lu. De nombreuses erreurs grossières pourraient ainsi être évitées.

## 3. Mathématiques 2

### 3.1. Introduction

Le sujet proposé porte sur l'attribution d'une valeur à des séries divergentes, en particulier l'attribution de la valeur  $-\frac{1}{12}$  à la somme infinie  $1 + 2 + \dots + n + \dots$ , théorisée pour la première fois par Srinivasa Ramanujan en 1913. Il balaye plusieurs chapitres du programme d'analyse : séries de fonctions, intégration, séries entières, ainsi que les espaces vectoriels normés.

La première partie fait apparaître la valeur  $-\frac{1}{12}$  dans le développement asymptotique en 0 de deux sommes de séries de fonctions :  $\sum_{n=0}^{+\infty} f_n(x) \underset{x \rightarrow 0}{=} \frac{A}{x^2} - \frac{1}{12} + o(1)$ , le terme général de chacune de ces séries vérifiant  $f_n(x) \xrightarrow[x \rightarrow 0]{} n$ .

La seconde partie s'intéresse au traitement des sommes de séries divergentes à la façon de Ramanujan en s'appuyant sur la formule d'Euler-Maclaurin, démontrée dans un premier temps, qui permet d'obtenir un développement asymptotique de la somme  $\sum_{k=1}^n f(k)$  en la comparant à  $\int_1^n f(t)dt$ . Cette partie se conclut sur les valeurs des sommes, au sens de Ramanujan, de  $\sum 1$ ,  $\sum n$  et  $\sum k^2$ .

Enfin, la dernière partie introduit la notion de développements tayloriens généralisés pour établir la formule d'Euler-Boole qui permet cette fois-ci d'obtenir un développement de la somme alternée  $\sum_{k=1}^n (-1)^{k+1} f(k)$ .

### 3.2. Analyse globale des résultats

Le sujet est assez long et technique. La grande majorité des questions demandent aux candidats de démontrer des résultats fournis dans l'énoncé. Ce type de question requiert de la rigueur dans la justification de toutes les étapes du raisonnement et dans l'utilisation de questions antérieures, ce qui a fait défaut à un grand nombre de candidats. Trop nombreux sont les raccourcis dans les calculs, parfois assez malhonnêtes intellectuellement, les résultats sortis de nulle part et les suites de calculs sans aucune explication.

Le sujet est long (moins d'1 % des candidats ont pu dépasser la moitié des points mis en jeu dans le barème total). Pour obtenir une bonne note, traiter de façon exhaustive et rigoureuse une quantité raisonnable de questions est plus judicieux que de se précipiter en voulant traiter à la va-vite le plus de questions possible et en laissant au correcteur le loisir de deviner les détails du raisonnement et la provenance des résultats. La note médiane de l'épreuve correspond à une dizaine de questions traitées correctement et le troisième quartile à une douzaine.

Le jury rappelle également aux candidats de rendre des copies soignées. Il est approprié d'utiliser une règle pour mettre en valeur ses résultats ou barrer des passages de la copie qui se sont avérés faux. Les ratures sous forme de gribouillages, l'abus d'abréviations, de sigles plus ou moins baroques, l'absence de phrases ou de considérations pour la grammaire française sont autant de raisons pour les correcteurs d'appliquer des malus à la note finale, tout en réduisant leur bienveillance lors de l'évaluation des questions.

### 3.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

#### 3.3.1. Partie A

**Q1** De nombreux candidats passent un temps significatif à établir l'ensemble de définition (en général par un  $o(1/n^2)$  pour  $x > 0$ , et une divergence grossière pour  $x \leq 0$ ), avec une rigueur logique parfois insuffisante (justifier que la série converge si  $x > 0$  ne dit rien de ce qui se passe pour  $x \leq 0$ ). Il suffisait simplement d'utiliser le critère de convergence des séries géométriques qui permettait de conclure très rapidement. Trop de candidats affirment que  $\sum q^n$  converge pour  $q < 1$ , au lieu de  $|q| < 1$ .

**Q2** Cette question pouvait se traiter rapidement à l'aide de l'expression de  $f(x)$  obtenue à la question précédente sans passer par un théorème de dérivation de série de fonctions. Beaucoup d'erreurs de signe pour la valeur de  $f'(x)$ .

**Q3** Les calculs de développements limités sont un peu techniques ici, mais les résultats ont été particulièrement catastrophiques. Les candidats ont rarement eu des considérations pour le  $o$  du dénominateur. La maîtrise des développements limités est encore alarmante cette année. Seuls 5 % des candidats ont pris tous les points à cette question.

**Q4** Le jury tient à souligner que la réponse à cette question pouvait se deviner facilement si l'on prend le temps de lire l'en-tête de l'énoncé : « Dans la première partie sont présentées deux situations qui dans les deux cas font apparaître la valeur  $-\frac{1}{12}$  ». Trop rares sont les candidats qui ont au moins souligné que la valeur qu'ils obtenaient n'était pas en accord avec ce résultat. Beaucoup de candidats concluent sur une limite infinie, à cause d'un développement faux obtenu à la question précédente.

Cette question permettait aussi d'évaluer la maîtrise du théorème de dérivation des séries de fonctions. Trop souvent, la dérivation terme à terme a été effectuée sans sourciller, ou avec une mauvaise maîtrise du théorème (régulièrement convergence uniforme de  $\sum f_n$  au lieu de  $\sum f'_n$ ), la convergence normale n'est pas bien maîtrisée et la convergence uniforme sur tout segment équivaut trop souvent à la convergence uniforme sur tout l'intervalle.

**Q5** Cette question a mis en exergue le manque de rigueur logique et rédactionnelle d'une large partie des candidats. Des « il faut que » permettent d'obtenir des égalités d'ensembles (alors qu'en toute rigueur, ils ne justifient qu'une inclusion), les sens des inégalités sont conservés par division par  $x$  sans aucune justification sur le signe de  $x$ , l'apparition des parties entières (qu'on peut deviner par les questions suivantes) est rarement expliquée et certains candidats se contentent de vérifier uniquement les cas extrêmes.

**Q6** Là encore, trop de manipulations d'inégalités sont effectuées sans justifications. Les manipulations de valeurs absolues sont aussi régulièrement douteuses.

**Q7** Sur cette question où le résultat est donné, les candidats ne doivent pas se contenter d'une suite de calculs. Le terme « relation de Chasles », en particulier, doit apparaître. Ce n'est pas aux correcteurs de deviner la démarche des candidats. Une partie des candidats confondent d'ailleurs linéarité de l'intégrale et relation de Chasles.

**Q8** Cette question est technique et demande d'utiliser divers théorèmes d'analyse de première année (théorème des bornes atteintes, inégalité des accroissements finis). Elle demande de la rigueur dans les majorations d'intégrales avec des valeurs absolues et des inégalités triangulaires, ce qui a fait largement défaut aux candidats. On observe trop de passages à la limite sur une

partie de l'expression tout en gardant des  $x$  par ailleurs. Certains candidats ont cru parvenir à la réponse avec des sommes de Riemann.

**Q9.** Le nombre de candidats ayant eu recours à une intégration par parties pour calculer  $\int_0^K \psi'(t)dt$ , au lieu d'utiliser directement  $\psi$  comme primitive, a largement inquiété le jury. Il faut reconnaître des conditions simples d'application de techniques mathématiques de base.

**Q10** Il fallait utiliser **Q8** et **Q9**, en pensant à rappeler les hypothèses d'application de **Q8**.

**Q11** Il suffisait d'appliquer la formule de Taylor avec reste intégral à  $\psi^{(l)}$  (en rappelant les hypothèses). Trop de candidats appliquent la formule à  $\psi$ , puis obtiennent le résultat par une dérivation farfelue de l'intégrale restante.

**Q12** Question technique peu réussie. Trop de candidats pensent qu'il suffit de montrer que l'intégrale tend vers 0, sans se soucier du fait que le terme  $\frac{1}{x^k}$  tend quant à lui vers  $+\infty$ .

**Q13** Mêmes remarques qu'à la question précédente.

**Q14** Les candidats ne citent pas suffisamment les questions précédentes utilisées et laissent donc aux correcteurs le loisir de deviner d'où sortent leurs différentes étapes.

**Q15** Question relativement réussie. Cependant, encore une fois, dans cette question dont le résultat est donné dans l'énoncé, les candidats doivent donner davantage d'explications précises pour l'apparition de tous les termes.

**Q16 à Q19** Mêmes remarques qu'à la question précédente. À chaque fois, on attend bien que les questions utilisées soient précisément citées.

**Q20** Peu de candidats traitent cette question. Une majorité d'entre eux arrivent au moins à trouver  $A = \int_0^K \psi(t)dt$ . Pour avoir tous les points, il fallait bien préciser les résultats utilisés et expliquer pourquoi la somme infinie était en fait égale à une somme finie.

### 3.3.2. Partie B

**Q21** Une majorité des candidats traite la question. Entre les erreurs d'application de l'énoncé, les erreurs de calcul ou les candidats laissant des valeurs littérales dans les coefficients, seule une moitié prend tous les points de la question.

**Q22** On rappelle aux candidats de soigner la rédaction des récurrences, de bien faire attention à ne pas mettre de quantificateur universel dans l'hypothèse de récurrence, d'être cohérent entre l'initialisation et l'ensemble dans lequel est choisie la variable pour l'hypothèse de récurrence. Beaucoup de candidats réussissent l'initialisation et, souvent, l'égalité des dérivées des polynômes. Une portion plus réduite est attentive aux constantes d'intégration.

**Q23** Une grande partie de ceux qui ont traité la question arrivent à déduire le cas impair de la question précédente. Une moins grande partie ont vu le lien avec l'intégrale nulle de  $B_{p-1}$  sur  $[0, 1]$  pour obtenir  $b_p = B_p(1)$ . Les candidats n'ont pas toujours été très attentifs aux valeurs de  $p$  pour lesquelles leur raisonnement était valide.

**Q24** La plupart des candidats comprennent qu'il faut utiliser une intégration par parties et s'en sortent avec des arguments plus ou moins valables pour obtenir le résultat final. Il aurait été judicieux ici de revenir à la définition de  $\tilde{B}_p$  et de remplacer  $\lfloor t \rfloor$  par  $k$ . Sans faire cette démarche, on voit souvent des  $\tilde{B}_{p+1}(k+1) = B_{p+1}(1)$  et  $\tilde{B}_{p+1}(k) = B_p(0)$  en invoquant la 1-périodicité,

mais on sent que les candidats ont beaucoup cherché à coller au résultat final sans toujours comprendre d'où sortait  $B_{p+1(1)}$ .

**Q25** La question est sans grande difficulté technique mais demande de détailler proprement les étapes.

**Q26** Question plus technique, peu traitée, et très peu traitée correctement et intégralement.

**Q27** Question très mal traitée (et maltraitée). Des arguments farfelus apparaissent régulièrement sur l'intégrabilité (produits de fonctions intégrables, fonctions polynomiales intégrables en  $+\infty$ , fonctions qui tendent vers 0 intégrables en  $+\infty \dots$ ). L'indépendance vis-à-vis de  $p$  a été très peu abordée avec succès.

**Q28** Beaucoup de candidats ont cru pouvoir grappiller des points en donnant les valeurs des sommes finies usuelles  $\sum_{k=1}^R 1$ ,  $\sum_{k=1}^R k$  et  $\sum_{k=1}^R k^2$ , avec  $R$  entier. Un certain nombre de candidats effectuent les bons calculs, mais le jury regrette à nouveau le manque d'explications ou de vérification des hypothèses dans une bonne partie des réponses, en particulier la valeur de  $p$  est rarement identifiée.

**Q29** Question peu traitée, et encore moins avec succès.

### 3.3.3. Partie C

**Q30** Question abordée par un tiers des candidats, et seulement un tiers d'entre eux y ont pris des points. La justification du caractère polynomial des  $P_n$  est régulièrement oubliée, les raisonnements d'unicité sont souvent loin du compte.

**Q31** Question peu traitée et rarement de manière pertinente.

**Q32** Trop de candidats se sont lancés dans une règle de d'Alembert en majorant au numérateur et au dénominateur par la norme infinie des  $P_n$ , ce qui est problématique au dénominateur.

**Q33** Beaucoup croient dériver une série entière alors que, pour la variable  $x$ , ce n'en est pas une.

**Q34** Peu de candidats se rendent compte qu'ils peuvent obtenir une équation différentielle simple à l'aide de la dérivée de  $x \mapsto S(x, t)$ .

**Q35 à Q44** Questions peu voire très peu traitées.

## 3.4. Conclusion

Le jury recommande aux candidats de s'entraîner aux manipulations d'inégalités, de valeurs absolues, de majorations d'intégrales avec des inégalités triangulaires, etc. Il encourage les candidats à s'exercer aux calculs un peu techniques (pour la deuxième année d'affilée sur cette épreuve, la grande majorité des candidats sont incapables d'aboutir à un résultat correct sur un calcul de développement limité).

La qualité de l'argumentation n'a pas été suffisante sur cette épreuve. Trop de réponses sont constituées de suites de calculs avec pas ou peu d'explications pour les étapes, trop peu de vérification des hypothèses nécessaires pour appliquer des résultats du cours ou des questions précédentes et des étapes sautées par facilité. On attend de futurs ingénieurs de la maîtrise

des connaissances et des compétences, de la rigueur et de l’honnêteté intellectuelle. C'est en s'efforçant de suivre ces lignes directrices que les candidats pourront réussir pleinement.

## 4. Physique-chimie 1

### 4.1. Introduction

La centrale électrique DK6 située sur le port industriel de Dunkerque se distingue par son intégration avec le site sidérurgique voisin d'Arcelor-Mittal. Elle valorise une partie des gaz de haut fourneau issus de la production d'acier en les utilisant comme combustible pour produire de l'électricité. Le sujet PSI Physique-Chimie 1 de la session 2025 est constitué de trois parties indépendantes, chacune portant sur l'étude d'un élément constitutif de cette centrale :

- la première partie s'intéresse à l'étude de la chambre de combustion de la turbine à gaz d'une tranche de production de DK6 ; elle donne l'occasion de réaliser un bilan énergétique sur un réacteur ouvert en régime stationnaire afin d'établir une relation entre les températures d'entrée et de sortie et les débits molaires des différentes espèces ;
- la seconde partie examine la détente de vapeur d'eau dans les turbines haute, moyenne et basse pression, provoquant la rotation de l'axe qui entraîne le générateur électrique ; il s'agit, par des bilans énergétiques et de moment cinétique, d'estimer la puissance mécanique réellement transmise par le fluide au cours de sa détente ;
- la troisième et dernière partie étudie la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique par un alternateur synchrone diphasé puis s'intéresse aux échanges entre l'alternateur et le réseau.

### 4.2. Analyse globale des résultats

L'énoncé comporte 34 questions, dont plusieurs se déclinent en un grand nombre de sous-questions. L'appropriation et l'analyse approfondie des figures et graphes exige un effort et un temps conséquents, rendant le traitement complet du sujet difficile pour la majorité des candidats. La complexité des thèmes abordés accentue cette difficulté : les questions de cours s'accompagnent d'interrogations techniques qui requièrent une maîtrise approfondie des notions.

Globalement, les résultats restent très en deçà des attentes. Pourtant, le sujet propose de nombreuses questions directement issues du cours, mentionnées explicitement dans le programme officiel de la filière, ainsi que des applications classiques, offrant aux candidats l'opportunité de valoriser leurs connaissances. Ces questions sont cependant délaissées ou contournées dans la majorité des copies. La troisième et dernière partie de ce sujet, intégralement délaissée par plus de 5 % des candidats, comporte des questions de cours et d'applications directes très abordables. Aussi, le jury rappelle à toutes fins utiles que rien n'oblige le candidat à traiter les parties indépendantes dans l'ordre où elles apparaissent dans l'énoncé.

Concernant les questions moins guidées, le jury rappelle qu'il valorise significativement toute proposition scientifiquement fondée dès lors que le candidat extrait les informations pertinentes, en donne une interprétation correcte et expose clairement sa démarche, même lorsque cette dernière n'aboutit pas à une conclusion parfaite ni complète. Le jury constate également, dans de nombreuses copies, une absence de clarté et de rigueur dans la présentation et l'enchaînement des étapes des démonstrations, ce qui nuit à leur lisibilité et questionne à la fois la maîtrise des notions relevant du programme et la bonne compréhension des phénomènes physiques associés.

L'énoncé comporte également une part importante de questions relatives à des calculs numériques et leur analyse, représentant une proportion non négligeable du barème, et requérant

l’usage systématique de la calculatrice. Étonnamment, certains candidats semblent en avoir été dépourvus.

Enfin, particulièrement sensible à l’expression, à la présentation de la copie, ainsi qu’à la lisibilité de l’écriture, le jury invite les candidats à remettre des copies à la fois convaincantes dans leur contenu et respectueuses du correcteur quant à la forme : des réponses lisibles non raturées, correctement numérotées, rédigées de manière intelligible et sans fautes d’orthographe, des schémas légendés, des axes étiquetés, des traits tirés à la règle, etc. Le jury a appliqué un malus dès lors que l’un au moins de ces critères a fait défaut.

### 4.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Le jury invite les futurs candidats à accorder une attention rigoureuse à l’analyse des questions, notamment lorsqu’elles se déclinent en sous-questions. Même si certaines réponses peuvent sembler évidentes, l’ensemble doit être traité pour prétendre à l’intégralité des points.

On constate chez plusieurs candidats une tendance à aborder le sujet de manière fragmentée, en « picorant » certaines questions à travers le sujet, sans véritable logique de progression ni prise en compte de la structure d’ensemble. Cette stratégie, sans doute motivée par la volonté de « grappiller des points », nuit souvent à la cohérence du propos et trahit une négligence de l’architecture globale du sujet, pensée de manière progressive et intégrée en sous-partie par le concepteur. Or, l’énoncé est conçu pour permettre aux candidats de développer une réflexion structurée, dans une logique de construction continue. Aller et venir entre les parties de manière désordonnée, en délaissant le fil directeur, affaiblit la pertinence des réponses et empêche souvent d’atteindre la profondeur attendue dans l’analyse. Le jury encourage donc vivement les futurs candidats à adopter une démarche plus rigoureuse et méthodique, en prenant le temps de comprendre la logique interne des différentes parties du sujet avant de répondre et à éviter les approches dispersées, contre-productives tant sur le fond que dans la forme. Une réponse correcte, claire et rigoureusement argumentée sera systématiquement mieux valorisée qu’un enchaînement de réponses approximatives ou peu soignées.

Le jury observe que certains candidats se contentent de juxtaposer des calculs numériques sans préciser les grandeurs physiques manipulées. Il rappelle que l’usage d’expressions littérales reste à privilégier. Toute grandeur introduite doit être définie et il convient de conserver les notations imposées par l’énoncé, sauf justification explicite.

Toute réponse doit être argumentée. Lorsque le candidat mobilise une loi physique, il est attendu qu’il en écrive l’expression générale complète, puis qu’il explicite clairement les hypothèses ou conditions de validité permettant sa simplification et l’adaptation des grandeurs au contexte étudié.

Lorsqu’il est demandé de rappeler une formule de cours, il faut impérativement préciser les noms des grandeurs ainsi que leurs unités, sauf si l’énoncé les a déjà spécifiées. De même, les lois ou principes utilisés (Hess, premier principe de la thermodynamique, etc.) doivent être correctement cités et non confondus entre eux. L’emploi d’acronymes non explicités (ppi, LdN, etc.) est à proscrire.

Lorsqu’une expression est attendue en fonction de variables spécifiées, il est essentiel de reformuler le résultat de manière à faire apparaître explicitement les grandeurs demandées, afin de répondre précisément à l’énoncé.

Concernant les unités, il n’est pas rare de rencontrer J/s (au lieu de W) ou encore H.rad/s (au lieu de  $\Omega$ ). Même si ce n’est pas faux, l’unité usuelle est préférable. Le candidat doit également

porter attention à l'usage des majuscules/minuscules pour exprimer l'unité d'une grandeur : le kilogramme kg se note avec une minuscule tandis que le kelvin K avec une majuscule. Le jury relève à de trop nombreuses reprises « degrés » comme unité de température, sans plus de précision.

De manière générale, le jury recommande d'adopter un vocabulaire précis et sans ambiguïté, reflétant une compréhension fine des phénomènes physiques et des grandeurs mises en jeu.

Les relations doivent être vérifiées (homogénéité, dépendance aux paramètres, choix des notations : vecteurs vs scalaires, dérivées totales vs partielles, etc.). Les applications numériques doivent être menées avec soin : vérification des unités, clarté du calcul, commentaire critique du résultat, notamment en cas de valeur incohérente.

Ces commentaires attendus doivent prendre appui sur des arguments scientifiques et/ou jugements des ordres de grandeurs par comparaison aux attentes et/ou aux ordres de grandeurs connus. Des formulations telles que « c'est grand » ou « ça fait beaucoup » ne sont pas convaincantes. Le jury rappelle à cette occasion que les épreuves scientifiques sont aussi un exercice de communication.

Dans le cas de l'exploitation de documents (graphiques, tableaux, etc.), l'extraction des données doit être conduite avec rigueur, en exposant de façon explicite la méthode suivie.

Le jury insiste également sur l'importance de structurer les réponses, qu'il s'agisse de démonstrations classiques ou de traitements plus ouverts. Il est indispensable d'énoncer les hypothèses de travail, mais celles-ci doivent aussi être intégrées au raisonnement et non listées isolément. Les questions de restitution de cours doivent être traitées avec précision pour ne pas négliger des points facilement accessibles.

Enfin, il est impératif de définir clairement le système étudié avant toute application d'un principe, que ce soit en mécanique ou en thermodynamique physique ou chimique. Un schéma peut s'avérer précieux pour accompagner le raisonnement.

Des recommandations spécifiques au sujet traité sont présentées dans la suite de ce document.

**Q1** Montrer qu'une transformation est quantitative par le calcul de son enthalpie libre de réaction à partir des enthalpies et entropies molaires est une notion de cours. Pourtant, moins de la moitié des candidats parviennent à conclure correctement. Certains se limitent au calcul de l'enthalpie de réaction et utilisent le critère relatif au caractère exothermique pour répondre, sans aucune allusion à l'entropie de réaction. D'autres ne prennent pas la peine de réaliser le calcul numérique pour conclure. Enfin, certains obtiennent une constante de réaction de l'ordre de l'unité voire inférieure à 1 et concluent à une transformation quantitative. Rappelons qu'il est nécessaire de préciser les états physiques des espèces dans l'équation bilan de la réaction. Une mention relative à la loi de Hess est attendue lorsqu'elle est utilisée. Il arrive fréquemment que le candidat pose l'expression numérique de  $K^\circ$  en se dispensant d'en effectuer le calcul tout en affirmant que  $K^\circ \gg 10^4$ , laissant sans doute le soin au correcteur de s'en convaincre lui-même. Cette démarche n'est pas valorisée. Enfin, la définition du PCI étant donnée dans la question, que son calcul pose autant de difficultés aux candidats surprend le jury.

**Q2** Une confusion fréquente est relevée dans de nombreuses copies entre débit massique et débit molaire, en particulier lors de l'interprétation des rapports stoechiométriques. Par exemple, lorsqu'un candidat écrit qu'il faut « deux fois plus de dioxygène que de méthane », il est essentiel qu'il comprenne qu'il s'agit de deux fois plus de quantité de matière, c'est-à-dire en moles, et non de masse. Cette confusion peut entraîner des erreurs importantes dans les calculs liés aux bilans de matière. Il est donc attendu des candidats qu'ils maîtrisent non seulement les définitions précises des grandeurs utilisées (débit massique, débit molaire, concentration, etc.), mais aussi qu'ils les mobilisent à bon escient, en lien avec les données et les attendus du sujet. Le

jury déconseille aux candidats de faire apparaître les facteurs de conversion en multiples/sous-multiples de l'unité dans les expressions littérales.

**Q3** Plusieurs copies présentent des raccourcis de formulation regrettables, tels que : «  $Q = 0$  car calorifugé ». Une telle écriture, qui traduit une idée certainement correcte sur le fond, reste insuffisante dans la forme. Il est attendu des candidats qu'ils rédigent des phrases explicites complètes. En thermodynamique, il est impératif de préciser le sens des transferts (travail, chaleur) et de bien distinguer ce qui est fourni au système ou par le système. Par ailleurs, la question posée est manifestement conçue dans le cadre d'un système ouvert ; beaucoup abordent pourtant le problème sous l'angle d'un raisonnement en température de flamme en réacteur fermé et adiabatique, sans mentionner les hypothèses nécessaires (absence de pertes, composition du mélange, cycle suivi, prise en compte de l'azote, etc.). Lorsque ce raisonnement est correctement mené et donne un résultat physiquement cohérent, le jury sait valoriser l'effort. En revanche, trop de copies aboutissent à des résultats aberrants sans que le candidat ne s'en alarme, signe d'une absence d'un regard critique sur les ordres de grandeur attendus. Ces constats rappellent l'importance d'une démarche structurée, rigoureuse et physiquement fondée, ainsi qu'une maîtrise des cadres d'application des modèles utilisés.

**Q4** Trop de réponses se limitent à des assertions générales ou floues, sans réelle articulation des concepts. L'intitulé de la question invite les candidats à proposer une justification qualitative. Il est important de rappeler que « qualitativement » ne signifie pas « vaguement ». Il est attendu que la réponse s'appuie sur des relations de cause à effet rigoureusement exprimées, en lien avec les grandeurs physiques pertinentes. En l'occurrence, la mise en relation de l'énergie dégagée par la réaction chimique, de la capacité thermique globale du système et de la température finale atteinte, est incontournable. Par ailleurs, une confusion fréquente concernant le caractère total d'une transformation est constatée. Plusieurs candidats affirment qu'une transformation n'est totale que si les réactifs sont introduits dans des proportions strictement stoechiométriques. Cela traduit une incompréhension du sens du mot « total », qui renvoie ici à l'état d'avancement de la réaction, non à la manière dont les réactifs sont dosés. Il est regrettable d'observer que certains candidats, ayant démontré en question **Q1** que la transformation est quasi-totale, affirment plus loin que « si  $D_{m,air} > D_{m0}$  alors la transformation n'est pas totale », ou encore « on prend  $D_{m,air} > D_{m0}$  pour que la transformation soit totale ». Ces exemples soulignent l'importance, pour les futurs candidats, de maîtriser les définitions fondamentales et de s'assurer de la cohérence logique de leur raisonnement tout au long du devoir.

**Q5** Il est judicieux de dresser un tableau d'avancement avant d'obtenir les débits molaires des différentes espèces.

**Q6** Question de synthèse peu réussie, s'appuyant sur le bilan déjà réalisé en question **Q3** et sur les expressions des débits molaires obtenus précédemment.

**Q7** Peu de succès pour cette question rarement traitée et conditionnée à une expression pertinente du débit d'air calculé en question **Q6**.

**Q8** Cette question fait partie des mieux réussies. Les analyses dimensionnelles sont, dans l'ensemble, bien maîtrisées et les candidats sachant proposer un code pertinent et fonctionnel sont valorisés. Le jury est d'ailleurs agréablement surpris par la qualité de certains scripts Python, souvent corrects, bien structurés et indentés, et commentés avec soin. Certaines copies oublient toutefois de réutiliser la fonction  $C_{pm}(T, gaz)$ , pourtant fournie dans l'énoncé. Ce type de négligence souligne l'importance de prendre le temps de s'approprier le contenu du programme proposé afin de formuler une réponse cohérente.

**Q9** L'énoncé invite à « décrire précisément » le graphe fourni, en précisant qu'il s'agit de commenter le sens physique des résultats. Or, cet impératif est parfois mal interprété par les candidats, qui se limitent à une description littérale et détaillée de la courbe, sans exploiter les éléments issus des questions précédentes ni proposer une analyse physique approfondie. Trop de copies se contentent d'énoncés descriptifs du type « ça monte puis ça descend », sans mise en relation avec les grandeurs physiques représentées, les phénomènes sous-jacents, ou le comportement du système étudié. Une telle approche, purement illustrative, ne répond pas aux attentes d'un commentaire scientifique. L'interprétation physique – appuyée sur les résultats obtenus et le raisonnement mené en amont – est ici essentielle. Par ailleurs, le choix du vocabulaire laisse parfois à désirer. Ainsi, désigner un maximum de fonction par le terme « pic » reste inadapté dans ce contexte.

Moins de 15 % des candidats ont tenté de répondre, et parmi eux, seules 5 % des réponses peuvent être considérées comme correctes. Ce faible taux de réussite est d'autant plus regrettable que la question est accessible indépendamment des résultats obtenus aux questions précédentes et permet donc de valoriser des compétences de base. Il est rappelé aux candidats que la définition du rendement repose sur le rapport entre une énergie utile et une énergie dépensée (ou coûteuse). Encore faut-il préciser et justifier ce que recouvre chacun de ces termes dans le contexte du problème. La réponse attendue doit aller au-delà de la simple définition formelle, en identifiant clairement les formes d'énergie concernées et en motivant leur origine ou leur valeur, que ce soit par un raisonnement qualitatif ou un calcul explicite.

**Q10** Le positionnement des points sur l'abaque est souvent trop approximatif. Quelques copies vont jusqu'à placer le point A à droite de l'isentropique passant par B, ce qui implique une diminution d'entropie physiquement impossible dans la turbine calorifugée. La donnée du haut de page 3 « En sortie de la turbine basse pression, le fluide, alors sous forme de vapeur juste saturante » n'est que très rarement exploitée correctement. Cette indication doit amener le candidat à positionner le point E sur la courbe de saturation. L'énoncé demande explicitement de représenter l'évolution entre les différents états ; le jury attend des courbes orientées par des flèches entre deux états consécutifs au cours de la transformation. Relier les points par des portions de droites n'est pas pertinent.

**Q11** Un nombre encore important de copies effectue une application numérique de la loi de Laplace en conservant des températures en degrés Celsius, ce qui est une erreur conceptuelle de base. Au-delà de cette confusion d'unités, beaucoup de candidats se contentent d'affirmations vagues du type « la différence est de 20 °C donc le modèle du gaz parfait est valide », sans réelle justification quantitative ; en l'occurrence, comparer les valeurs théoriques et expérimentales par un calcul d'écart normalisé ou z-score, ou même par un écart relatif, peut permettre une évaluation plus objective de la pertinence de l'approximation. De façon plus générale, une grandeur n'est considérée comme négligeable que lorsqu'elle est comparée à une autre de même dimension. Pour apprécier le caractère isentropique d'une transformation, il ne suffit pas d'un constat qualitatif : il faut idéalement évaluer l'écart d'entropie ( $s_B - s_A$ ) et le comparer aux autres variations du système. Enfin, si l'énoncé demande clairement de déterminer la température en sortie de turbine dans l'hypothèse du gaz parfait, certains candidats, bien qu'appliquant correctement la loi de Laplace, l'utilisent à mauvais escient pour déterminer la pression en sortie.

**Q12** Question globalement réussie. Certains candidats traduisent néanmoins le régime stationnaire sans variation de section offerte à l'écoulement par l'égalité des vitesses en A et B sans tenir compte de la variation de masse volumique qui intervient dans la conservation du débit massique ; en cause, la confusion entre débit massique et débit volumique (parfois implicite), le fluide étant ici compressible. Cette question est l'occasion de constater que certains confondent « vitesse constante » et « vitesse uniforme ». Enfin, obtenir des vitesses de quelques millimètres

par seconde ou de plusieurs dizaines de kilomètres par seconde devrait alerter le candidat sur la présence d'une erreur de calcul manifeste.

**Q13** Un nombre significatif de copies mobilisent le théorème de Bernoulli. Il est important de rappeler que ce théorème ne s'applique rigoureusement qu'aux fluides incompressibles. Paradoxalement, certains candidats indiquent correctement les hypothèses du théorème de Bernoulli, y compris l'incompressibilité, tout en les appliquant à un gaz compressible, ce qui révèle une erreur de jugement sur la validité du modèle choisi. De même, limiter la démarche à des considérations purement mécanique dans cette partie du problème qui met en jeu des échanges d'énergie sous forme thermique dénote une certaine absence de sens physique. La question appelle l'application du premier principe pour un fluide en écoulement. Les hypothèses énoncées par le sujet doivent être réécrites ; à ce titre, par exemple, seulement 10 % des copies ayant traité cette question énoncent explicitement l'hypothèse du régime stationnaire lors de l'utilisation du premier principe industriel.

Le jury conseille vivement aux candidats de procéder comme suit :

- Commencer par indiquer l'organe/machine où le premier principe pour un fluide en écoulement stationnaire va être utilisé et l'hypothèse d'un régime stationnaire, en écrivant, par exemple :  
« On applique le premier principe industriel (ppi) entre A et B en régime stationnaire (RS). »
- L'énoncé demandant d'utiliser plusieurs fois le premier principe, il est possible de simplifier par la suite en écrivant par exemple « ppi entre B et C en RS ».
- Écrire la totalité de l'équation issue du premier principe industriel, soit :

$$D_m \left[ h + \frac{v^2}{2} + gz \right]_A^B = P_{th} + P_u$$

- Citer explicitement les hypothèses de l'énoncé ou rappeler les résultats précédents pour simplifier chaque terme. Par exemple, la turbine étant horizontale, on considérera l'absence de variation de l'énergie potentielle entre A et B. De plus, d'après **Q13**, la vitesse débitante est supposée constante ; dès lors, on considérera que la variation d'énergie cinétique  $\Delta \frac{v^2}{2}$  entre A et B est nulle. La turbine est supposée calorifugée, ainsi, la puissance thermique échangée par le fluide avec l'extérieur est considérée comme nulle. Finalement :

$$D_m(h_B - h_A) = P_u$$

- Porter attention à ce que demande l'énoncé, en l'occurrence, évaluer la puissance mécanique transmise à l'axe de rotation. Or, dans ce qui précède,  $P_u$  correspond à la puissance reçue algébriquement entre l'entrée et la sortie ; il s'agit donc de calculer  $-P_u$ .
- Procéder enfin aux différents calculs suggérés par les sous-questions.

Pour cette dernière étape, il est nécessaire de relever graphiquement les valeurs des enthalpies du fluide en A et B, ce qui, dans le contexte de l'abaque fournie, n'autorise pas plus de 2 chiffres significatifs.

**Q14** Cette question est assez souvent mal interprétée par les candidats qui ne cherchent pas quel serait l'état de la sortie de l'unique turbine isentropique partant d'une entrée dans l'état A mais qui imaginent une évolution directe de A à E qui pourtant ne saurait être isentropique. Pour répondre à cette question, il est vivement conseillé de placer sur l'abaque le point hypothétique correspondant aux hypothèses de l'énoncé (transformation isentropique et vapeur saturante en sortie de la turbine), puis procéder comme en **Q13**.

**Q15** Même type de remarques que précédemment.

**Q16** Même type de remarques que précédemment.

**Q17** Cette question très abordable requiert l'exposé d'un raisonnement clair et structuré. Or, un grand nombre de copies se contentent de dérouler une suite d'équations aboutissant à un résultat certes numériquement correct, mais sans formalisme ni justification physique. Aussi, il convient par exemple de définir précisément tantôt le système « eau de mer » tantôt le système « vapeur d'eau » avant d'appliquer le premier principe de la thermodynamique en régime stationnaire. L'emploi de la relation  $\Delta h = c\Delta T$  suppose de mentionner que le système est une phase condensée, pour justifier l'approximation. Le jury rappelle qu'il n'est nullement question d'une « seconde loi de Joule », ici. De même, pour la relation  $\Delta h = -\ell_{\text{vap}}(T)$  doit être explicitement rattachée à l'hypothèse de liquéfaction totale de la vapeur dans le condenseur. Enfin, le candidat doit mobiliser l'hypothèse relative au caractère calorifugé de l'échangeur thermique afin de relier les deux bilans d'enthalpie massique, conformément au principe de conservation de l'énergie sans pertes.

À noter que certains candidats obtiennent une température de rejet indépendante du débit ou encore une température numériquement supérieure à la température d'ébullition, sans questionner la pertinence de leur résultat ni la validité du modèle proposé.

**Q18** Une réponse comme  $\tau_{\text{th}} \gg \tau_{\text{conv}}$  ne peut être valorisée si le candidat n'explique pas les définitions de chacun des termes ni l'interprétation physique qu'il en fait.

**Q19** Même type de remarques qu'à la question **Q14**.

**Q20** La notion de vitesse relative, pourtant suggérée par l'énoncé, n'est que rarement utilisée pour le calcul de la force de portance. Nombre de candidats se contentent de recopier l'expression fournie par l'énoncé sans valeur ajoutée, c'est-à-dire sans en expliciter vitesse ni surface à considérer. Le choix de la vitesse intervenant dans le calcul de la puissance n'est que très rarement correct.

**Q21** Moins de 1 % des candidats parviennent à obtenir au moins la moitié des points à cette question de cours, pourtant directement issue du programme officiel de la filière. Ce constat est à la fois surprenant et préoccupant, s'agissant d'une connaissance théorique fondamentale dont la maîtrise est explicitement attendue à ce niveau.

**Q22** Les indications de l'énoncé suffisent pour traiter cette question sans que les précédentes soient nécessairement un succès pour le candidat. Il est regrettable que seulement 10 % des candidats ne s'y soient risqués.

**Q23** Question rarement traitée.

**Q24** Question de cours sans difficulté particulière.

**Q25** Si l'expression générale de la puissance moyenne est bien connue, rares sont les candidats ayant considéré l'existence des deux phases.

**Q26** Des confusions fréquentes sont observées entre le nombre de phases et le nombre de paires de pôles de la machine, traduisant une méconnaissance de concepts fondamentaux. Par ailleurs, un nombre non négligeable de copies présentent des valeurs de vitesse de rotation manifestement aberrantes – allant de quelques tours par minute à plusieurs millions de tours par seconde, sans que cela ne suscite de remise en question ou de commentaire critique de la part du candidat. La valeur de  $3000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$  est pourtant explicitement donnée dans l'énoncé pour la turbine haute pression, ce qui, l'arbre étant commun à l'ensemble des turbines ainsi qu'à l'alternateur, peut

permettre une vérification simple de la cohérence du résultat. Enfin, il n'est pas rare d'observer des erreurs dans la conversion d'unités ( $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$  en  $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ ).

**Q27** Des erreurs trop fréquentes de signe sont relevées dans cette unique loi des mailles.

**Q28** L'exploitation graphique conduit le plus souvent à la détermination des coefficients de proportionnalité de la tension de phase réduite et du courant d'excitation réduit sans que ces valeurs soient exploitées ensuite. L'exposé d'un raisonnement construit est, dans la plupart des copies, absent. Il n'est pas rare d'observer des confusions dans l'utilisation de la notation complexe et par suite des erreurs de calculs, notamment du module.

**Q29** De nombreuses copies présentent des diagrammes de Fresnel incorrects, notamment sans prise en compte du déphasage entre la tension et l'intensité. Il est pourtant fondamental de se souvenir que, dans une résistance pure, tension et courant sont en phase, tandis que, pour une inductance idéale, la tension est en avance de  $\pi/2$  sur le courant. Plusieurs tracés s'écartent des conventions d'orientation fixées dans le sujet (figure 8), ce qui rend l'interprétation du diagramme ambiguë, voire incorrecte.

**Q30** Les démarches de résolution n'aboutissent que dans de rares cas. Des confusions sont relevées dans l'interprétation et l'exploitation du diagramme de Fresnel, en particulier concernant la distinction entre les grandeurs vectorielles et leurs modules.

Les questions **Q32**, **Q33** et **Q34** n'ont été que très rarement traitées.

#### 4.4. Conclusion

Cette année encore, le jury adresse ses félicitations aux candidats ayant remis des copies de grande qualité, témoignant d'un travail rigoureux et soutenu au cours des deux années de classes préparatoires. Le sujet proposé, dense et exigeant, requérait une réelle agilité intellectuelle tant dans l'appropriation du contexte que dans la clarté de la démarche de résolution et la maîtrise des calculs. Les candidats présentant une parfaite maîtrise des notions du programme, alliée à une compréhension fine des concepts sous-jacents, sont clairement valorisés. Leur capacité à mobiliser les connaissances de manière pertinente, structurée et précise constitue un critère d'évaluation déterminant. À l'inverse, une copie dépourvue d'une assimilation solide du cours et d'une bonne maîtrise des techniques mathématiques usuelles conduit inévitablement à une évaluation sévère. Le jury espère que les remarques formulées dans ce rapport aideront les futurs candidats à mesurer le niveau d'exigence attendu, les inciteront à étudier sérieusement et en profondeur les notions du programme, à en saisir pleinement le sens et à donner le meilleur d'eux-mêmes pendant leur préparation.

## 5. Physique-chimie 2

### 5.1. Introduction

Le sujet traite du fonctionnement des éléments d'un vélo à assistance électrique hybride associant des supercondensateurs, utilisés pour une récupération rapide de l'énergie, à une petite batterie lithium-ion, destinée à améliorer l'autonomie.

Composé de trois parties indépendantes, le sujet couvre différents domaines du programme de physique et de chimie de la filière PSI :

- la partie I est consacrée à l'étude d'un supercondensateur avec pour objectif de dimensionner un pack répondant à un cahier des charges précis. Cette analyse se prolonge par l'examen d'un hacheur DC/DC assurant l'interface entre les supercondensateurs et le système onduleur-moteur ;
- la partie II traite du recyclage des métaux contenus dans une batterie lithium-ion en s'appuyant notamment sur l'étude de procédés chimiques tels que la délithiation, la dissolution (modèle à grain rétrécissant) et la précipitation sélective ;
- la partie III porte sur le calcul du couple maximal d'un moteur synchrone à deux paires d'aimants, ainsi que sur les améliorations permettant d'atteindre les performances attendues pour un vélo. Elle se conclut par la mise en œuvre de la commande d'un onduleur MLI visant à supprimer les à-coups ressentis dans le pédalier.

### 5.2. Analyse globale des résultats

La note maximale est approchée par plusieurs candidats dans les deux premières parties, plus rarement dans la troisième, sans doute par manque de temps. Ce constat témoigne d'un niveau de difficulté raisonnable des questions posées.

Les meilleures copies se distinguent par la clarté des réponses, une justification rigoureuse des démarches et une capacité à aller à l'essentiel. Ces qualités, combinées à une bonne connaissance du cours et à la maîtrise des méthodes classiques de résolution, permettent souvent d'obtenir une excellente note.

Le jury observe que seule une minorité de candidats réussit efficacement les questions portant sur le cours ou son application directe. Par exemple, dans la question **Q1**, relative à l'établissement du champ électrostatique créé par une distribution plane uniforme de charges, seuls 5 % des candidats obtiennent l'intégralité des points, tandis que 70 % n'en atteignent pas les trois quarts. La question **Q25**, qui porte sur la démonstration de la valeur du produit de solubilité d'un hydroxyde, ne rencontre pas le succès attendu : 38 % des candidats ne la traitent pas et un sur dix parvient à la résoudre complètement.

Les parties spécifiques au programme de la filière PSI ont un succès contrasté. Près d'un tiers des candidats n'abordent pas le hacheur DC/DC alors que les premières questions sont pourtant très accessibles. Un quart justifient rigoureusement la nullité de la valeur moyenne de la tension aux bornes d'une bobine dans le cadre d'un régime périodique établi ; environ 15 % tracent le chronogramme attendu à la question **Q10**, puis expriment correctement le gain du convertisseur. Les deux dernières questions, **Q13** et **Q14**, plus délicates, sont rarement traitées ; le jury se

réjouit néanmoins de constater que certains candidats s'accrochent jusqu'au bout, parfois avec un succès pleinement mérité. Le barème valorise cette pugnacité.

Enfin, la seule question non guidée (**Q7**) a été davantage délaissée que les années précédentes, ce que le jury regrette. Il rappelle qu'une démarche pertinente, même partielle, est toujours valorisée. Ce type de question bénéficie d'une pondération importante dans le barème ; les candidats qui analysent correctement la situation, rédigent de manière structurée et portent un regard critique sur leurs résultats sont souvent récompensés.

## 5.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

### 5.3.1. Attentes du jury concernant la rédaction et la présentation

Communiquer clairement son raisonnement est une compétence indispensable. Le jury rappelle que les meilleures copies se caractérisent par une démarche structurée, une rédaction rigoureuse et l'emploi d'un vocabulaire scientifique précis, appuyés par des représentations soignées (schémas, graphes, etc.).

Quelques conseils pratiques :

- définir toute notation non fournie par l'énoncé, idéalement à l'aide d'un grand schéma regroupant les grandeurs utiles ;
- soigner les représentations graphiques : un schéma brouillon ou un graphe incomplet (sans points remarquables, par exemple) n'est pas valorisé ;
- adopter un langage rigoureux, sans ambiguïté, en soignant syntaxe et orthographe ;
- écrire correctement les expressions mathématiques : veiller au point du produit scalaire, à la cohérence entre grandeurs scalaires et vectorielles, aux majuscules des noms propres et ne pas barrer les termes simplifiés mais réécrire l'expression ;
- argumenter systématiquement : les suites de formules sans explication sont pénalisées. Il faut définir les grandeurs, citer les lois utilisées, rédiger le raisonnement et privilégier les expressions littérales avant toute application numérique. Éviter les relations semi-littérales ;
- commenter les résultats ou hypothèses de façon pertinente, en qualifiant clairement leur cohérence, leur ordre de grandeur ou leur sens physique.

### 5.3.2. Remarques concernant la partie I

**Q1 Champ électrostatique d'une distribution plane.** La rédaction est souvent incomplète. Pour obtenir tous les points, un schéma clair représentant la surface de Gauss est indispensable, tout comme une justification rigoureuse s'appuyant sur les symétries de la distribution de charges. Le résultat attendu doit distinguer explicitement les différentes zones de l'espace. Par ailleurs, les confusions entre vecteurs et scalaires (égalité incorrecte de grandeurs de nature différente) restent trop fréquentes.

**Q2 Lien entre potentiel et champ électrostatique.** Le résultat étant fourni, le jury attend un raisonnement détaillé, mettant en évidence la relation locale entre le potentiel et le champ électrostatiques, avant d'exprimer la tension.

**Q4 Bilan de charge dans un système fermé.** Certains candidats cherchent à retrouver le résultat donné sans soin, au détriment de la rigueur. Le jury attend une définition explicite du système fermé étudié et une expression correcte du courant entrant ou sortant, ce qui suppose la

maîtrise du vecteur densité de courant électrique et du calcul de son flux à travers une surface orientée. Beaucoup se limitent à des considérations scalaires, insuffisantes dans ce contexte.

**Q6 Application des lois de circuit.** La plupart des candidats mobilisent à bon escient la loi des mailles et les lois de fonctionnement des dipôles. Toutefois, l'écriture d'expressions telles que  $u_C + u_R = U$  sans définir précisément, sur un schéma, les tensions  $u_C$  et  $u_R$  mises en jeu est sanctionnée.

**Q7 Dimensionnement du pack de super condensateurs (question non guidée).** Tout élément pertinent contribuant à l'élaboration d'une réponse cohérente est valorisé. Le jury attend du candidat qu'il s'approprie les contraintes du problème et propose une stratégie de résolution, même partielle. Deux aspects sont particulièrement déterminants ici :

- une approche énergétique, estimant l'énergie à fournir par le système d'assistance en la comparant à celle qui est stockée dans un supercondensateur, sans supposer une décharge complète de ce dernier ;
- une réflexion sur la manière d'associer les supercondensateurs pour atteindre la tension requise aux bornes du pack. Le jury s'étonne du nombre de copies proposant une association en parallèle de branches comportant un unique supercondensateur, configuration qui ne permet pas de satisfaire la contrainte de tension.

D'autres approches sont acceptées, à condition qu'elles s'appuient sur des arguments physiques pertinents.

Enfin, une rédaction claire et bien organisée permet au correcteur de suivre facilement le raisonnement. Un regard critique sur le nombre de supercondensateurs du pack est attendu en guise de conclusion. On peut, par exemple, discuter de l'encombrement du pack ainsi dimensionné.

**Q8 à Q14 Étude d'un hacheur DC/DC.** Cette partie, spécifique au programme de la filière PSI, n'a pas rencontré le succès attendu, alors qu'elle fait appel à des raisonnements qui devraient être familiers aux étudiants. Les difficultés rencontrées s'expliquent principalement par un manque de méthode.

Les candidats qui prennent soin de représenter le schéma du convertisseur dans ses deux états de fonctionnement déterminent aisément la valeur moyenne de la tension  $V_{C_1}$ , tracent sans difficulté le chronogramme attendu à la question **Q10** et progressent efficacement dans les questions suivantes.

Le jury note enfin que la nullité de la puissance moyenne reçue par une bobine ou un condensateur en régime périodique établi est très rarement évoquée dans le bilan de puissance de la question **Q8**.

### 5.3.3. Remarques concernant la partie II

**Q15 à Q24 La lixiviation.** Cette partie requiert peu de connaissances théoriques, mais mobilise des savoir-faire essentiels. Savoir exploiter un tableau d'avancement et maîtriser la stoechiométrie des réactions chimiques permet de traiter la majorité des questions. Cependant, la phase d'appropriation des données (deux équations de réactions et les résultats de trois expériences) a découragé de nombreux candidats qui ont préféré passer cette partie. Ce choix stratégique s'avère regrettable : le jury a attribué une part significative du barème à ces questions.

**Q25 à Q28 La précipitation sélective.** La question **Q25**, bien qu'accessible, n'est traitée que par deux tiers des candidats, et seuls 10 % obtiennent tous les points. Les questions suivantes, pourtant sans réelle difficulté, sont encore plus souvent ignorées. Le jury encourage vivement les futurs candidats à ne pas négliger la chimie : les questions sont souvent abordables dès lors

que les bases du programme sont maîtrisées et elles peuvent rapporter un nombre de points conséquent sans exiger un investissement démesuré.

#### 5.3.4. Remarques concernant la partie III

Cette dernière partie, à nouveau spécifique à la filière PSI, s'avère très sélective. Les questions, souvent guidées et peu techniques, supposent néanmoins une appropriation rigoureuse des données du sujet. Les candidats ayant pris le temps d'analyser les situations posées et de s'appuyer sur des arguments solides fournissent généralement des réponses pertinentes.

En **Q29**, peu ont suivi les conseils de l'énoncé invitant à modéliser chaque aimant par une spire de courant équivalente. La recherche des plans de symétrie ou d'antisymétrie, pourtant essentielle pour tracer l'allure du champ magnétique, est trop souvent omise.

En **Q32**, fortement dotée, le manque de soin dans le choix du volume d'intégration est fréquemment pénalisant. Cette question, placée en fin de sujet, est difficile à traiter sans lucidité, ce qui milite pour une lecture attentive de l'ensemble du sujet dès le début de l'épreuve afin d'identifier les questions proches du cours.

Des remarques similaires s'appliquent à la partie concernant l'onduleur. En **Q36**, si la moitié des candidats tentent une réponse, beaucoup produisent des tableaux inexacts, faute d'indiquer les intervalles temporels ou en utilisant un nombre de séquences inadapté. À l'inverse, ceux qui s'appuient sur le schéma de l'onduleur et le chronogramme de la tension  $v_{ch}(t)$  répondent correctement, en respectant les consignes. Le jury apprécie les copies qui rappellent qu'il ne faut ni court-circuiter le générateur, ni laisser la charge en circuit ouvert. Ces contraintes, lorsqu'elles sont explicitement formulées, témoignent d'une réelle maîtrise du sujet et sont valorisées.

### 5.4. Conclusion

Le jury observe une nette corrélation entre la qualité de la rédaction, de l'argumentation et la note obtenue.

Certaines copies se distinguent par leur rigueur, leur clarté et la justesse des raisonnements : elles témoignent d'une solide préparation et d'une capacité réelle à réussir dans des études scientifiques exigeantes.

Le jury encourage les futurs candidats à développer ces compétences tout au long de leur formation, gage de réussite au concours comme dans la suite de leur parcours. Ce développement repose avant tout sur un travail régulier et approfondi des bases du cours et des méthodes. Un tel travail de fond, patient et persévérant, est la clé pour construire des raisonnements solides, gagner en aisance et aborder les épreuves avec sérénité.

## 6. Sciences industrielles de l'ingénieur

### 6.1. Introduction

Le support d'étude de l'épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur de la session 2025 est un avion léger biplace, l'Elixir, conçu par une entreprise française Elixir Aircraft pour les besoins en particulier de la formation des pilotes. Le sujet porte plus spécifiquement sur la conception du pilote automatique utilisé dans le contexte des vols de croisière. Les fonctionnalités considérées sont restreintes à la stabilisation de l'avion et à l'asservissement des vitesses horizontale et verticale au regard des vitesses de consigne.

L'organisation du sujet et le questionnement choisi amènent les candidats au développement des modèles dynamiques, puis à la conception des chaînes d'asservissement. Les modèles sont recherchés selon deux formulations : un modèle non linéaire, issu directement de la mise en équations du comportement de l'avion, puis un modèle tangent obtenu par linéarisation autour d'un point de fonctionnement. Le premier modèle a comme objectif « classique » la validation des structures de commande retenues ; le deuxième modèle vise quant à lui le calcul des différents paramètres de réglage associés.

L'originalité des modèles dynamiques en jeu est leur caractère multivariable avec deux chaînes couplées. Le questionnement est conçu de façon à rester strictement dans le programme de la filière PSI, si besoin en adoptant des hypothèses simplificatrices. Pour cela, l'analyse et la synthèse des lois de commande sont fondées sur les approches fréquentielles présentes au programme de la filière PSI, même si une approche par représentation d'état, plus adaptée et usuelle en aéronautique, peut être envisagée tout en restant dans le programme de la filière et en exploitant les compétences multidisciplinaires des candidats.

### 6.2. Analyse globale des résultats

La majorité des candidats traite l'ensemble des parties, même si la totalité des questions est difficilement faisable de par la difficulté et la longueur du sujet. Certains candidats abordent le sujet de façon exhaustive avec un niveau de réponse très élevé et atteignent un taux de réussite très important. Ceci montre leur capacité à appréhender très rapidement une problématique complexe, s'approprier les objectifs et enfin s'inscrire dans une démarche les menant de la modélisation de systèmes dynamiques à la conception des lois de commande.

La démarche pour la mise en place des modèles dynamiques se révèle discriminante pour cette session. Cette étape, objet du questionnement de la première partie du sujet, met les candidats en difficulté et une partie d'entre eux n'aboutit pas à un résultat cohérent par manque de rigueur. En ce sens, trop peu de candidats adoptent, et retrouvent sur leur copie, une démarche structurée et rigoureuse d'application des théorèmes généraux, ce qui les conduit souvent à des résultats erronés, tant des projections que de l'homogénéité ou encore au niveau des signes. Ce constat est particulièrement mis en évidence dans les calculs des moments dynamiques nécessaires à la définition des modèles recherchés.

La conception des lois de commande montre un niveau de réussite plus élevé dans l'ensemble. Les résultats sont toutefois contrastés. Si la partie analyse et la synthèse algébrique de paramètres sont relativement bien réussies (manipulation des schémas-bloc, analyse de stabilité, etc.), les parties de modélisation et de synthèse fréquentielle ont été discriminantes en raison,

en particulier, de la difficulté pour certains candidats de manipuler et/ou calculer les réponses fréquentielles des fonctions de transfert (en particulier de la phase).

De façon systématique, des questions de synthèse globale sont proposées aux candidats de façon à évaluer leur prise de recul et leur maîtrise de la problématique. Pour cette session, le niveau de réussite est en progrès. Une part importante des candidats ayant abordé ces questions regarde les bons indicateurs tout en se référant aux exigences du cahier des charges (cette observation est cependant à relativiser dans le cas de synthèses partielles à différentes étapes du sujet). Le jury note également de bonnes réponses de certains candidats à la dernière question où il leur est proposé d'analyser la robustesse de la loi de commande et d'imaginer une évolution en vue de l'améliorer.

### 6.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Le jury attire l'attention des candidats sur le besoin de qualité dans la rédaction et note pour cette session une baisse du niveau de la qualité graphique : ratures multiples couvrant parfois une page entière, écritures illisibles et/ou phrases incompréhensibles, symboles mathématiques ambigus (+ superposé avec – par exemple), allers/retours incessants entre questions, absence de numérotation des questions, résultats non encadrés, conclusions parfois opposées aux constats effectués par le candidat, etc., et parfois une orthographe approximative et malmenée.

Le jury rappelle l'importance qui est attribuée aux justifications argumentées et exhaustives des hypothèses, l'énoncé des savoirs et la conduite des démarches utilisées lors du traitement des questions. En ce sens, certaines questions sont traitées beaucoup trop rapidement sans aucune explication sur les hypothèses utilisées ou les résultats fournis. Il est rappelé qu'en ingénierie, la démarche qui conduit à un résultat est toute aussi importante que le résultat lui-même, surtout dans un objectif de rétro-analyse *a posteriori* d'un résultat. D'une façon récurrente aux sessions précédentes, le jury note que l'argumentation, la précision et la rigueur dans la construction des réponses aux questions sont indispensables. Un résultat sans les justifications minimales nécessaires n'est pas valorisé.

#### 6.3.1. Comportement dynamique de l'avion

Cette partie, (**Q1-Q10**), amène les candidats à définir les modèles dynamiques nécessaires à la conception des lois de commande : modèles non linéaire et linéarisé utilisés respectivement pour la validation et le calcul des paramètres des lois de commande. Les questions (**Q1-Q3**) permettent aux candidats de déterminer le point de fonctionnement (pour un vol de croisière) nécessaire pour déterminer dans la suite le modèle linéarisé. L'ensemble des candidats traite ces questions mais très souvent de façon incomplète et inégale. En particulier dans (**Q1**), les candidats font des erreurs dans les projections, ne projettent pas dans la base proposée dans le sujet ou encore n'exploitent pas les hypothèses du sujet et alourdissent inutilement leurs développements avec des variables nulles. La question (**Q2**) n'est réussie que par un faible nombre de candidats car une part importante d'entre eux ne pense pas à exploiter le théorème du moment statique. Enfin, le jury constate un nombre d'erreurs de calcul très élevé dans les applications numériques (**Q3**), par exemple par oubli de conversion des degrés en radians. Aussi, le jury conseille aux candidats de ne pas négliger les calculs numériques lors de la préparation des concours, d'être vigilants sur les valeurs numériques déterminées : connaître les valeurs approximatives des grandeurs physiques manipulées est indispensable pour un ingénieur (des vitesses d'avion de  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ou  $12\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ne sont pas réalistes et doivent éveiller un doute).

L'ensemble des questions (**Q4-Q9**) constitue une étape importante dans la démarche de la mise en place du modèle dynamique de l'avion. Il s'agit ici d'un modèle multivariable couplé, avec deux entrées de commande (la force développée par la chaîne de motorisation et l'angle de la gouverne de profondeur) et deux sorties (les vitesses horizontale et verticale). Les questions (**Q4-Q6**) font appel au théorème de la résultante dynamique (TRD) et sont très souvent abordées mais avec difficultés par beaucoup de candidats. Le jury note des erreurs de la part de certains par manque de rigueur dans les développements calculatoires : oubli de bien préciser le bilan des actions mécaniques extérieures, résultat exprimé dans une mauvaise base et parfois oubli de la masse dans l'application du TRD. En complément, beaucoup de candidats lisent trop rapidement le sujet et ne donnent pas tous les éléments de réponse demandés explicitement (par exemple en **Q4** quasiment la moitié des candidats n'a pas donné les expressions demandées dans le repère  $R_A$  alors que c'était explicitement attendu). Une part trop faible de candidats liste les AME en **Q5** et par là même ne pense pas à ajouter la force de perturbation qui n'est plus nulle dans cette partie.

Le calcul du moment dynamique (**Q8**), nécessaire pour obtenir la dernière relation permettant de caractériser complètement le système, pose des difficultés importantes à de nombreux candidats (typiquement mauvaise méthode pour calculer le moment dynamique ou encore vecteur vitesse faux). Il ne s'agit pourtant que d'un solide en rotation autour d'un axe dont la direction est fixe par rapport à un référentiel galiléen. Une majorité de candidats tente de calculer dans un premier temps le moment cinétique puis dynamique au point  $A$ . Cette méthode, lourde et fastidieuse, n'aboutit presque jamais. La matrice d'inertie étant donnée au point  $G$  et l'accélération ayant été préalablement calculée, il est préférable de calculer les moments cinétique et dynamique au point  $G$  avant un transfert en  $A$ . Au regard des difficultés observées dans cette étape, le jury rappelle l'importance d'une démarche rigoureuse pour résoudre un problème de dynamique, notamment la nécessité de préciser le système isolé et faire un bilan rigoureux des actions mécaniques extérieures.

La question de synthèse intermédiaire, (**Q10**), invite les candidats à comparer les réponses des deux modèles, non linéaire et linéarisé, à des sollicitations sur les entrées de commande. L'objectif est de valider le modèle linéarisé pour la phase de conception des lois de commande. Beaucoup de candidats n'exploitent pas les indications du sujet et l'intérêt d'un modèle linéaire par rapport à un modèle non linéaire est en conséquence trop souvent mal analysé. Ces candidats montrent une incompréhension de la démarche de modélisation globale du sujet qui permet l'étude d'un système caractérisé par des équations non linéaires via une approximation linéaire autour d'un point de fonctionnement. Cela se traduit par des réponses non pertinentes dans lesquelles modèles non linéaire et linéarisé sont parfois comparés comme deux alternatives distinctes alors que la question est de savoir si le modèle linéarisé est une approximation réaliste du modèle non linéaire ou non. Le jury note aussi un manque de synthèse et de concision des réponses sur ce type de questionnement où il est nécessaire de vérifier plusieurs critères. Le jury conseille pour ce type de questions d'utiliser une liste ou un tableau, comme certains candidats le font, plus synthétique et clair qu'une longue phrase.

### 6.3.2. Étude de la chaîne cinématique de la gouverne de profondeur

Il s'agit dans cette phase (questions (**Q11-Q14**)) de déterminer la caractéristique statique de la chaîne de commande et de transmission de l'angle de la gouverne de profondeur. Les candidats sont invités à proposer dans un premier temps une méthode permettant d'obtenir la relation entrée/sortie de la chaîne cinématique (**Q11**). La majorité d'entre eux n'arrive pas à identifier toutes les relations cinématiques dans un mécanisme (**Q11**), alors qu'un graphe de structure permet de les identifier facilement. Dans un deuxième temps, la question (**Q12**) amène les candidats à déterminer une solution analytique d'une des fermetures. Si la boucle est identifiée, la

question est souvent bien traitée et la recherche de la relation sur une fermeture est généralement bien déterminée aboutissant ainsi à une relation statique non linéaire liant les angles d'entrée-sortie recherchés.

Pour résoudre l'équation obtenue, une approche numérique par dichotomie est proposée. La question ainsi posée (**Q13**) est de faible difficulté, mais de nombreux candidats ne sont pas capables de proposer un algorithme de dichotomie entièrement correct sous la forme d'une procédure Python. Le jury est resté tolérant sur l'évaluation de la syntaxe du code écrit à condition que l'algorithme envisagé soit correct et compréhensible.

Une conclusion intermédiaire, objet de la question (**Q14**), complète cette partie et vise à proposer une approximation simple de la caractéristique d'entrée-sortie. Dans l'ensemble, l'expression approchée de la loi est bien identifiée mais peu de candidats proposent des indicateurs pertinents permettant d'évaluer, ou de borner, l'erreur d'approximation.

### 6.3.3. Réglage du pilote automatique

La conception des lois de commande fait partie des questions (**Q15-Q29**). Il s'agit dans cette étape de synthétiser les correcteurs des deux chaînes d'asservissement des vitesses horizontale et verticale. Une particularité de ce système est sa structure multivariable et les deux chaînes sont ainsi couplées. Toutefois la structure de commande reste monovariable avec un correcteur proportionnel-intégral pour chaque chaîne.

Le calcul des paramètres du correcteur de la chaîne d'asservissement de vitesse verticale fait l'objet des questions (**Q15-Q19**) et exploite une approche fréquentielle en boucle ouverte. Le modèle considéré est supposé être monovariable, le couplage de la deuxième chaîne est interprété comme une entrée de perturbation. Ces questions se révèlent les plus discriminantes dans l'étape de conception des lois de commande.

En (**Q15**), il s'agit de proposer une approximation, valide sur une plage de pulsations limitée, de la réponse fréquentielle de la fonction de transfert entre l'angle de gouverne de profondeur et la vitesse verticale. Peu de candidats ont correctement analysé la valeur de la phase. Ceci est pourtant indispensable pour justifier le signe négatif du gain. Le calcul des paramètres du correcteur, objet des questions (**Q17-Q18**), est assez discriminant en raison du calcul souvent faux de la phase et donc de la marge de phase. Beaucoup de candidats oublient, ou ne voient pas, la présence d'une rotation de 180 degrés (terme  $\frac{1}{p^2}$ ) dans l'expression de la phase. Certains candidats arrivent à la bonne expression mais en masquant des erreurs de calcul, ce qui est inacceptable. La question (**Q18**) montre des difficultés d'une partie des candidats à déterminer correctement l'expression du gain d'une fonction de transfert. Une erreur de certains d'entre eux est de tenter ici de régler la marge de gain au lieu de la marge de phase. L'analyse des performances, objet de la question (**Q19**), ne pose pas de problème particulier même si certains candidats ne pensent pas à comparer précisément les valeurs obtenues avec les exigences du cahier des charges. Pour pallier les difficultés rencontrées, le jury conseille aux candidats de travailler sur la synthèse fréquentielle en boucle ouverte. La tendance observée de vouloir utiliser une synthèse purement algébrique en boucle fermée n'est pas la seule et ne permet pas d'assurer facilement des exigences de robustesse.

Le calcul des paramètres du correcteur de la chaîne d'asservissement de vitesse verticale fait l'objet des questions (**Q20-Q29**). L'approche proposée est purement algébrique et dans l'ensemble assez bien réussie. Certains candidats font intervenir la grandeur de perturbation dans l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée en (**Q20**), question très simple, montrant ainsi une absence de maîtrise de cette notion. Les questions (**Q21-Q22**) sont plutôt bien

traitées même si le jury observe des réponses parfois confuses, un manque de rigueur de certains candidats qui rend la lecture difficile et une présentation de la méthode incomplète avec un résultat souvent « parachuté ». L'approximation fréquentielle en (**Q24**) est parfois justifiée de façon superficielle et incomplète, une partie des candidats ne fait pas référence aux plages de pulsations considérées. Une réponse pertinente nécessite de prendre en compte la pulsation de cassure de la fonction de transfert à approcher, au regard de la plage de pulsations pour laquelle l'approximation est effectuée. L'ensemble des questions (**Q25-Q28**) ne présente pas de difficultés, la justification de la stabilité manque parfois de rigueur ou est incomplète. Par exemple : l'ordre 2 de l'équation caractéristique n'est que rarement mentionné pour justifier la stabilité par l'étude des signes des coefficients ou les pôles ne sont pas calculés lorsque le candidat conclut à partir des emplacements polaires. À la question (**Q29**), seule l'analyse de la fonction du deuxième ordre est globalement réalisée et souvent de manière incomplète (le tracé seul n'est pas suffisant et il est nécessaire de positionner des informations sur le tracé, ou des commentaires, telles que le temps de réponse ou la tangente à l'origine).

#### 6.3.4. Synthèse globale

Deux questions invitent les candidats à proposer une synthèse portant sur l'ensemble du sujet. La question (**Q30**) plus proche du déroulé de l'épreuve et en lien direct avec les exigences du cahier des charges, demande aux candidats d'effectuer un bilan sur l'ensemble des critères de performance. Il est nécessaire pour cela d'analyser les comportements en régime permanent (écart vis-à-vis de la consigne) et transitoires (temps de réponse à 5 %) au regard des exigences et enfin le couplage/découplage des boucles. Dans l'ensemble cette question est bien traitée, parfois d'une façon incomplète et les niveaux de performances ne sont pas systématiquement quantifiés. Le jury conseille aux candidats de prendre en compte les exigences du cahier des charges et procéder à une évaluation quantifiée lorsque les critères de performance sont également quantifiés. Les candidats font parfois une analyse confuse avec des informations inutiles.

La question (**Q31**) est une ouverture de l'étude. Elle porte d'une part sur une analyse de robustesse de la loi de commande au regard de la variation de la densité de l'air, d'autre part invite les candidats à proposer une solution permettant d'assurer le niveau de performance (par exemple l'amortissement des pôles) au regard de la variation de la densité de l'air. Les candidats qui abordent cette question arrivent à exploiter le lieu des pôles fourni, parfois avec des conclusions maladroites, mais avec un effort de compréhension des évolutions montrées. Une conclusion pertinente nécessite de mobiliser des compétences de l'automatique et non seulement de constater la variation d'une grandeur. Ainsi, dans les conclusions à faire ressortir, il s'agit de mettre en évidence la stabilité (les pôles sont à partie réelle négative quelle que soit la densité de l'air), la diminution du coefficient d'amortissement lorsque l'altitude augmente et le non respect du niveau d'amortissement souhaité au delà d'une certaine altitude. Certains candidats proposent des solutions pertinentes, l'une d'elles fondée sur l'adaptation des paramètres de la loi de commande à la densité de l'air ou de l'altitude.

### 6.4. Conclusion

Le jury souhaite rappeler la conclusion des précédentes sessions car elle reste opportune : « *Les sujets de sciences industrielles pour l'ingénieur sont construits autour d'une problématique industrielle. Structurés avec une colonne vertébrale et un fil conducteur, ils proposent une progression dans la démarche globale de compréhension du système, d'analyse, de modélisation et de validation. Ainsi, les candidats qui papillonnent, en ne traitant pas les problèmes dans l'ordre, éprouvent davantage de difficultés à répondre aux questions. Le jury rappelle tout le bénéfice que les candidats peuvent tirer de la lecture complète du sujet avant de commencer proprement*

*la rédaction* ». Ce constat prend une importance particulière dans les questions de synthèse, partielle ou globale, où la prise de recul est indispensable et dans les propositions évolutions des solutions proposées pour améliorer un niveau de performance ou de service.

La validation de l'étude en sciences industrielles pour l'ingénieur est conduite par l'analyse de l'écart entre les performances attendues, exprimées sous la forme d'exigences, et les performances issues de simulations, calculées au fil des questions ou de résultats expérimentaux fournis. Le jury ne peut se satisfaire de réponses superficielles, l'analyse doit être conduite avec rigueur et méthode. L'écart ne peut être que la distance entre les niveaux attendus et ceux réalisés pour un critère clairement identifié et **caractérisé par une métrique**. Le jury conseille donc de lire attentivement le cahier des charges pour identifier les critères et les niveaux d'exigence demandés. En conclusion, il attend qu'ensuite, les candidats se prononcent d'une façon argumentée sur la pertinence de la solution et les analyses quantifiées lorsque cela est possible.

Comme chaque année, le jury se réjouit de trouver d'excellentes copies qui sont manifestement le fruit d'un travail soutenu et de compétences affirmées. Par la qualité de leur prestation, ces candidats valident la longueur et l'adéquation de l'épreuve au public visé. Par leur exemple, ils encouragent les futurs candidats et leurs enseignants à persévérer dans la voie de l'excellence de la préparation. En cela, il veut transmettre aux candidats et aux enseignants qui les forment, des félicitations méritées. Ceci conforte le jury quant à l'orientation prise des sujets et à leur contenu.

## 7. Rédaction

### 7.1. Introduction

Un texte de Pierre GUENANCIA, tiré de son essai philosophique *L'Homme sans moi* (PUF, 2023), était offert à la réflexion des candidats. La dissertation invitait à commenter une phrase capitale de l'extrait : « L'idéologie de l'appartenance prive les individus de la possibilité d'échanger leurs rôles et de s'objectiver sous une autre forme que celle, dans le fond artificielle, appauvrissante et décevante, *du moi*. »

L'auteur propose, dans cet ouvrage récent, une lecture nouvelle, ontologique et politique, des valeurs authentiques et constructives de l'altruisme : il rejette fermement les comportements communautaristes, vus, quelle qu'en soit l'échelle, comme délétères et intolérants. La communauté devrait garantir la constitution d'un individu complexe, mobile, ouvert, que le texte nomme « Je critique », capable de remettre en question les représentations simplificatrices du monde, qui conduisent au conflit. Elle échoue pourtant, ou renonce, à remplir cette fonction.

Les candidats étaient invités à saisir et à commenter cette thèse à partir de leur réflexion plus générale sur le thème et d'un corpus qui inscrivait le propos dans la perspective du temps long. Les capacités de compréhension, de manipulation de concepts, de mobilisation de connaissances et de références précises, d'expression d'une pensée synthétique et argumentative pouvaient ainsi être évaluées avec finesse.

### 7.2. Analyse globale des résultats

Le jury constate que les candidats s'efforcent de satisfaire aux exigences techniques de l'épreuve. Les copies lacunaires, notamment celles qui ne comporteraient pas de résumé, sont rares : il est acquis que les deux exercices constituent un tout, que la compréhension du texte est la condition du traitement efficace de la dissertation.

Beaucoup de candidats ont su, malgré les difficultés que présentait le texte, identifier les étapes essentielles de la réflexion de l'auteur et en faire apparaître la continuité : cette attention au cheminement de la pensée a été récompensée. Les efforts d'appropriation, qui se manifestent dans la reformulation mais aussi dans la sélection des éléments, sont également sensibles. Les dépassements, en particulier masqués, du nombre de mots autorisés sont rares.

Le travail préalable sur le sujet de dissertation est rarement abouti : des généralités se substituent aux enjeux spécifiques de la thèse à commenter, condamnant la copie au hors-sujet. Lorsque la perspective est bonne, le plan manque souvent de dynamisme et échoue à mener la réflexion jusqu'à sa résolution. Certaines copies, heureusement peu nombreuses, surprennent enfin, et déçoivent, par la superficialité ou la naïveté de leur réflexion sur une thématique pourtant majeure et étudiée durant toute l'année. Peu importeraient, par exemple, que l'individu soit libre au sein de la communauté, pourvu qu'il soit en sécurité ; et un état autoritaire vaudrait mieux que l'individu imprévisible et en mouvement. De telles affirmations exigent au moins de la nuance.

## 7.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Il appartient aux candidats de créer les conditions propices à la meilleure communication avec le correcteur : celui-ci doit pouvoir lire la copie, non avoir à la déchiffrer. L'illisibilité, le manque de maîtrise de l'expression dévalorisent nécessairement le travail. Il n'est pas admissible que l'orthographe des noms d'auteurs, des notions liées au programme soit l'objet de fautes.

Insistons sur certaines règles de présentation. Comme le signalait déjà le rapport 2024, le jury du CCS n'attend pas que le mot « fin » figure à la fin de la copie. Aucun cadre du résumé n'est fourni pour cette épreuve : il n'est pas utile d'en reproduire la structure sur la copie, c'est même un obstacle à la lecture, qui pourrait être pénalisé. Enfin, le décompte partiel du résumé se fait tous les 50 mots. Dans la dissertation, seuls les titres des œuvres, non les noms d'auteurs, doivent être soulignés. La problématique, les citations n'ont pas à être écrites dans une couleur différente du reste.

### 7.3.1. Le résumé

La clarté du résumé est une qualité capitale : il doit se lire d'une traite. Il consiste en l'appropriation d'un texte source, la reformulation doit donc être aboutie ; elle a posé davantage de problèmes que lors des sessions précédentes. Certains termes centraux étaient certes insubstituables, tels « je » ou « moi » ; il était en revanche aisément attendu, de donner des synonymes à « solitaire » ou « généreux ». Le « nihilisme contemporain » posait des problèmes plus délicats : des reformulations habiles ont pu être valorisées. Cet exercice de style ne doit pas produire de lourdeurs : de manière générale, la tendance à substantiver des adjectifs (« le relationnel ») et à employer le vocabulaire conceptuel (« l'eccéité ») ne conduit pas à des résultats heureux. Il convient encore de mettre en garde contre l'emploi de métaphores, en particulier filées : coûteuses en mots, elles opèrent un déplacement qui risque d'éloigner de l'idée exacte. Le texte se nourrissait de références explicites à des auteurs majeurs ; seule celle à Francis JACQUES, parce qu'elle constitue une véritable étape de la réflexion, méritait qu'on envisage de la conserver.

La structure du résumé mérite toujours une grande attention. Un résumé en un seul paragraphe ou éclaté au contraire en une myriade de paragraphes ne saurait traduire efficacement la progression de la pensée de l'auteur. Une organisation en trois paragraphes s'imposait ici : c'est celle que les candidats ont le plus souvent choisie.

Le texte de Pierre GUENANCIA commence par une mise au point selon laquelle l'individualité de tout être, expression d'une unicité personnelle et créative, intérieurise pourtant une forme de *commun*, une dimension universelle absolue de l'altruisme, partagée entre tous les êtres. L'auteur s'appuie alors sur une hypothèse de Francis JACQUES : le lien social purement formel entre des individus qui se situeraient à des places distinctes mais interchangeables fait émerger la notion essentielle de réciprocité. À partir de là, Pierre GUENANCIA peut valoriser la nature généreuse et pacifique du lien entre individus, qui aurait le pouvoir d'enrayer la formation de groupes communautaires politisés. Il dénonce la prolifération de faux moi, qui alimentent des logiques autoritaires d'appartenance et de fermeture dogmatique et identitaire. À l'inverse, l'acte généreux, magnifique et discret, d'un individu à un autre, en dehors de toute institution, en dehors de toute ambition égoïste, relève de l'existence d'un moi pré-social, humain et altruiste. Évoquant les ravages qui menacent le monde actuel, Pierre GUENANCIA pointe enfin la responsabilité de ces moi tyranniques, invasifs et hypertrophiés, déjà décrits au second paragraphe. Grégaires, obsidionaux, ces moi illusoires sont, dans le repli égocentré, séparés des autres. Dès lors, Pierre GUENANCIA énonce sa thèse, le sujet de la dissertation : « l'idéologie de l'appartenance prive les individus de la possibilité d'échanger leurs rôles et de s'objectiver sous une autre forme que

celle dans le fond artificielle, appauvrissante et décevante *du moi* ». La conclusion de Pierre GUENANCIA est grave, sans appel : le moi substitué au Je mène au pire, la manifestation d'un Je critique, social et lucide s'impose absolument.

Les résumés les moins réussis sont ceux qui font preuve de myopie et transcrivent argument après argument, dans une maladroite logique de copié-collé, sans accéder à la logique d'ensemble. Il est donc essentiel de savoir lier les idées de manière à les rendre aussi compréhensibles que celles du texte source, et à faire ainsi du résumé un exercice d'intelligence éclairante. Des connecteurs sont attendus, sans abus, en particulier à l'articulation des paragraphes. Il faut qu'ils soient logiques, non chronologiques, et qu'ils mettent en évidence un lien effectif. Un déictique (« ce phénomène », « cette situation », etc.) peut d'ailleurs suffire, ce qui permet d'éviter une certaine lourdeur dans les enchaînements et d'économiser des mots.

La partie du texte qui servira de support à la dissertation ne doit surtout pas être négligée : elle a été choisie parce que des enjeux s'y nouent. De même, la fin du texte n'est pas arbitraire : elle est le véritable aboutissement d'une argumentation, une conclusion qui doit également être traitée avec égards.

Il n'est apparemment pas inutile de répéter que le nombre de mots utilisés dans le résumé est vérifié et que les dépassements sont sanctionnés. Le décompte final doit être sincère, même s'il signale un dépassement.

### 7.3.2. La dissertation

Le jury apprécie les efforts d'analyse du sujet de dissertation accomplis dans l'introduction. Encore faut-il qu'elle soit menée avec méthode. Synthétique, elle ne mime pas le travail de questionnement dont elle est la synthèse ; elle doit conduire à une problématique unifiée, éviter la litanie de six ou sept questions successives, qui traduisent une incertitude persistante. Pour saisir les enjeux, l'analyse doit se faire au jour du texte à résumer : les deux exercices sont complémentaires et l'attention au texte permettait en particulier, cette année, de définir les notions centrales. On évitait de confondre le « moi » avec l'individualisme, l'« idéologie de l'appartenance » avec le *sentiment* de l'appartenance. Il ne s'agissait pas non plus de définir pour lui-même chacun des termes du sujet, qui maniait cette année de nombreux concepts. Le risque était alors, là encore, de faire éclater l'introduction, envisagée d'une longueur raisonnable de 300 à 350 mots.

Deux aspects pouvaient mobiliser l'attention des candidats et esquisser les enjeux principaux de la réflexion : la violence de la coercition communautaire et son effet délétère et déformant sur l'individu. Celui-ci n'est plus en mesure d'« échanger les rôles », de « s'objectiver » pour se représenter l'autre dans le collectif. Il est donc condamné à voir sa nature prometteuse s'éloigner, s'altérer, car la communauté idéologique la lui vole. Il épouse désormais les contours aliénants d'un individu fabriqué, manœuvré par les gestes et les attentes arbitraires que lui impose une communauté à coloration communautariste. L'individu devient artificiel sous les injonctions d'une collectivité qui n'a que faire de sa nature spontanée, présociale, constructive, oblatrice. Le repli du Je et le surgissement du moi provoquent alors l'appauvrissement de l'individu. La déception ontologique s'ensuit.

La dissertation pouvait alors interroger le caractère inévitable de l'échec de la communauté décrit ici par GUENANCIA, en se demandant par exemple si celle-ci est vouée à enfermer les individus dans une identité réductrice : n'est-elle pas plutôt, malgré ses défauts actuels, le lieu possible d'émergence d'un Je critique ?

La réflexion doit proposer une véritable progression, en trois ou deux parties. Certains plans sont à cet égard décevants, parfois malgré une problématique intéressante. Le plan attendu commence par valider la thèse de l'auteur avant de lui opposer des objections mais ce deuxième temps ne

doit pas constituer un renversement contradictoire : la communauté est émancipatrice dans la première partie, elle ne l'est pas dans la deuxième ; elle rend égoïste, elle rend altruiste, etc. Cette binarité est particulièrement dangereuse dans un plan en deux parties : elle enferme la réflexion voire l'annule. L'objection ne doit pas non plus reposer sur des cas particuliers contingents, de personnages qui *peuvent* échanger leurs rôles. Enfin, le plan ne doit pas segmenter la question, en examiner partie après partie les aspects successifs.

Les candidats ont su, pour la plupart, bien déceler les aspects asphyxiants de communautés qui « étouffent », « figent », « répriment », « neutralisent », « homogénéisent » les existences des membres qui la composent et dont les singularités sont « diminuées », et les potentialités ainsi « limitées ». L'illustration de la thèse est donc convenable dans les copies soucieuses de respecter la méthode de la dissertation.

Les deuxièmes parties les mieux réussies ont su proposer des objections pertinentes et efficaces pour faire ressortir les limites de la thèse de GUENANCIA : c'est dans la communauté et dans le rapport à l'autre qu'il trouve des moyens d'épanouissement et de développement de soi. Certaines très bonnes copies ont bien montré les qualités empathiques d'êtres envisageant leur communauté comme lieu d'une rencontre authentique avec l'altérité. La réflexion a alors pris appui sur des figures héroïques mais aussi sur des figures « marginales », « décentrées » d'elles-mêmes parce qu' « excentrées » et occupant une position intermédiaire leur permettant de dessiner leur cadre propre, d'exercer leur liberté individuelle, mais aussi de circuler entre communautés et de s'ouvrir à l'autre. De très bonnes copies ont en outre montré que le fait de « ne pas échanger les rôles » finissait par scléroser la communauté.

Si beaucoup de copies ne comportent pas de troisième partie, on ne peut que saluer l'effort de certains candidats pour proposer un dépassement du sujet, qui parfois peut reprendre des éléments de la première partie mais qui parvient souvent à élargir le raisonnement en interrogeant la manière par laquelle l'individu peut éprouver une forme positive du moi au sein de communautés justes et équitables, favorisant l'esprit critique, la liberté d'être et de penser. La démocratie a ainsi pu être analysée avec profit comme « modèle de communauté non-étriquée ».

Il convient que la copie soit, du début à la fin, attentive au sujet. La problématique est la formulation d'un axe d'examen, pas la substitution d'un problème à un autre. Un tel déplacement est parfois engagé dès l'amorce, qui renvoie à un sujet traité en classe : certaines copies citent Nietzsche en ouverture (« Toute communauté, un jour, quelque part, d'une manière ou d'une autre, rend "commun" ») et n'auront de cesse ensuite de rabattre sa thèse sur celle de GUENANCIA ; c'est se condamner au hors-sujet. La dissertation n'est pas le lieu d'une récitation de cours ni d'une discussion générale sur le thème : elle est le déploiement d'une pensée personnelle informée qui examine une proposition singulière.

Les copies qui ne perdent pas de vue les mots-clés du sujet, qui y reviennent pour les confronter aux œuvres (notamment la notion d' « idéologie » ou les termes « appauvrissant », « décevant », etc.) assurent et manifestent le lien continu au sujet. Non seulement elles cadrent mieux les enjeux du sujet mais elles vont plus loin dans leur analyse. Cela donne une véritable dynamique au propos, à condition cependant que ce retour des notions soit sincère et pas purement formel, qu'un terme ne soit pas pris pour un autre, « appartenance » pour « communauté », « idéologie » pour « sentiment ».

L'usage des exemples, très abondants pour un tel sujet, permettait de bien distinguer les copies. Certaines références rares et passionnantes ont pleinement rempli leur fonction argumentative grâce à un commentaire efficace, qui mettait en évidence leur lien avec l'idée soutenue. On a pu lire ainsi de beaux développements sur la « scène des boucliers », mettant en évidence le rôle attribué à chacun des guerriers, le dépassement du moi chez les Thébains puisque les héros de Thèbes sont moins individualisés que les héros argiens. Le commentaire mobilise cependant trop rarement les outils de l'analyse littéraire, par exemple l'emploi du discours indirect libre chez

Wharton, procédé de déplacement du narrateur avec distance subtilement critique. Cette prise en compte du caractère littéraire des textes est pourtant une attente importante de l'épreuve.

Les références narratives tendent à être privilégiées, y compris dans le texte de SPINOZA, qui ne joue plus pleinement sa fonction de contribution philosophique : *l'histoire* des Hébreux est abondamment citée, la biographie de l'auteur aussi. Cela revient souvent à privilégier l'illustratif et le contingent et à se priver de notions conceptuelles, qui émergent aussi des textes littéraires (l'ancrage territorial chez ESCHYLE, la fonction du rituel chez WHARTON) et étayent plus solidement la réflexion.

Chacun des auteurs (et chacune des œuvres) doit être convoqué tout au long de la copie : une sous-partie ne saurait se contenter d'une référence à un seul texte. Les œuvres doivent au contraire être l'objet d'une confrontation qui tient compte des singularités (historiques, génériques) de chacune. À ce dernier égard, le manque de prise en compte des spécificités du théâtre et de la cité grecque est regrettable. C'est en effet la reconnaissance de chacun des textes qui permet de ne pas les confondre hâtivement. On compare les Hébreux aux Thébaines et à ANTIGONE sans jamais signaler, ne serait-ce que par un modalisateur, que cette comparaison se justifie seulement avec quelques précautions. Certes ANTIGONE et Mrs MINGOTT sont des figures d'indépendance (relative) mais elles ne sont pas réductibles l'une à l'autre. Tous les « de même chez... », signe d'un écrasement des textes qui annule la nécessité de se référer aux uns et aux autres, devraient être bannis. La confrontation des auteurs est précieuse et fructueuse en ce qu'elle fait apparaître le propre de chacun : c'est presque une mise en abyme du sujet.

## 7.4. Conclusion

Les candidats connaissent l'importance de l'épreuve de rédaction au Concours Centrale-Supélec : ils la préparent et s'y soumettent avec sérieux. Elle nourrit leur réflexion sur les grands enjeux contemporains, contribue à leur culture philosophique et littéraire, leur fournit des outils d'analyse, consolide leur maîtrise de l'expression et de l'argumentation. Elle est à tous ces égards complémentaire de leur formation de futurs ingénieurs et chercheurs. C'est dans cet esprit qu'elle doit être abordée.

## 8. Anglais

### 8.1. Introduction

Le dossier proposé cette année pour les filières MP, PC, PSI et MPI s'articulait autour du thème à la fois ancien et résolument contemporain de la quête de longévité, voire d'immortalité. Reflétant des préoccupations immémoriales, telles que la peur de la mort et le désir de transcender la condition humaine, le dossier s'appuyait cependant sur l'actualité récente pour montrer comment la perspective de la mort, notamment sous son incarnation dans la figure de « la grande faucheuse » ( “the Grim Reaper”, en anglais), a récemment glissé des domaines de la spiritualité ou du fantasme vers les sphères scientifique et économique, en particulier du fait de l'action et de l'obsession de quelques milliardaires de la Silicon Valley.

Se situant à la croisée des sciences, de l'économie, de la philosophie, de l'éthique, et des préoccupations environnementales, ce dossier engage une réflexion sur les promesses de la science, les limites du progrès, ainsi que les apports et les dérives possibles d'un fantasme technologique devenu réalité potentielle.

Il se compose de trois textes informatifs et argumentatifs, et d'un dessin de presse satirique, qui se répondent, se complètent et se nuancent. Dans un extrait adapté d'un essai publié sur la version numérique du magazine *Open*, l'historien Yuval Noah HARARI développe une réflexion approfondie sur l'évolution du rapport à la mort, qui, de fatalité, serait devenue simple défaillance technique, que la science est en passe de corriger. Il expose la logique selon laquelle, depuis la déclaration universelle des droits de l'homme, la sanctification de la vie humaine a conduit naturellement à faire de l'immortalité un objectif légitime, voire moralement impératif.

Sam SHEAD documente pour *CNBC* les efforts de plusieurs figures majeures de la Silicon Valley pour financer la recherche sur la longévité. L'article soulève la question fondamentale, qui trouve un écho dans les trois autres documents, de la portée de ces investissements : s'agira-t-il de progrès pour l'humanité ou simplement de privilège pour une élite ?

Dans un reportage narratif pour *The Los Angeles Times*, la journaliste Andrea CHANG s'intéresse à la figure du millionnaire californien Peter DIAMANDIS et à son recours à la technologie pour optimiser son corps (ce que l'on nomme le biohacking). Elle décrit les routines extrêmes et les motivations à la fois pragmatiques (enjeux financiers) et fantasmagoriques (la conquête spatiale) liées à l'industrie de l'anti-vieillissement, tout en suggérant les doutes scientifiques quant à l'efficacité réelle des méthodes décrites.

Enfin, la caricature de Ben JENNINGS pour *The Guardian* reprend avec beaucoup d'ironie, dans une vision à la fois prospective et dystopique, certains des éléments ci-dessus. On y retrouve les milliardaires de la Silicon Valley, sous les traits d'un Jeff BEZOS biohacké, en combinaison spatiale, annonçant à un employé, visiblement blasé, que l'immortalité permettra de le faire travailler éternellement, et de générer ainsi des profits infinis pour Amazon. En arrière-plan, « la grande faucheuse » peine à tirer un chariot, suggérant qu'elle a été contrainte de changer de métier et sert désormais l'entreprise de BEZOS, dont le logo, à mi-chemin entre un sourire et une courbe à la hausse, vient remplacer la lame de la faux fatidique. La scène, située dans un entrepôt Amazon plongé dans l'obscurité, où un seau fait office de lieu d'aisance, laisse entrevoir que la longévité ne sera pas synonyme de progrès universel : libération pour le milliardaire qui, une fois immortel, pourra se consacrer à la conquête d'une nouvelle planète, elle ne sera qu'un asservissement supplémentaire pour le commun des mortels, quand bien même il serait devenu immortel.

Cela étant posé, la logique interne du dossier invitait donc à une exploration progressive de la quête d'immortalité, en incorporant les points de vue exprimés dans les différents documents, à la fois dans une perspective chronologique, idéologique, technologique, pratique, individuelle, sociétale, et morale ou éthique, sans oublier le recul humoristique suggéré par JENNINGS, dont le cartoon vient désamorcer la solennité de tous ces enjeux abstraits.

## 8.2. 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 et s'efforce de croiser les documents dans un développement aux parties distinctes et facilement identifiables.

En revanche, le document iconographique a été trop souvent survolé et insuffisamment mis en relation avec les autres documents, ce qui est pourtant le principe même du travail de synthèse. Si la plupart des candidats a identifié Jeff BEZOS, que mentionnent aussi SHEAD et CHANG, peu nombreux sont ceux qui ont identifié la figure de « la grande faucheuse » à l'arrière-plan, évoquée par HARARI, et moins encore sont ceux qui ont repéré le seau, évocateur de conditions de travail déplorables, en contradiction flagrante avec les propos optimistes de Peter THIEL, rapportés par SHEAD (« *dramatically improved health and longevity for all* »). Le jury insiste sur la nécessité de ces repérages, mais aussi sur le fait qu'ils ne se suffisent pas à eux-mêmes : c'est dans la mise en relation des documents que la synthèse peut prendre corps et permettre de nuancer le propos, en mettant en lumière la subjectivité des points de vue exprimés.

Le jury note aussi qu'un grand nombre de candidats n'ose ou ne parvient pas à dépasser un premier niveau de lecture littéral et à proposer autre chose qu'un plan clé en main, envisageant l'ambition du projet des milliardaires, les difficultés rencontrées, et les bénéfices escomptés. Le jury attendait, comme chaque année, qu'au-delà des évidences apparaissant en première lecture, les candidats tentent de prendre en compte certaines nuances du dossier. Un nombre non négligeable d'entre eux a cependant fait preuve d'audace en s'intéressant, par exemple, aux manières d'envisager la mort (HARARI utilise trois expressions, “*solve death*”, “*defeat death*” et “*cheat death*”), en nuançant les bénéfices, envisagés successivement sous l'angle économique, social et environnemental, ou, tout simplement, en s'efforçant de mettre à jour les questions éthiques que posent les documents, qui révèlent tous, de manière explicite ou implicite, de sérieux doutes quant aux tenants et aboutissants du projet. Le jury ne peut qu'encourager les candidats à prendre le temps de la réflexion et à choisir un axe pour leur synthèse qui mette en avant quelques nuances choisies avec précision. Seules ces nuances feront de leur restitution du dossier un discours non seulement fiable mais aussi éclairant, c'est-à-dire, dépassant le compte-rendu purement factuel, en apportant une plus-value.

## 8.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

### 8.3.1. Critères d'évaluation

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.

### 8.3.2. Conseils aux futurs candidats

#### Le titre

Un titre précis et informatif, qui indique clairement le thème du dossier, est requis. Le jury n'a constaté cette année que très peu d'oublis pour le titre, ce qui est une bonne chose puisque l'omettre fait l'objet d'une sanction. Nous insistons sur le fait qu'il est inutile de chercher des titres accrocheurs, ou des jeux de mots plus ou moins judicieux du type "*the death of death*", car cela n'éclaire en rien sur la teneur du dossier et a le défaut de tout ramener à une simple sous-thématique. Les candidats ne rédigeant pas un article voué à être publié, les meilleurs titres prendront la forme d'un syntagme ou d'une phrase simple, contenant les mots clés du dossier et résument l'idée générale. Par exemple: "*Billionaires investments in longevity: a potentially achievable but not necessarily desirable future*", ou, plus succinctement, "*Capitalism's questionable war against death*". Nous rappelons que formuler une question pour le titre n'est pas gênant, en soi, mais que cela ne peut se substituer à la formulation d'une problématique au sein de l'introduction. Par ailleurs, il est irrecevable d'utiliser deux fois la même question pour le titre et la problématique, comme c'est parfois le cas.

Au-delà du titre, le jury rappelle aux futurs candidats que celui-là est à mettre en lien avec la problématique. Nous aimerais, pour l'exemple, citer ce candidat qui a proposé comme titre "*Immortality: the existential dread beyond the sales pitch*", et comme problématique : "*what are the prospects and implications of the billionaires' search for longevity ?*"

#### Introduction et problématisation

Une introduction efficace pose le double défi de la concision et de la précision. L'exercice de synthèse invite certes à la première, mais on ne saurait 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 (par exemple la description exhaustive du cartoon dans l'introduction, ou celle de la routine quotidienne de DIAMANDIS). 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, en s'articulant les uns par rapport aux autres, soulèvent une question complexe. 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 n'est pas nécessaire. Elle peut même s'avérer laborieuse et très longue, comme lorsque certains entament leur travail par une présentation de la Silicon Valley et de son développement au fil des dernières décennies. Puisqu'il s'agit ici d'articuler le projet de longévité, si ce n'est d'immortalité, de certains milliardaires, les enjeux scientifiques que cela implique, mais aussi les questions environnementales et sociales que cela induit, il était de loin préférable d'aller chercher ce que l'on a coutume d'appeler une « accroche » dans l'un des documents. Certains ont ainsi choisi de débuter par une brève citation, par exemple celle de TENNYSON, rapportée par SHEAD (*A famous poet once wrote that "everything must die", but in a report for CNBC, Sam SHEAD suggests it may no longer be common sense*) ou encore celle qui conclut l'extrait de l'essai d'HARARI (*Eternal youth once was a fantasy, but as essayist Yuval Noah Harari points out, it seems to have become a "new market"*). Dans un cas comme dans l'autre, l'idée de la remise en cause du bon sens commun était posée d'emblée, permettant ensuite de montrer comment chacun des documents l'expliquait, 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 et l'en dispense. Il convient par conséquent de bannir les références contextuelles aux sources, dès l'introduction ainsi que dans l'ensemble de la synthèse. Des références telles que « *document 1* », « *the first document* », « *the last document* », ou encore « *doc.1* », qu'elles soient ou non entre parenthèses, sont facteurs de confusion. Pour les mêmes raisons, faire référence aux documents par leur date (« *the 2023 article* ») est à proscrire, d'autant plus quand plusieurs documents ont été publiés la même année. 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 textes nous soulignons par ailleurs que ceux-là 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 HARARI cite THIEL pour à la fois invalider ses arguments (« *teenage fantasies* ») et souligner néanmoins le sérieux du milliardaire. 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, certaines copies ont mentionné dans l'introduction l'article de *The Los Angeles Times* pour ensuite, dans le corps du développement, citer Mitchell LEE, ou Bryan JOHNSON, comme si ceux-là étaient universellement connus.

Pour davantage d'efficacité, il peut être utile de se poser a 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 pas davantage pris en considération le fait que SHEAD, en tant que correspondant à Londres, adopte un point de vue plus large que les autres, et que ce point de vue n'est neutre qu'en apparence, les avis des « experts » de l'université de Cambridge faisant largement contrepoids aux propos optimistes des milliardaires TALLIN et MELLON. À l'inverse, le jury a apprécié les remarques des candidats sur le fait que CHANG dresse un portrait tout en nuance de DIAMANDIS : tout en semblant rester impartiale et le laisser témoigner seul de ses motivations, elle intercale à ses propos des remarques émanant de Mitchell LEE, un ponte de la biotechnologie, qui relativisent très nettement le message de DIAMANDIS, et en révèlent même le cynisme. De même, le jury ne peut qu'encourager les candidats qui, face au texte d'HARARI ont pris le recul suffisant pour démontrer la réticence qu'il manifeste à l'égard de la bataille contre la mort, tout en refusant de prendre les milliardaires à la légère.

Nous engageons également avec insistance les candidats à souligner leurs sources au fil de la copie, ce qui favorise la lisibilité et la traçabilité de leur propos.

*La problématisation :*

Il semble utile de rappeler qu'on attend des candidats qu'ils accordent une attention particulière non seulement à la formulation de la problématique, mais aussi et surtout à l'articulation de la problématisation, c'est-à-dire, le lien logique entre le titre, la présentation des documents, la question qu'elle permet de soulever, et l'affichage, par les phrases d'accroche en tête de chaque paragraphe, de la démarche adoptée pour y répondre. 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 chercher à en définir les enjeux.

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 serious concerns about immortality*”. 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, « *immortality* » ne constitue qu'une sous-thématique du dossier et révèle, au fond, un cruel manque de nuance. Ce dont parle SHEAD pour *CNBC* (le projet visant à tromper la mort, ses avantages hypothétiques, ses conséquences délétères pour la planète et la société, et les questions que cela soulève pour l'avenir) n'est en effet pas identique à ce que montre JENNINGS pour *The Guardian* (l'immortalité, chimère permettant l'oppression de la majorité par une minorité incarnée par BEZOS, dont la tenue suggère la quête déjà bien avancée d'un ailleurs, une *planet B* sur laquelle cette minorité compte bien échapper au lot commun), ni comparable à ce que mentionnent CHANG (avec DIAMANDIS qui, d'une certaine manière, confesse les motivations profondes de ces milliardaires capables d'investir tous azimuts pour précisément sortir de ce lot commun, et Mitchell LEE, qui apporte une expertise scientifique permettant de relativiser la notion d'immortalité) ou HARARI (dont la réflexion articule explicitement la sous-thématique de l'immortalité et les questions économiques, sociétales et morale). En d'autres termes, l'immortalité n'est pas un fait acquis, et si les avancées scientifiques permettent d'envisager la longévité, les motivations essentiellement capitalistes du projet des milliardaires invitent les candidats (scientifiques et futurs ingénieurs) à une réflexion sur le rapport qu'entretient la science avec le bien commun et l'argent privé.

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. La problématique doit, quant à elle, rendre explicite l'enjeu de cette imbrication, en incluant 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 bataille livrée contre la « grande faucheuse » (“*can we beat death in the near future?*”) ou sur l'évolution de l'espérance de vie (“*how far can life expectancy go?*”). D'autres ont proposé des problématiques trop générales portant, par exemple, sur le rapport de force entre la technologie et le progrès (“*can the research on immortality benefit society?*”). Les problématiques binaires permettant de peser le pour et le contre de l'innovation technologique couvraient certes l'ensemble du dossier, mais elles ne permettaient que rarement de rendre compte de la façon dont les documents mettent en scène cette question, ce que manifeste pourtant explicitement Jennings dans le cartoon, où le choix de détails significatifs (la combinaison spatiale, la taille de BEZOS, le seau, la « grande faucheuse » et sa faux reprenant le logo d'Amazon) manifeste de manière graphique la complexité du sujet et l'imbrication du fantasme de jouvence avec la course aux étoiles, le transhumanisme, l'aliénation, et la course au profit.

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 (“*Is the billionaires' project beneficial?*”), et les questions enchaînées qui ne seraient prétextes qu'à un catalogue (par exemple : “*what are the upsides and downsides of the quest for immortality, and is this quest worth it?*”).

Les exemples suivants, proposent des problématiques pertinentes qui hiérarchisent les trois concepts principaux au cœur du dossier (longévité, bénéfices et questions éthiques) et dégagent l'enjeu essentiel du corpus, en incluant tous les documents :

- “To what extent do the hopes raised by the billionaires’ investments in longevity research call for caution?”
- “How relevant is the prospect of ever-increased life expectancy in an age of growing social inequalities and environmental emergency?”

*L’annonce de plan :*

Nous rappelons pour finir 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 « topic sentences » ou « 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**

Dans cette rubrique, le jury cherche à évaluer à la fois la compréhension globale et détaillée du sujet. Il s’agit de proposer une restitution fiable et claire de tous les éléments clés du dossier. Les grandes lignes de chaque document doivent être restituées sans ambiguïté et les enjeux clairement précisés. Rappelons que la synthèse doit pouvoir être comprise par un destinataire qui n’aurait pas lu le dossier au préalable.

Compte tenu du nombre de mots limités dont disposent les candidats, il est essentiel de bien hiérarchiser les informations et d’éviter les redites ou les développements inutiles comme les propos liminaires hypertrophiés. Une vue d’ensemble du dossier doit se faire jour très rapidement. Il convient donc de cadrer sans tarder les documents par exemple dans l’introduction pour en dégager précisément les idées les plus saillantes. Il est regrettable de ne voir apparaître les remarques sur tel article ou la description du document iconographique que dans la dernière partie du devoir.

On attendait ainsi que les synthèses fassent apparaître et exploitent très tôt la dimension diachronique du dossier ou plus précisément l’évolution de notre rapport à la mort. Des remarques sur cette quête qui n’est pas nouvelle et devient possible avec les progrès technologiques étaient attendues. Noter ensuite le rôle des milliardaires de la Silicon Valley en ce qui concerne les investissements financiers auxquels elle donne lieu avec des retombées positives mais aussi de nouveaux questionnements éthiques était nécessaire. Enfin le caractère intéressé des protagonistes de la Silicon Valley alors même que se pose la question de savoir à qui profite réellement toute cette quête d’immortalité quand d’autres problèmes environnementaux se posent et que les retombées ne profitent pas à tous, était un point absolument essentiel à une bonne compréhension du dossier. Des oubliés ou des inexactitudes sur ces points essentiels ont pu hypothéquer la fiabilité de la restitution de certaines copies.

Les rapports des années précédentes ont souligné la nécessité de ne laisser de côté aucun support et de veiller à bien décrire le document iconographique qui est un élément à part entière du dossier. Il ne faut pas brûler les étapes et veiller à construire sa restitution. Une vue d’ensemble doit se dégager rapidement afin de pouvoir aborder par la suite des repérages plus fins. En d’autres termes, il ne faut pas se lancer dans des micro-analyses sans avoir au préalable posé les éléments essentiels de chaque support. Ainsi, on peut regretter que des interprétations par ailleurs pertinentes du document iconographique soient proposées avant même qu’une description synthétique ne soit effectuée, voire, dans certains cas, en lieu et place de celle-ci. Attention également aux faux sens et contresens. Ainsi, *The Los Angeles Times* finit par émettre des doutes sur l’efficacité réelle des méthodes décrites. Limiter la restitution de ce texte à la routine

mise en place par DIAMANDIS en disant qu'elle est fascinante et efficace conduisait à émettre au minimum un faux sens.

Un très grand nombre de copies, une fois ces repérages préliminaires faits, n'ont dégagé qu'une analyse relativement binaire du dossier en insistant sur l'opposition entre les avantages et les inconvénients de cette quête d'immortalité ou encore en mentionnant tout d'abord la fascination que cette quête suscite pour ensuite voir les questions qu'elle soulève (éthiques, environnementales). Cette lecture tendait cependant à simplifier le dossier, voire pouvait conduire à un contresens majeur quand certaines copies restaient sur une lecture uniquement positive de cette quête d'immortalité, ignorant les questionnements éthiques qu'elle soulève. Cette démarche relativement binaire permettait certes de dégager certaines grandes lignes du dossier et a pu amener des copies à des notes relativement correctes quand la langue est satisfaisante, mais ne proposait qu'une approche parcellaire du sujet. Le jury a en revanche valorisé les productions qui, après avoir posé des repérages solides, ont pu relever des nuances plus fines présentes dans les documents.

On pouvait par exemple repérer l'espoir que les effets à long terme pourraient être positifs, que tout progrès s'il s'adresse à une élite au départ, par un effet de ruissellement finit par profiter à un plus grand nombre. Des analyses plus fines ont également mis en évidence la différence entre longévité et immortalité, l'hypocrisie qui règne, la différence entre une vision utopique et plus réaliste, entre générosité et intérêt personnel ; en fin de compte, cette quête n'est-elle pas avant toute chose une gigantesque opportunité financière ? Il importe aussi d'étudier la composition du document iconographique avec la même rigueur que les textes d'opinion. Beaucoup de candidats n'ont pas analysé la présence de la grande fauchuese au service de BEZOS ou ont vu BEZOS comme un alien uniquement intéressé par la recherche spatiale. Le document iconographique permettait cette année particulièrement, d'en faire une lecture à plusieurs niveaux et le jury a eu le plaisir de lire des analyses du document iconographique de plus en plus fines au fil des axes qui composent la synthèse.

De bonnes copies se sont appuyées sur des repérages fins pour préciser la nature et la variété des points de vue à l'œuvre dans les différents documents du dossier. Ces bonnes et même très bonnes copies ont vu le caractère dystopique de cette recherche de même la différence entre "defeat", "solve" and "cheat death", trois points de vue qui révèlent trois approches différentes. Elles ont également pu voir le paradoxe entre des progrès indéniables liés à la recherche sur l'immortalité et une forme de déshumanisation visible dans le document iconographique avec le seau faisant fonction de toilettes et dans l'article du *Los Angeles Times* par l'expression « oil change ». Des remarques très fines ont pu être repérées sur la démesure de cette quête, une forme d'hubris chez ces géants de la tech qui soulève des questions de morale ou autres, par exemple la mort est-elle une maladie ?

Un écueil à éviter à ce stade serait de faire pencher la restitution vers l'un des points de vue proposés. Le candidat doit véritablement s'interdire de prendre parti.

On n'attend évidemment pas des candidats en quatre heures et 550 mots maximum qu'ils produisent une dissertation mais quelques remarques succinctes, fines, permettant de relever l'implicite de certains documents sont suffisantes pour témoigner d'une compréhension plus subtile des enjeux du sujet. Le jury a également valorisé toute copie qui manifestait le recul nécessaire pour percevoir que le dossier, tel qu'il était constitué cette année, ne proposait pas de clôture.

En fin de compte, on attendait des candidats qu'ils perçoivent que le sujet avait été conçu pour poser les bases d'un débat plus large sur la question du progrès scientifique dans les mains des géants de la tech et les questions que cela soulève.

## La synthèse

Une fois que les différentes étapes préalables à la rédaction de la synthèse – problématisation du dossier, repérage des idées principales et hiérarchisation des enjeux – ont été effectuées, il appartient aux candidats de construire un plan pertinent, susceptible de répondre à la question posée dans l'introduction et de permettre un croisement riche et structuré des documents.

Un grand nombre de candidats utilisent désormais des « *topic sentences* » pour faire apparaître clairement les étapes de leur démonstration et le jury s'en félicite. Il faut cependant veiller à leur clarté et faire en sorte qu'elles puissent s'appliquer à l'ensemble de la partie. Ainsi une accroche comme « *Yuval HARARI champions it is too early to expect eternal life and it can come to the point where it is detrimental to the planet* » reste trop centrée sur un point de vue particulier et ne permet pas de créer un cadre où il est possible de confronter les différentes sources. Certains candidats optent pour des formulations transitionnelles en fin de partie : cette stratégie n'est pas en soi contestable mais elle ne permet pas d'articuler aussi lisiblement les grands temps de la synthèse.

Le jury a constaté que de nombreux devoirs s'appuyaient encore sur des plans peu opératoires ou trop rigides : soit qu'ils imposent un traitement binaire des enjeux (*The advantages of the quest / The negative consequences*), soit qu'ils se réfugient derrière un découpage thématique trop figé (*The immortality quest / The causes / The consequences*). Si ces plans matriciels n'hypothèquent pas complètement la pertinence de l'analyse, ils en limitent toujours la portée. Il en va de même pour certains plans en trois parties qui dissimulent maladroitement une lecture binaire du dossier. Les meilleures synthèses sont celles qui ont pris un certain recul à la fois sur le dossier et sa conception, en ont cerné la complexité et ont réussi à montrer comment la quête des techno-libertariens invitait à une réflexion plus large sur les enjeux éthiques, scientifiques et économiques de cette entreprise, souvent présentée comme une cause noble et altruiste.

On attend des candidats qu'ils élaborent un plan dynamique, le plus souvent en trois parties, fondé sur un croisement fréquent et rigoureux des documents. Le jury rappelle qu'un simple passage en revue des articles ou du document iconographique ne saurait tenir lieu de synthèse. Il s'agit bien de tisser des liens riches et étroits entre les différents points de vue et non de les juxtaposer. Les candidats doivent veiller à la cohérence interne des parties et ne pas s'écartez de l'objectif annoncé en début de paragraphe. Souvent des candidats raccrochent artificiellement un document à une étape de la démonstration. Il faut réfléchir à ce problème en amont de la rédaction sous peine de dénaturer la logique de la partie.

Le jury n'attend d'ailleurs pas nécessairement que tous les documents soient convoqués à chaque étape mais il est très pénalisant de bâtir des plans où seulement deux sources sont exploitées dans un paragraphe. Si tous les documents ne sont pas convoqués à chaque étape, c'est peut-être aussi que le plan adopté manque de pertinence. Un nombre non négligeable de copies tarde également à exploiter le document iconographique. Il se voit souvent réservé un traitement exclusif au sein d'une partie, bien souvent la dernière. Outre que cette stratégie découle fréquemment d'un traitement superficiel de l'image, elle ne permet à l'évidence pas de croiser les documents, ce qui constitue pourtant le principe même de l'exercice. Plutôt que de penser que le *cartoon* illustre le dossier ou qu'il y occupe une place secondaire, les candidats devraient plutôt partir de ce document et prendre le temps de s'interroger sur la façon dont il résonne – ou raisonne – avec les articles de presse ou l'essai. Il était ainsi fructueux d'évoquer l'inquiétude de JENNINGS et son ironie mordante – plus incisive que CHANG – à l'encontre des libertariens de la tech et de le contraster avec l'optimisme plus mesuré de SHEAD ou l'approche plus philosophique ou anthropologique choisie par HARARI.

Comme le rappelle chaque année le rapport du jury, il faut s'interdire d'ajouter des connaissances personnelles ou d'exprimer un point de vue sur le dossier tant au sein du devoir que dans la

conclusion. Les candidats sont invités à faire preuve d'une vigilance particulière dans l'usage des modaux, en particulier *should*, qui, employé sans précaution, peut introduire une prise de position personnelle. De manière plus générale, toute idée rapportée doit être explicitement rattachée à son auteur. Le jury insiste à ce titre sur l'importance d'identifier sans ambiguïté la source des arguments cités. Ainsi, les avis d'experts tels que Jaan TALLINN et Ó HÉIGEARTAIGH doivent être clairement attribués à l'article de SHEAD, tandis que ceux de Mitchell LEE doivent être rapportés à CHANG. Par ailleurs, ces « autorités » n'étant pas mondialement connues, il importe surtout de clarifier leur domaine d'expertise.

La restitution d'un avis tranché sur la quête d'immortalité des magnats de la Silicon Valley lorsqu'elle n'est pas adossée à un texte précis peut s'apparenter à une prise de position du candidat. Il est donc essentiel d'adopter une position de surplomb qui dégage les enjeux du dossier et permette d'engager un dialogue entre quatre angles d'approche du débat sans être entraîné dans une forme d'adhésion ou de rejet.

Pour conclure, voici deux exemples de plans clairs et cohérents qui répondent aux attentes du jury :

Problématique 1 : *How does the rich's interest in longevity not only entail scientific issues but also social and moral ones ?*

1. *The billionaires' quest for eternal life involves scientific progress and raises crucial debates.*
2. *Their quest could have major potential economic and social consequences.*
3. *Finally, their goal of eternal life raises moral issues.*

Problématique 2 : *what does the quest for immortality and the potential death of death reveal about society ?*

1. *First, we aren't confronted with the same kind of death that killed our ancestors.*
2. *It also appears that fighting death is a choice, a choice made by those who can afford it.*
3. *But tampering with human nature raises ethical concerns.*

Le premier plan montre que le candidat a su dépasser une vision binaire du dossier et cherché à articuler étroitement les dimensions scientifiques, économiques, sociétales et éthiques du débat. Le second s'attache à une approche plus diachronique du sujet : il propose d'abord une mise en perspective historique avant d'interroger les implications sociales et les enjeux éthiques du projet de conquête de l'immortalité.

## 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 "*Finally, immortality should not be the greatest concern at the moment*", énoncé modalisé à proscrire. Attention également à cette façon parfois de vouloir trop bien faire qui peut conduire à des énoncés creux comme ici : "*In conclusion, longevity is beneficial to humanity in many ways*". Une façon habile d'éviter ces écueils serait pour les candidats d'inclure la source à laquelle ils font référence y compris dans leur dernière phrase.

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 ou à prendre position. La prise de recul doit se faire sur le dossier et montrer toute la cohérence de la démonstration.

## 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 Yuval Noah HARARI = 1). Toute omission ou tricherie manifeste sur ce décompte, qu'il est généralement facile d'identifier, sera en revanche pénalisée.

## Qualité de la langue

Cette année encore, de nombreuses synthèses ont été rédigées dans un anglais de bonne facture, néanmoins d'autres devoirs présentent des lacunes linguistiques récurrentes qui hypothèquent parfois jusqu'à l'intelligibilité même du propos. Le jury a pu lire des copies qui témoignent quant à elles, un niveau de langue élevé, voire remarquable dans certains cas. Cela se manifeste par l'utilisation d'un lexique riche et précis, de structures variées, voire complexes. Toutefois, les candidats doivent veiller à ne pas tomber dans l'excès en multipliant les formules recherchées, ce qui pourrait donner à leur propos un caractère artificiel et nuire à la clarté de l'expression. 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.

En introduction, de nombreuses copies font preuve d'un manque de maîtrise de la syntaxe des questions : certaines comportent soit un auxiliaire mais mal placé, soit aucun auxiliaire, soit deux auxiliaires (\**To what extent immortality appears as a societal solution ?* \**To what extent could rich people be live more than the average ?* ou \**How wealthy people are trying to live forever ?*). 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 indénombrables, et de manière plus générale la détermination nominale ; la construction du génitif saxon ; la maîtrise des verbes irréguliers ou des accords sujet-verbe, y compris dans les bonnes copies ; les opérateurs de convergence ou divergence (\**the both documents*) ; les pronoms relatifs (*according to JENNINGS*, \**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 erreurs récurrentes comme \**to what extend* pour *to what extent*, \**mentionned* pour *mentioned*, \**developped* pour *developed*. Il y a eu une tendance à inventer des mots en calquant sur le français, comme “*the jouvence fountain*”.

La maîtrise des connecteurs logiques est également indispensable pour bien construire sa pensée. Il faut non seulement connaître le sens des adverbes ou conjonctions utilisés, mais aussi savoir les insérer dans des phrases à bon escient. Ainsi, la conjonction “*although*” a fréquemment été utilisée en guise d'averbe en début de phrase, et suivie d'une virgule, sans doute en synonyme de “*However*”. De même, “*so*” et “*but*” ont trop souvent été employés en tête de phrase, une nouvelle fois en guise d'adverbe. Un travail régulier sur les mots de liaison paraît donc indispensable.

Nous aimeraisons à ce stade rappeler que 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 et se retrouve in fine pénalisé. 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, notamment le respect et le comptage du nombre de mots qui doit être efficace pour ne pas avoir à rayer des paragraphes entiers à la relecture. La lisibilité de la copie passe également par une mise en page claire et facilement identifiable. Il ne faut pas hésiter à sauter des lignes, et matérialiser clairement le passage d'une partie à une autre par un saut de ligne supplémentaire et un alinéa.

Nous avons également remarqué des tendances maladroites dans les références aux documents. En effet, les prépositions adéquates ne sont pas toujours maîtrisées (*\*on Los Angeles Times*). De plus, les candidats ne doivent pas appeler les auteurs des documents par leur prénom. « Andrea » n'est ainsi pas une façon appropriée de faire référence à l'auteur de l'article du *Los Angeles Times*. Pour cela, il convient de lire correctement le paratexte. Il en va de même pour les noms cités dans les documents eux-mêmes. De trop nombreux candidats, ayant voulu citer Alfred Lord TENNYSON en introduction, comme évoqué par Sam SHEAD, ont transformé son nom en *\*Alfred Lord*. Même si on ne pouvait attendre des candidats qu'ils connaissent TENNYSON, il n'y a aucune raison de tronquer les noms mentionnés dans le dossier.

Par ailleurs, certains candidats ont systématiquement indiqué les références aux documents entre parenthèses, à la fin de leurs phrases. Quand bien même ceci est toléré dans d'autres concours, le jury n'accepte pas cette pratique, pour deux raisons, répétées chaque année : non seulement cette pratique nuit à la fluidité du propos, mais elle laisse entendre que c'est au lecteur de se reporter aux documents pour saisir ce dont il s'agit. On a trouvé des phrases comme : “*\*if billionaire's lab try to reach an endless life, they're first objective is to find solutions to cure old people diseases like Alzheimer (doc. 2, 3)*” Outre les très nombreuses fautes de langue, cette phrase implique qu'il faut aller chercher dans l'article de *CNBC* et dans celui de *The Los Angeles Times* les éléments qui vont préciser cette référence confuse et approximative, qui fait d'ailleurs plus directement référence à un des deux documents seulement.

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. Attention au point d'exclamation qui peut montrer une opinion personnelle ce qui est strictement interdit en synthèse. 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 lexical ou la complexification syntaxique des énoncés, 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.

Sachant que les candidats sont placés en position de médiateur entre le dossier et le lecteur de leur synthèse, il est attendu qu'ils reformulent les idées repérées et restituées. Le recours aux emprunts lexicaux est donc à proscrire. Le jury sanctionne la paraphrase. De même, les citations avec ou sans guillemets sont pénalisées car elles constituent 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 préliminaire, 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* voire très souvent *a draw*) n'est pas la même chose qu'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*, ou encore *a corpus...*), 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* ou *must* en particulier, est malvenue dans une synthèse où le candidat est en position de médiateur entre le dossier et le lecteur de sa synthèse. Il y a cependant une différence majeure entre écrire "*Humanity should prioritize other problems than curing death*" et "*according to Shead, billionaires should be able to invest their money as they wish*".

## 8.4. 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, qu'ils ont eu du mal à identifier : c'est pourtant là le propre même d'une 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 approfondie 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 maintenant assez bien les attendus conceptuels et formels de la synthèse.

## 9. Allemand

### 9.1. Introduction

Les documents proposés à la synthèse cette année abordaient le thème de la crise actuelle de l'industrie automobile allemande, fleuron de l'économie du pays et secteur hautement stratégique avec 770 000 emplois à la clé. Les documents, tous parus entre septembre et décembre 2024, envisageaient aussi bien l'état actuel de l'industrie automobile allemande et de ses acteurs, que les causes de la crise ainsi que les perspectives d'avenir.

Autour d'une problématique invitant à se demander dans quelle mesure la crise actuelle de l'industrie automobile allemande constituait un miroir des défis posés par les grandes mutations dans le secteur automobile à l'échelle mondiale, les candidats étaient ainsi notamment amenés à s'interroger sur les questions suivantes :

#### 9.1.1. Une industrie clé sous pression

- Recul des ventes et des bénéfices, spécialement chez les mastodontes de l'automobile comme Volkswagen ;
- La concurrence en provenance des nouveaux acteurs, comme Tesla ou les marques asiatiques, et en particulier chinoises ;
- Le recul des ventes de voitures électriques en Allemagne, et ce malgré l'interdiction des véhicules thermiques à l'horizon 2035 en UE ;
- Tensions sociales liées à la suppression de postes (35.000 emplois en jeu chez Volkswagen), pression sur les salaires.

#### 9.1.2. Les causes de la crise actuelle

- Les coûts de production — et donc de vente — élevés des voitures électriques ;
- La suppression de l'aide à l'acquisition de voitures électriques par le gouvernement « tricolore » ;
- L'inquiétude des consommateurs face aux incertitudes techniques (autonomie de la batterie, bornes de recharge, prix de revente) ;
- Globalement, l'industrie automobile allemande a réagi trop tardivement au virage vers l'électromobilité.

#### 9.1.3. Stratégies d'adaptation et perspectives d'avenir

- Le rôle de l'État et des acteurs publics par le biais de subventions et de mesures de soutien ;
- Efforts en vue d'une accélération de la transition écologique et d'un abaissement des coûts de production ;
- Nécessité d'un équilibre entre compétitivité et durabilité ;
- Recherche de compromis entre employeurs et syndicats en vue du maintien de l'emploi dans la branche.

## 9.2. Analyse globale des résultats

Cette année, les documents ont été bien, voire très bien compris dans leur ensemble. Seuls quelques points ont pu faire l'objet de distorsions, comme par exemple la crainte des industriels allemands face à la hausse des droits de douanes appliqués par l'UE sur les véhicules chinois, pouvant entraîner des mesures de riposte fatales à l'industrie allemande, ou encore la suppression de 35.000 postes chez Volkswagen d'ici 2030, parfois maladroitement présentée comme un « miracle de Noël ». Dans le même registre, la délocalisation de la production de certains modèles de Volkswagen au Mexique ne saurait être présentée comme une « solution » satisfaisante à la crise que connaît l'industrie automobile allemande. Le jury a particulièrement apprécié les problématiques formulées dans un allemand riche, s'efforçant d'aller au-delà d'une présentation basique du problème. Globalement, la méthode est bien assimilée, avec fort peu de titres oubliés ou de dépassement du nombre de mots.

En revanche, le jury tient à tirer la sonnette d'alarme concernant la présentation : trop de copies présentaient des pâtes d'encre ou des ratures grossières, envoyant ainsi un mauvais signal, celui d'un manque de respect envers le correcteur. Quand on rature, c'est proprement, à la règle et entre parenthèses. Une copie négligée dans sa présentation ne met pas le correcteur dans de bonnes dispositions, et peut même l'irriter à la longue. Dans le même ordre d'idées, il est souhaitable de compter les mots discrètement, au crayon à papier, le mieux étant de gommer les marques à la fin, au lieu de tracer de grands traits à l'encre tous les dix mots, ce qui rend la copie illisible.

## 9.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

### 9.3.1. 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 importe 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. Pour mémoire il faut s'interdire une référence purement numérique aux documents. 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. On pouvait ainsi se demander : „*Inwiefern spiegelt die aktuelle Krise der deutschen Automobilindustrie die Herausforderungen der Verkehrswende wider ?*“

Il faut aussi se garder de toute contextualisation abusive dans l'introduction. Enfin, l'introduction ne doit pas être trop gourmande en mots, ce qui conduirait à déséquilibrer l'ensemble. 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. Les titres et intertitres sont donc à proscrire.

Le jury a valorisé les plans apportant une compréhension dynamique du sujet, incluant les perspectives d'avenir de la filière automobile, ce qui permettait de ne pas s'épuiser dans le constat d'une crise et de ses causes. À titre d'information, voici un exemple de plan réussi : „*Zunächst kann man feststellen, dass eine Schlüsselbranche der deutschen Industrie unter Druck steht, dann wird auf die Ursachen dieser Krise eingegangen, und zum Schluss kann man sich fragen, welche Anpassungsstrategien und Zukunftsperspektiven es für die deutsche Automobilindustrie gibt*“.

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.

### 9.3.2. 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 Graphik (-en), der Artikel (-), das Dokument (-e), 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. 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, emploi de la conjonction de coordination *denn*, confusion entre *von* et *auf* (à cause de l'anglais *of*) etc.

## 9.4. Conclusion

Une large majorité de candidats a démontré cette année qu'ils s'étaient préparés avec beaucoup de sérieux, ce dont le jury se réjouit. Les futurs candidats sont invités à acquérir à leur tour un niveau linguistique solide sur le plan grammatical et à privilégier une langue naturellement idiomatique, en veillant aux enchaînements et aux connecteurs. 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. Le respect du contenu des documents, la prise en compte de la totalité de ceux-ci, 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.

## 10. Arabe

### 10.1. Introduction

Le dossier proposé à l'étude cette année porte sur une thématique sociétale : *le travail des enfants*.

Le document intitulé *Le travail des enfants dans le monde entre réalités, lois et perspectives d'intégration* comporte un important volet définitoire sur le travail des enfants puis dresse un panorama de la situation dans plusieurs pays arabes : Égypte, Yémen, Irak et Liban. Dans le document intitulé *Pour contrecarrer le travail des enfants, un appel à mettre en place un plan de réforme globale à destination de l'enfant et de la famille*, l'auteur souligne la disparité entre les lois adoptées par la Tunisie sur l'interdiction du travail des enfants et la réalité du terrain qui fait fi de ces accords et engagements. La suite de l'article présente une série de mesures et de préconisations visant à endiguer le travail des enfants. Le dernier article intitulé *Le phénomène de l'emploi des enfants au Maroc interpelle sur leur protection juridique et sociale* rappelle les différentes prises de position mondiales contre ce phénomène. La situation au Maroc allant en effet à l'encontre de cette orientation universelle vis-à-vis du travail des enfants. Une caricature clôture cet article. Elle met en évidence un homme vigoureux muni d'un outil de travail manuel en guise de tête traînant d'un pas décidé, un enfant contre son gré, vers un chemin opposé à celui de l'école.

Le travail demandé aux candidats consiste en une synthèse articulée autour d'une problématique bien définie et suit les idées principales du dossier qui devaient être hiérarchisées et bien agencées. On attend des candidats qu'ils s'abstiennent de tout commentaire ou avis personnel et qu'ils évitent d'introduire des considérations extérieures au dossier.

### 10.2. Analyse globale des résultats

La majorité des candidats a respecté le cahier des charges. Le jury a encore noté cette année des progrès qui se confirment d'une année à l'autre depuis la session 2020.

Très rares sont les copies n'étant pas centrées autour d'une problématique ou ayant opté pour une problématique erronée. La hiérarchisation des idées doit être rigoureuse, logique et cohérente et suivre le cheminement suivant :

- Définition du travail des enfants ;
- Description de la situation dans certains pays arabes ;
- Les causes identifiées ;
- Les remèdes entre mesures concrètes et préconisations.

Cet agencement se retrouve stricto-sensu d'une copie à l'autre réduisant en cela l'écart entre les candidats. Les copies rarissimes n'ayant pas suivi ce cheminement ou omis l'une de ses étapes ont été pénalisées.

### 10.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Il subsiste, néanmoins, des points qu'il convient de revoir et d'améliorer pour les sessions futures. Le premier mérite toute l'attention des candidats car la situation devient préoccupante. Cela concerne l'écriture et la présentation matérielle des copies. Certaines copies sont pratiquement illisibles, leur graphie nécessitant des efforts considérables de la part des correcteurs pour la déchiffrer, voire la « décoder ». Des ratures émaillent ces copies du début jusqu'à la fin rendant la lecture difficile et pénible. Ce phénomène, constaté depuis plusieurs années, ne fait que s'aggraver. Il est donc important que les candidats en tiennent le plus grand compte lors des sessions futures.

La **neutralité et la rigueur** caractérisent l'exercice de synthèse. Toute réflexion générale, en guise d'introduction, sur *l'importance de l'enfance à l'échelle d'une existence humaine ou sur l'éducation idéale pour préparer l'enfant à affronter les exigences de la vie en société* sont mal à-propos car ces analyses ou réflexions, aussi sensées et pertinentes soient-elles, sont absentes du corpus proposé pour la synthèse. Cette tendance au commentaire et à l'affirmation de réflexions personnelles sont également réapparues lors de la conclusion avec des idées du même ordre. Ce travers n'a concerné qu'un nombre marginal de copies tandis que la majorité s'est montrée rigoureusement neutre.

Un autre point très important à souligner concerne **l'exactitude et la précision lexicale**. Même s'ils ne sont pas des spécialistes, les candidats présentent un travail dans un cadre académique qui a ses exigences et ses impératifs. Il n'est donc nullement question de se laisser emporter par l'usage abusif de certains termes fréquents dans la presse ou les réseaux sociaux arabes. Ainsi, à titre d'exemple, le verbe أشاد / يشيد (louer ; faire l'éloge) ne peut être utilisé dans le sens d'« indiquer ». Il y a certainement une confusion avec le verbe أشار / يشير. Cette tendance, relevée depuis quelques années, ne fait que se confirmer. Un autre usage qui concerne, cette fois-ci, strictement la précision lexicale a trait à l'usage du mot فاقد (mineur) pour parler de l'enfant. Certes, le mot englobe l'enfance mais il est largement extensible pour évoquer avec justesse la nature particulièrement sensible du travail des enfants en âge très précoce. Enfin, nous terminons avec cet usage curieux et insolite du terme جمود (rocher, énorme rocher), rencontré à intervalles réguliers, lors de la correction. Ce vocable puisé de la poésie arabe antéislamique – le vers d'anthologie de القبس امرؤ 描写 décrivant sa jument – est utilisé métaphoriquement par quelques candidats dans le sens d'obstacle et d'entrave. Ce genre d'usage, désuet et anachronique, relève de ce que la critique littéraire arabe a taxé, jadis, de اللغة غريب ou وحشى لفظ (barbarisme). Le jury recommande aux candidats de bannir ce registre de langue et de maintenir du début jusqu'à la fin de leur production une langue arabe moderne et actuelle qui exprime mieux les préoccupations de notre époque. Il est plus approprié d'utiliser au lieu de جمود منيع حاجز (barrière infranchissable) ou كأداء عقبة (obstacle insurmontable) qui sont utilisés couramment dans la prose arabe contemporaine.

### 10.4. Conclusion

Ces remarques et conseils ne visent nullement à minimiser le mérite des candidats arabisants qui ne cessent de s'améliorer et de progresser. Ils ont vocation à les encourager et à les guider dans la voie qu'ils ont choisie, celle de l'excellence.

# 11. Chinois

## 11.1. Introduction

Ce sujet propose les documents suivants :

- un article adapté et paru sur Internet :[新华每日快讯 \(http://www.news.cn/mrnx/2023-09/11/c\\_1310740823.htm\)](http://www.news.cn/mrnx/2023-09/11/c_1310740823.htm), le 11 septembre 2023, 自驾游市场火爆 消费需求升级 : Le marché des autotours est en plein essor et la demande des consommateurs évolue. ;
- une image issue du même article : [http://www.news.cn/mrnx/2023-09/11/1310740823\\_16943972099321n.jpg](http://www.news.cn/mrnx/2023-09/11/1310740823_16943972099321n.jpg) ;
- une image issue de l'article suivant :  
<https://translate.google.com/website?sl=fr&tl=zh-CN&hl=zh-CN&client=webapp&u=http://ctdsb.clouddiffuse.xyz/02143d47-8378-4467-8e64-6b5276570ccd> ;
- un article adapté et paru sur Internet : 极目新闻  
[https://www.ctdsb.net/c1476\\_202402/2056992.html](https://www.ctdsb.net/c1476_202402/2056992.html), le 23 février 2024, dans le texte 重庆两兄弟带着妻子和百岁母亲自驾游：五位老人每年都出来，去哪里全看“天”。 Deux frères de Chongqing avec leur femme et leur mère centenaire : cinq personnes âgées voyagent chaque année, la destination dépend du « ciel » ! ;
- un article adapté et paru sur Internet : 腾讯网  
(<https://new.qq.com/rain/a/20231220A093CY00>), le 21 décembre 2023, dans le texte du Quotidien des Nouvelles du soir de Xin'an 合肥60岁女子自驾游，今年跑了7个国家 Une femme de 60 ans, originaire de Hefei, conduit sa voiture en visitant seule 7 pays du monde cette année ;
- une image issue du même article :  
[https://inews.gtimg.com/om\\_bt/OXYDQDp8FaODDqueLb6nN0z05kJRdomLg7WRwZ-rHKmOYAA/641](https://inews.gtimg.com/om_bt/OXYDQDp8FaODDqueLb6nN0z05kJRdomLg7WRwZ-rHKmOYAA/641).

C'est un examen écrit de langue chinoise organisé pour le concours, intégralement en chinois. Les candidats doivent rédiger, en chinois et en environ 500 caractères, une synthèse des documents proposés. Celle-ci doit obligatoirement comporter un titre, et le nombre de caractères utilisés (titre inclus) doit être indiqué précisément à la fin du travail. La synthèse peut être rédigée en caractères simplifiés ou traditionnels, et un écart de 10 % en plus ou en moins est accepté. L'usage de tout système électronique ou informatique est interdit pendant cette épreuve.

## 11.2. Analyse globale des résultats

Au total, 22 candidats se sont présentés à cette épreuve. Le sujet était bien adapté à leur niveau, puisque nous avons eu le plaisir de corriger d'excellentes copies montrant une bonne maîtrise de la langue. Comme les années précédentes, les candidats ont fait preuve d'un bon niveau de chinois, capables de mobiliser un vocabulaire riche et une structure grammaticale solide dans leur synthèse.

Les résultats sont très satisfaisants.

### 11.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Le sujet et la synthèse sont en chinois, comme pour les années précédentes et comme pour les autres épreuves de langues du concours. Les candidats n'ont plus besoin de traduire ni de lire le texte en français ; ainsi, l'accent est mis sur la langue originale, ce qui permet de mieux évaluer le niveau global des candidats. Les candidats, futurs ingénieurs, ont besoin de bien maîtriser cette technique.

Comme dans les autres langues, cinq critères précis encadrent la correction de l'épreuve de langue vivante. Les meilleurs doivent maîtriser les compétences suivantes :

- **Problématisation** (titre, problématique et sources) : problématique cohérente avec l'ensemble du dossier ; sources exploitées en lien avec la problématique.
- **Restitution des informations** : informations complètes et hiérarchisées.
- **Synthèse** : regard critique sur le dossier ; argumentation solide et cohérente.
- **Richesse linguistique** : vocabulaire varié, proche d'une langue authentique.
- **Correction linguistique** : de rares erreurs peuvent apparaître, mais l'ensemble doit rester proche d'une langue authentique.

Dans cette épreuve, la plupart des candidats ont bien respecté la consigne : « *Doit obligatoirement comporter un titre. Indiquer avec précision à la fin du travail le nombre de caractères utilisés (titre inclus). Un écart de 10 % en plus ou en moins est accepté.* » Mais, comme les années précédentes, certains ne semblent pas encore comprendre ce que l'on attend d'eux. Certains donnent une thématique sans véritable problématisation ou mal exploitée. D'autres construisent une structure incohérente ou utilisent mal les sources. Quelques candidats possèdent un vocabulaire trop limité et ne maîtrisent pas bien les synonymes ni la ponctuation chinoise ; par exemple : « 翻脑 » au lieu de « 烦恼 », « 金部 » au lieu de « 全部 », « 适何 » au lieu de « 适合 », etc. On relève également des problèmes grammaticaux mineurs, notamment la confusion entre 的、地 et 得. Certaines copies présentent trop de répétitions ou de maladresses, ce qui complique la rédaction.

Ainsi, les candidats doivent veiller à maîtriser ces cinq compétences. Par exemple, éviter les répétitions, utiliser un vocabulaire approprié et éviter les faux caractères. Leur travail doit également montrer une attention particulière aux spécificités de la langue et aux différentes expressions chinoises. Sans possibilité de recourir à un système électronique ou informatique, il leur faut soigner attentivement leurs tournures.

### 11.4. Conclusion

Il apparaît dans cette épreuve qu'un manque de réel niveau en chinois peut entraîner des conséquences importantes. Cependant, avec un entraînement régulier, un respect strict des consignes et une bonne maîtrise des cinq compétences ci-dessus, les candidats devraient avoir les moyens, grâce à leur travail, d'obtenir de très bons résultats.

## 12. Espagnol

### 12.1. Introduction

Le thème de la synthèse portait sur les commémorations du 50<sup>e</sup> anniversaire de la mort de Franco qui ont lieu cette année sous le nom de *España en libertad*. Selon Pedro SÁNCHEZ, président du gouvernement espagnol, « le but unique [de cette initiative] est de mettre en valeur la transformation politique réalisée durant ce demi-siècle de démocratie ». L'initiative de M. SÁNCHEZ a soulevé de dures critiques de l'opposition, notamment du chef du Parti populaire (PP), Alberto NÚÑEZ FEIJÓO, qui considère que ces commémorations relèvent de l'opportunisme politique afin de faire oublier les affaires judiciaires pour corruption de l'entourage du président et le manque de majorité parlementaire qui oblige le gouvernement à pactiser avec certains partis indépendantistes. Ce programme de célébrations divise non seulement la classe politique, mais aussi, bien évidemment, toute la société espagnole.

Les quatre articles du dossier permettent de confronter des points de vue entre l'optique gouvernementale d'une part, et, d'autre part, les voix qui critiquent la pertinence d'une telle célébration. L'article d'opinion de Víctor LAPUENTE, paru dans le journal *El País* le 5 janvier 2025, critique l'argument soutenu par la droite à savoir que le gouvernement essaie de « ressusciter » Franco ; car, selon ce journaliste, « il est toujours vivant » dans l'inconscient collectif des Espagnols, de la même manière que le souvenir de l'autoritarisme du régime franquiste reste toujours vivant, ce qui a donné comme résultat le positionnement à gauche de la plupart des citoyens espagnols. Joaquín LUNA insiste, sur un ton assez ironique, dans sa chronique publiée dans *La Vanguardia*, le 7 janvier 2025, sur l'invisibilisation de la Transition démocratique, qui a comme point de départ l'année 1977, durement remise en question par les partis partenaires du gouvernement. Dans cet article apparaît une photo de Miguel RIOPA (AFP) qui représente le retrait d'un buste de Franco, partiellement recouvert de peinture rouge, qui a eu lieu à Ponteareas en 2008. Le compte rendu de Paloma MATELLANO, publié dans *El Mundo*, le 10 décembre 2024, met en exergue la volonté du gouvernement de défendre la pertinence de la loi de mémoire démocratique face au projet de loi de concorde déposé par le Parti populaire et Vox. L'article de Rubén ALONSO, publié dans *elDiario.es*, le 28 janvier 2025, présente le point de vue hostile à la commémoration du cinquantenaire de la mort de Francisco FRANCO exprimé par le Parti populaire de Cantabrie, qui rejoint la position du Parti populaire national ; car, selon ce parti, cette commémoration aura pour effet de rouvrir les blessures du passé.

### 12.2. Analyse globale des résultats

La plupart des candidats ont su déceler les points essentiels du sujet, malgré parfois un manque de recul et de réflexion dans l'analyse. Bon nombre des copies sont au-dessus de la moyenne. Les bonnes et très bonnes copies dans lesquelles le jury a trouvé un point de vue critique sur le dossier représentent environ 15 % du total des copies corrigées.

Les articles d'opinion du corpus ont été largement sous-exploités, notamment la chronique du journal *La Vanguardia* dans laquelle le chroniqueur emploie un style ironique qui tourne parfois en dérision l'initiative gouvernementale. Il en va de même pour la photo dont la signification profonde n'a pas été comprise.

La plupart des candidats ont su respecter la méthodologie de la synthèse, en s'efforçant de confronter convenablement les documents dans chaque partie du développement et en privilégiant l'objectivité dans la restitution des informations essentielles. Le jury a fortement pénalisé les copies dans lesquelles les candidats ont exprimé des opinions politiques en prenant ouvertement parti pour l'un ou l'autre camp.

## 12.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Le dossier choisi cette année par le jury demandait une connaissance minimale de l'état actuel de la politique espagnole. D'une certaine façon, le but ultime de la commémoration du 50<sup>e</sup> anniversaire de la mort de Franco est de célébrer les cinquante ans de démocratie en Espagne. Ce qui renoue avec des sujets des sessions précédentes du concours, notamment le débat sur la loi de mémoire démocratique.

Le jury a regretté vivement certaines lacunes concernant la composition de l'échiquier politique espagnol. Le classement des partis selon le spectre gauche-droite a été souvent défaillant, ainsi que la signification des sigles désignant les partis politiques. Il ne serait pas superflu de répéter le conseil que le jury a maintes fois prodigué dans les rapports précédents concernant la nécessité pour les candidats de se tenir informés sur l'actualité du monde hispanique.

Les conseils du jury concernent les deux compétences majeures qui devaient être mises en œuvre et sur lesquelles repose le barème de correction.

### 12.3.1. Sur le plan méthodologique

Le barème pénalise l'absence de titre. La grande majorité des candidats ont bien respecté cette consigne, mais, parfois, en rédigeant des titres trop longs, trop rhétoriques et souvent incompatibles avec la problématique. Ce qui dénote un défaut majeur d'analyse du sujet.

L'accroche doit conduire tout naturellement à la problématique, sans être encombrée d'opinions personnelles ou d'ajouts qui n'ont aucun rapport avec la spécificité du sujet. La problématique doit être exprimée en bonne et due forme, en évitant les problématiques trop générales ou vagues qui ne permettent pas de définir un axe précis d'analyse. Il fallait garder à l'esprit l'idée de continuité de l'action du gouvernement dans la revendication des victimes du franquisme exprimée clairement dans la loi de mémoire démocratique.

Le jury a fortement sanctionné cette année ou bien l'absence de présentation des documents dans l'introduction, ou bien une présentation très succincte. Il ne suffit pas seulement de mentionner le titre du document avec son auteur et sa date, il faut impérativement en expliciter le thème ou l'idée centrale.

Le plan proposé doit proposer un découpage cohérent du sujet qui vise à faciliter la lecture de la synthèse en lien étroit avec la problématique. L'absence de plan n'est pas sanctionnée par notre barème. Il en va de même pour la conclusion. Mais il est souhaitable de formuler au moins une conclusion sommaire à la fin du dernier paragraphe.

La plupart des candidats ont proposé un plan en trois parties, dans le meilleur des cas chaque partie divisée en trois sous-parties. Il faut veiller à ne pas s'éloigner de la problématique, car elle constitue l'axe d'analyse, garant de la cohésion des différentes parties du développement. La totalité des points essentiels de chaque document doivent être confrontés dans chaque partie du développement et doivent par ailleurs être convenablement hiérarchisés.

### 12.3.2. Sur le plan linguistique

L'autre volet du barème concerne la compétence linguistique. La bonne maîtrise de la langue espagnole est une condition nécessaire à la réussite de cette épreuve.

Le lexique général est assez bien maîtrisé. En revanche, les barbarismes, gallicismes et même certains anglicismes persistent. Les candidats doivent faire très attention aux accents en général et tout particulièrement aux accents diacritiques, car ils sont indispensables à la bonne compréhension du texte.

Comme lors des sessions précédentes, les fautes les plus courantes concernent le niveau de la syntaxe et de la morphosyntaxe. Notamment, les accords à l'intérieur du syntagme nominal ou entre le sujet et son attribut ; la concordance des temps au passé ; les contextes de subjonctif et surtout le régime prépositionnel des verbes.

En ce qui concerne spécifiquement la morphologie verbale, les erreurs de conjugaison sur les verbes à diphthongaison sont toujours d'actualité. Les radicaux irréguliers qui interviennent dans la formation de certains temps du passé, comme le passé simple ou l'imparfait du subjonctif ne sont pas toujours maîtrisés.

Sur le plan sémantique, les erreurs de distribution des verbes *ser* et *estar* persistent. Ces verbes recouvrent grossièrement l'opposition classique *per se* / *per accidens*. Chacun de ces verbes définit un type de prédicat. Les prédicats stables sont commandés par *ser* et les prédicats épisodiques par *estar*.

## 12.4. Conclusion

Le jury a proposé cette année un sujet particulièrement abordable qui faisait appel aux connaissances sur l'histoire relativement récente de l'Espagne. Il s'inscrivait dans la continuité de certains sujets proposés dans des sessions précédentes du concours. Des thématiques qui sont toujours d'actualité dans les programmes des classes préparatoires. Cette connaissance préalable du thème a facilité, dans la plupart des cas, l'analyse du débat proposé dans le corpus, prélude nécessaire à l'élaboration postérieure de la synthèse.

Nous ne pouvons pas clore ce rapport sans adresser nos remerciements aux enseignants des classes préparatoires qui, une fois encore, ont accompli un excellent travail de préparation des candidats.

## 13. Italien

### 13.1. Introduction

Le dossier était composé des documents suivants :

- un article tiré du site « *La Voce di Bolzano* » – [www.lavocedibolzano.it](http://www.lavocedibolzano.it), le 29 janvier 2025 ;
- un article tiré du site « *Simbol Strategic Communication* » – [www.simbolweb.com](http://www.simbolweb.com), le 24 septembre 2019 ;
- un article tiré du site « *Il Messaggero* » – [www.ilmessaggero.it](http://www.ilmessaggero.it) de Deborah AMERI, le 20 novembre 2012 ;
- une image tirée du site « *Racconticon, Story Bearers on Tiptoe* » – [www.racconticon.it](http://www.racconticon.it), le 9 novembre 2022 ;
- une image tirée du site « *Qui, commenti, notizie e link* » – [www.qui.bz.it](http://www.qui.bz.it), le 21 décembre 2021 ;
- une image tirée du site « *Cartolina Gratis* » – [www.cartolinagratis.com](http://www.cartolinagratis.com).

Les documents abordent la question de l'analphabétisme fonctionnel et son lien avec l'usage des réseaux sociaux, ainsi qu'avec la diffusion des fausses informations et la manipulation médiatique. Les deux premiers documents présentent des données statistiques sur la proportion d'analphabètes fonctionnels en Italie, leurs difficultés à développer un esprit critique, ainsi que les causes de ce phénomène. Umberto ECO critique la démocratisation de la parole offerte par les réseaux sociaux, perçue comme un amplificateur de l'ignorance. Un autre document expose la thèse controversée selon laquelle la révolution scientifique et notamment l'usage excessif des technologies numériques pourraient contribuer à une forme d'involution cognitive, entraînant une baisse des capacités intellectuelles au fil des générations. Les deux images renforcent ce constat en représentant l'homme moderne comme passif et absorbé par l'écran, symbole d'une perte de capacité critique.

Les candidats étaient invités à identifier une problématique commune à l'ensemble des documents – y compris les images – et à rédiger une synthèse mettant en lumière les points essentiels de chaque texte tout en établissant des liens entre eux. Le jury a évalué la compréhension précise et la contextualisation des documents, la qualité de l'expression écrite, ainsi que la capacité à produire une synthèse cohérente qui articule tous les éléments du dossier autour d'une problématique pertinente.

### 13.2. Analyse globale des résultats

Dans la majorité des cas, les candidats ont bien compris les enjeux principaux du dossier et ont montré un bon niveau de maîtrise de la méthodologie de la synthèse, ainsi qu'une qualité de langue solide. Toutefois, le jury a constaté que, dans plusieurs copies, la problématisation restait insuffisamment développée. Si elle était souvent clairement formulée, elle demeurait parfois trop générale ou incomplète, ne tenant pas compte de la spécificité des différents documents, ou manquant d'un lien suffisamment étroit avec les questions de fond soulevées par le dossier.

Le jury rappelle qu'il n'existe pas une unique problématique possible, ni une seule manière de hiérarchiser les informations. Néanmoins, une problématique pertinente ne pouvait se réduire à une simple évocation des effets des réseaux sociaux, à la mention du taux d'illettrisme

fonctionnel en Italie, ou encore à la diffusion des fake news. Elle devait au contraire articuler l'ensemble des dimensions abordées dans le corpus : l'illettrisme fonctionnel, les profils sociologiques concernés, l'impact des technologies numériques sur les capacités cognitives, et les mécanismes de manipulation de l'information.

Certaines copies ont été pénalisées par une mauvaise hiérarchisation des informations, mettant l'accent sur des aspects secondaires au détriment des idées essentielles du dossier. On note par ailleurs que plusieurs candidats n'ont pas intégré la réflexion sur l'impact évolutif et cognitif des technologies, qui invitait pourtant à une mise en perspective plus large de l'intelligence humaine et des transformations sociétales – un angle qui aurait pu considérablement enrichir leur analyse.

De plus, la référence à Umberto Eco, bien que pertinente pour illustrer le déficit culturel engendré par les réseaux sociaux, a souvent été abordée de manière superficielle ou simplement citée sans véritable commentaire critique.

À l'inverse, les meilleures copies ont proposé une problématisation fine, cohérente et bien structurée, intégrant l'ensemble des documents et faisant émerger les liens, les tensions et les contradictions entre les différents points de vue exprimés.

Enfin, la maîtrise de la langue et la richesse du vocabulaire étaient souvent proches de celles d'un italien natif, contribuant à la clarté et à la fluidité du propos. Quelques copies ont néanmoins été pénalisées en raison de difficultés linguistiques notamment grammaticales, lexicales et orthographiques, d'un manque de clarté dans l'expression des idées, ainsi que d'une organisation déficiente des arguments.

### 13.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

La maîtrise de la méthodologie de la synthèse demeure une compétence fondamentale pour aborder avec succès cette épreuve. Une bonne structuration du texte, une organisation rigoureuse des idées et la capacité à mettre en relation les documents sont des critères essentiels.

Le jury a constaté, dans l'ensemble, une bonne organisation des textes : la majorité des copies présentent une structure claire et un développement globalement fluide. Les meilleures synthèses intègrent les documents avec discernement, évitent les répétitions et mettent en valeur les liens thématiques et argumentatifs.

L'introduction est souvent bien construite ; cependant, certains candidats se limitent à une présentation descriptive du sujet, sans véritable problématisation. Il est important de rappeler que la problématique ne se résume pas à une reformulation des titres des documents, mais qu'elle doit faire émerger des enjeux ou des points de vue contrastés, préparant ainsi le lecteur au développement qui suit.

Dans certains cas, malgré une problématique pertinente, le traitement des documents reste partiel, avec une focalisation excessive sur un seul texte ou un seul axe thématique. Il est essentiel de conserver une vision d'ensemble : chaque document contribue à la richesse du dossier et doit trouver sa place dans l'argumentation.

Le jury a également relevé un nombre significatif d'erreurs linguistiques récurrentes, parmi lesquelles : fautes d'orthographe, ponctuation mal utilisée voire absente, calques du français, de l'espagnol ou de l'anglais, constructions syntaxiques maladroites et emploi inapproprié du vocabulaire. Des difficultés persistent également sur des points linguistiques de base, tels que : l'usage des prépositions simples et contractées, les locutions verbales courantes, les adjectifs de deuxième type, la distinction entre «*molto*» adjectif et adverbe, les noms invariables, l'accord nom / adjectif et l'usage correct du subjonctif. Même si ces imperfections ne compromettent

pas toujours la compréhension globale du texte, elles nuisent souvent à sa fluidité. Dans les cas les plus critiques, ces erreurs s'accompagnent d'une compréhension fragmentaire des contenus, d'une structure faible et d'un lexique limité ou inadapté. Des oubliés ont également été notés, notamment l'absence de titre ou du comptage final des mots.

Une autre tendance problématique observée est le recours excessif à des passages repris presque littéralement des documents du dossier. Il convient de rappeler que l'exercice de la synthèse implique un travail personnel de reformulation et de mise en relation des idées. Les candidats doivent éviter la paraphrase passive et privilégier une réécriture personnelle qui établit des liens entre les éléments. Lorsque l'on juge une citation directe nécessaire, il est obligatoire de l'encadrer de guillemets et d'en indiquer clairement la source.

Les copies les plus convaincantes se distinguent par une grande richesse lexicale, une variété d'expressions et un usage précis du vocabulaire, allant parfois jusqu'à l'emploi pertinent d'expressions idiomatiques italiennes. Ont également été particulièrement appréciées les copies qui, dès l'introduction, intègrent des références culturelles italiennes pertinentes au thème général du dossier.

Le jury a toutefois tenu à valoriser les textes qui, bien que présentant certaines imprécisions linguistiques, démontraient un développement cohérent, clair et solidement ancré dans l'analyse des documents.

Enfin, le jury encourage vivement les futurs candidats à se préparer en s'exerçant régulièrement à la rédaction de synthèses, en s'entraînant à repérer les éléments essentiels d'un texte et à les organiser de manière logique. La lecture régulière de la presse, d'essais et d'ouvrages de culture générale constitue un excellent moyen d'enrichir son vocabulaire, d'approfondir sa compréhension des enjeux contemporains et d'améliorer son expression écrite. Il est tout aussi important d'acquérir un niveau linguistique solide sur le plan grammatical et privilégier une langue naturellement idiomatique, qui rendent la langue plus authentique.

La confrontation entre différents textes traitant d'un même sujet peut également s'avérer un exercice précieux pour apprendre à identifier plus finement les points de vue et à établir des liens entre les documents. C'est précisément dans cette capacité à faire dialoguer les sources que réside la clé de compréhension de la logique de la synthèse de dossier.

### 13.4. Conclusion

Une grande partie des candidats a été capable de proposer une synthèse bien articulée, reflétant de manière claire les idées essentielles de chaque document. Il reste toutefois évident qu'une maîtrise solide de la langue était nécessaire pour restituer avec précision et subtilité la complexité du dossier. Le jury adresse ses remerciements aux enseignants des classes préparatoires pour la rigueur et la qualité de la formation dispensée, tant sur le plan méthodologique que linguistique.

## 14. Portugais

### 14.1. Introduction

Cette année, nous avons proposé quatre documents sur la femme dans la société actuelle. Avec une lecture attentive, le candidat pouvait comprendre les principaux enjeux liés au thème.

Nous avons eu comme documents :

- une interview avec Rosa MONTERO, dans laquelle elle parle de son livre qui essaie de mettre la lumière sur les femmes longtemps oubliées dans l'histoire ;
- un extrait de sondage réalisé au Brésil en 2022 montrant que les femmes restent celles qui s'occupent de la plupart des tâches ménagères, sauf quand il s'agit du bricolage ;
- un extrait d'article sur MARTA, élue cinq fois meilleure footballeuse du monde, et que, malgré cela, personne ne lui propose un salaire équivalent à ceux donnés aux footballeurs moins qualifiés ;
- et un dessin d'Alexandre BECK mettant en scène le personnage ARMANDINHO, où l'on voit une petite fille qui se demande si les compliments faits aux femmes pourraient aller au-delà des apparences.

### 14.2. Analyse globale des résultats

Dans l'ensemble, les candidats ont su bien appréhender les enjeux principaux des documents et ont pu restituer une bonne synthèse dans une langue globalement correcte. Une partie des candidats maîtrise bien les exigences méthodologiques de la synthèse et s'efforce de construire un texte cohérent et captivant à lire.

Comme l'année dernière, le jury signale que certaines copies manquent d'un peu de rigueur en ce qui concerne la structuration, c'est-à-dire, quelques informations sont mal structurées ou pas assez exploitées. Certains candidats se concentrent essentiellement sur l'article et l'interview et oublient les informations importantes qui portent sur le sondage et le dessin, mal exploités ou à peine cités.

En ce qui concerne la maîtrise de la langue et du lexique, le jury tient à féliciter les candidats, car plusieurs synthèses étaient très proches d'un portugais authentique. Certaines copies ont proposé une lecture fluide grâce à un discours bien structuré, couvrant tout le dossier sans oublier les liens et les possibles débats. Le jury a pénalisé les problématiques fragiles, la juxtaposition de résumés et le manque de logique dans le discours.

### 14.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Le thème abordé cette année a été constamment présent dans la presse en France et à l'étranger car cela représente un fait de la société actuelle. La lecture de la presse lusophone permet aux candidats de se préparer à cette épreuve du concours, car cela apporte la maîtrise du lexique et de la grammaire.

En plus, il est très important de s'entraîner et de mettre en pratique la méthodologie pour écrire une synthèse. Il ne s'agit pas d'un simple résumé de plusieurs textes juxtaposés.

Une bonne synthèse exige une bonne organisation des éléments apportés dans chacun des documents. Il est également important de ne pas négliger les images (dessins, caricatures, photographies, etc.) et il faut savoir les lire et bien les intégrer à la synthèse.

#### **14.4. Conclusion**

Un entraînement régulier par des lectures de la presse en portugais devrait permettre d'acquérir du lexique précis sur un grand nombre de sujets. Nous n'oublions pas que certains candidats nous ont offert un moment de plaisir grâce à la qualité de leur langue, parfois proche d'une langue authentique, et aux capacités de synthèse. Le jury félicite les candidats ainsi que les professeurs qui les ont préparés au concours.

## 15. Russe

### 15.1. Présentation de l'épreuve

Les documents proposés cette année abordent une problématique forte et bien définie : les violences faites aux femmes en Russie, en montrant que ce phénomène, bien que massif, reste largement ignoré ou mal pris en charge par les autorités. Les articles mettent en évidence non seulement l'ampleur de la violence faite aux femmes, mais aussi les défaillances du système judiciaire et l'absence de cadre législatif adapté, ainsi que le poids des normes sociales et culturelles.

Le premier article, publié le 28 juin 2024 sur [www.sibreal.org](http://www.sibreal.org), relate un cas concret de violences domestiques impliquant un élu local. Malgré les blessures subies par son ex-épouse, les forces de l'ordre ont initialement refusé d'enregistrer sa plainte. Ce n'est qu'après une réclamation adressée au procureur que la plainte a finalement été prise en compte. Par la suite, la victime a non seulement fait l'objet de menaces, mais elle a également été accusée de diffamation et de chantage. Ce témoignage illustre les nombreux obstacles auxquels sont confrontées les victimes pour faire valoir leurs droits et obtenir justice.

Le deuxième document, un article paru le 24 mai 2024 sur [www.forbes.ru](http://www.forbes.ru), dresse un panorama statistique particulièrement inquiétant. En 2021 et 2022, 895 femmes ont été tuées par leur partenaire ou un proche, selon les données publiées par le portail du ministère de l'Intérieur de la Fédération de Russie. L'article rapporte également plusieurs milliers de cas de violences physiques, allant de blessures légères à des atteintes corporelles graves. Il souligne que la majorité de ces agressions sont commises par des hommes, le plus souvent sous l'emprise de l'alcool. L'auteur rappelle aussi que la décriminalisation partielle des violences domestiques, entrée en vigueur en 2017, n'a fait qu'empirer la situation : en effet, cette réforme a requalifié les coups portés à un proche – lorsqu'il s'agit d'un premier acte – en simple infraction administrative, et non plus en délit pénal.

Le troisième texte, un entretien publié par Meduza le 7 février 2022, revient justement sur les conséquences de cette dériminalisation. Diana Barsegyan, spécialiste du centre *Hacuruo.hem*, y dénonce la détérioration de la situation des victimes, désormais moins protégées par la loi et confrontées à des policiers insuffisamment formés, qui minimisent la gravité des faits ou refusent d'enregistrer les plaintes. Si auparavant, les auteurs de violences pouvaient être condamnés à une peine pouvant aller jusqu'à deux ans de prison, la réforme récente permet désormais aux agresseurs de s'en sortir avec une simple amende de cinq mille roubles, illustrant la banalisation du phénomène. Elle pointe également du doigt le manque de sensibilisation du personnel médical : de nombreuses victimes, venues consulter après des violences, prétendent s'être blessées accidentellement, et les médecins se contentent d'accepter ces explications sans chercher à creuser davantage. Cette attitude contribue au silence qui entoure ces violences. L'absence de débat public, la banalisation du phénomène et l'indifférence des institutions empêchent une véritable prise de conscience collective, et entretiennent un climat d'impunité dans lequel les agresseurs continuent d'agir sans crainte de sanctions.

Dans le quatrième document, publié le 15 juin 2024 sur [www.gazeta.ru](http://www.gazeta.ru), Nina Ostanina, présidente du comité de la Douma pour les questions de la famille, des femmes et des enfants, justifie le refus d'adopter une loi spécifique sur les violences domestiques, estimant que le Code pénal en vigueur est suffisant. Ce discours met en lumière une certaine forme de déni politique, en insistant davantage sur les valeurs traditionnelles et la stabilité familiale que sur la protection des victimes.

Le cinquième article, paru le 14 janvier 2021 sur [www.currenttime.tv](http://www.currenttime.tv), relate une décision historique de la Cour européenne des droits de l'homme, qui a condamné la Russie pour inaction dans l'affaire de Margarita Gracheva, une femme mutilée par son mari. Ce jugement souligne la responsabilité de l'État et requiert la mise en place de mesures concrètes pour lutter contre les violences domestiques.

Enfin, le sixième document, publié sur [bbc.com/russian](http://bbc.com/russian) le 14 septembre 2020, revient sur un cas emblématique d'inversion des rôles : celui d'Irina Jivova, une femme ayant survécu à des violences conjugales, condamnée par un tribunal à verser une indemnisation de 10 000 roubles à son ex-mari. Ce dernier l'avait poursuivie en justice pour diffamation après qu'elle a publié, sur les réseaux sociaux, un témoignage dans lequel elle décrivait les violences subies, accompagnées de photos de ses blessures et de celles de leur fille. Malgré ces preuves, le tribunal a estimé que le terme « a porté des coups » utilisé dans le post constituait une atteinte à la réputation de son ancien conjoint. Ce cas illustre avec force la difficulté de dénoncer les violences en Russie sans risquer de représailles juridiques, sociales ou professionnelles. Il met également en lumière le manque de protection juridique des victimes et la tendance des institutions à protéger la réputation des agresseurs plutôt que les droits des femmes.

## 15.2. Analyse globale des résultats

Cette année, 11 candidats ont participé à l'épreuve. Globalement, les résultats sont très satisfaisants, témoignant d'un bon niveau général.

La majorité des candidats a fait preuve d'une solide maîtrise linguistique, tant au niveau du vocabulaire que de l'orthographe. Plusieurs travaux se distinguent par une expression fluide et un lexique riche, ce qui montre un réel effort dans la qualité de la langue utilisée.

Cependant, malgré ces points forts, plusieurs difficultés récurrentes sont à noter. La méthodologie employée est restée perfectible. En effet, certains candidats n'ont pas formulé clairement leur problématique dès le début, ce qui a rendu la lecture moins accessible. Par ailleurs, le choix du titre n'a pas toujours été adapté (ex : violences domestiques au lieu de violences faite aux femmes).

Un autre point fréquemment observé était le manque de rigueur dans la hiérarchisation des informations. Bien que les idées principales aient généralement été comprises, leur organisation laissait souvent à désirer. Il en a résulté des synthèses parfois maladroites, dans lesquelles les éléments essentiels se perdaient au milieu de détails secondaires, compromettant ainsi la clarté de l'ensemble.

Il convient également de noter que certains candidats se sont parfois éloignés du cadre attendu de la synthèse, en introduisant des avis personnels. De plus, pour certains candidats, le lien entre les idées développées et les documents sources est parfois resté trop flou, en raison d'un manque de références explicites, ce qui a compromis la rigueur de l'analyse.

Sur le plan linguistique, même si le niveau avait été globalement bon, quelques maladresses ont persisté dans certaines formulations, ce qui a affecté la fluidité du texte et la compréhension des arguments.

## 15.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Pour réussir cette épreuve, le candidat doit accorder une attention particulière à la rigueur méthodologique : une problématique claire dès le début, un titre précis, une organisation rigoureuse

des idées, ainsi qu'un respect strict du cadre documentaire. Voici un exemple de traitement du sujet de cette année, conforme aux attentes du concours.

### 15.3.1. Problématique

Il était attendu que le candidat traite le thème des violences conjugales subies par les femmes en Russie, en examinant leur perception au sein de la société et leur gestion par l'État. Il était également attendu que le candidat regroupe les idées essentielles des documents, en les classant par thème (et non article par article). Rappelons que les idées doivent être formulées avec les propres mots du candidat, en adoptant un ton neutre et objectif, sans prise de position personnelle.

### 15.3.2. Axes thématiques

#### L'ampleur et la continuité des violences domestiques

- Les chiffres sont alarmants : 895 femmes ont été tuées en deux ans (doc. 2). En 2018, 61 % des femmes assassinées l'ont été par leur conjoint (doc. 3).
- Des milliers de cas de violences physiques sont recensés chaque année, souvent commis par des hommes sous l'emprise de l'alcool (doc. 1, doc. 2).
- Des témoignages concrets (doc. 1, doc. 6) illustrent que ces violences touchent toutes les couches sociales et restent fréquentes.
- Le phénomène est largement sous-estimé en raison du silence des victimes et du manque de soutien (doc. 3).

#### Un cadre juridique inadapté et inefficace

- Depuis 2017, les violences domestiques ont été partiellement décriminalisées : une première agression est considérée comme une simple infraction administrative (doc. 2).
- La réforme permet aux agresseurs de s'en tirer avec une amende de 5 000 roubles, alors qu'ils risquaient auparavant jusqu'à deux ans d'emprisonnement (doc. 3).
- Les forces de l'ordre sont peu formées, prennent rarement les plaintes au sérieux, et peuvent même dissuader les victimes de porter plainte (doc. 3).
- Les médecins accueillant les victimes s'abstiennent souvent de signaler les faits aux autorités judiciaires (doc. 3).
- Des cas comme celui de Mariia, l'épouse d'un élu, ou Irina Jivova (doc. 1, doc. 6), montrent que les victimes peuvent parfois être accusées ou condamnées, renforçant leur isolement.
- La loi de fait pas la distinction entre un violence domestique et une violence subite dans la rue (doc. 4)

#### La minimisation politique et sociale d'un problème profondément enracinés

- Des figures politiques, à l'instar de Nina Ostanina, refusent l'idée d'une loi spécifique, au nom de la tradition et de la famille, avec l'appui d'une partie de la population (doc. 4).
- L'État ne reconnaît pas officiellement l'ampleur du problème : les médias officiels en parlent peu, et aucune politique nationale cohérente n'est mise en place (doc. 3).
- Le cas extrême de Margarita Gratcheva, mutilée par son mari, a poussé la Cour européenne des droits de l'homme à condamner la Russie pour inaction (doc. 5).

## **15.4. Conclusion**

Comme à l'accoutumée, le jury souligne que la réussite de cette épreuve dépend avant tout de la maîtrise de l'art de la synthèse. Il est essentiel que les candidats sachent organiser clairement les informations, reformuler les idées avec leurs propres mots et adopter un ton neutre et objectif. La qualité de la langue, à la fois riche, précise et nuancée, est également un facteur déterminant pour valoriser la synthèse.

Pour développer ces compétences, il est fortement conseillé aux candidats de lire régulièrement des articles en russe sur des sujets variés – qu'ils soient politiques, économiques, sociaux ou culturels. Cette pratique permet non seulement d'enrichir son vocabulaire, mais aussi de mieux comprendre les problématiques contemporaines et d'aiguiser son esprit critique face à des documents complexes.

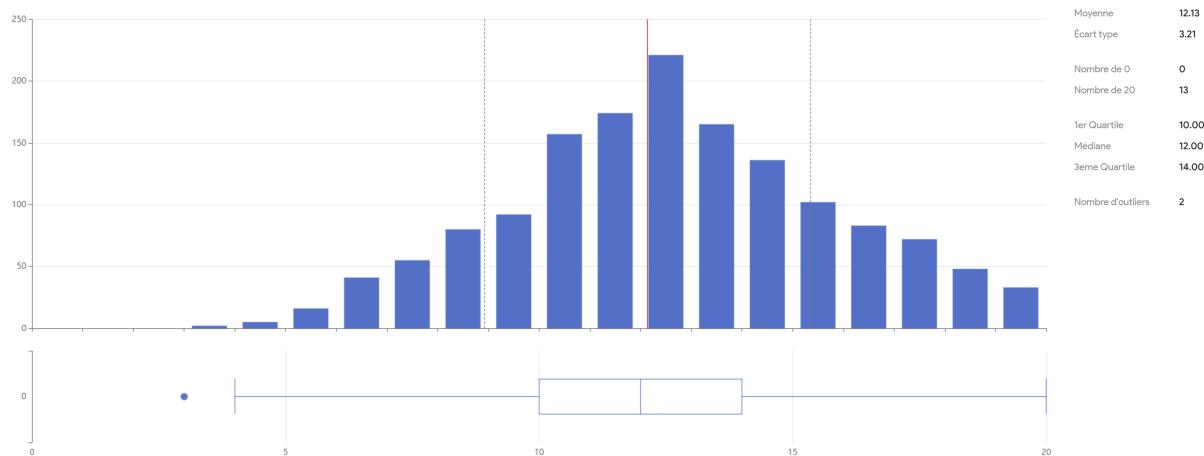
Dans le cadre de la préparation, il est utile de commencer par résumer un seul article, afin d'apprendre à extraire les informations importantes sans se perdre dans les détails. Ensuite, il convient de s'exercer à synthétiser plusieurs documents traitant d'un même thème, en veillant à bien organiser les idées par axes thématiques et à respecter les règles méthodologiques. Cette rigueur est indispensable pour construire une analyse cohérente et éviter les digressions ou les opinions personnelles non sollicitées.

**Deuxième partie**

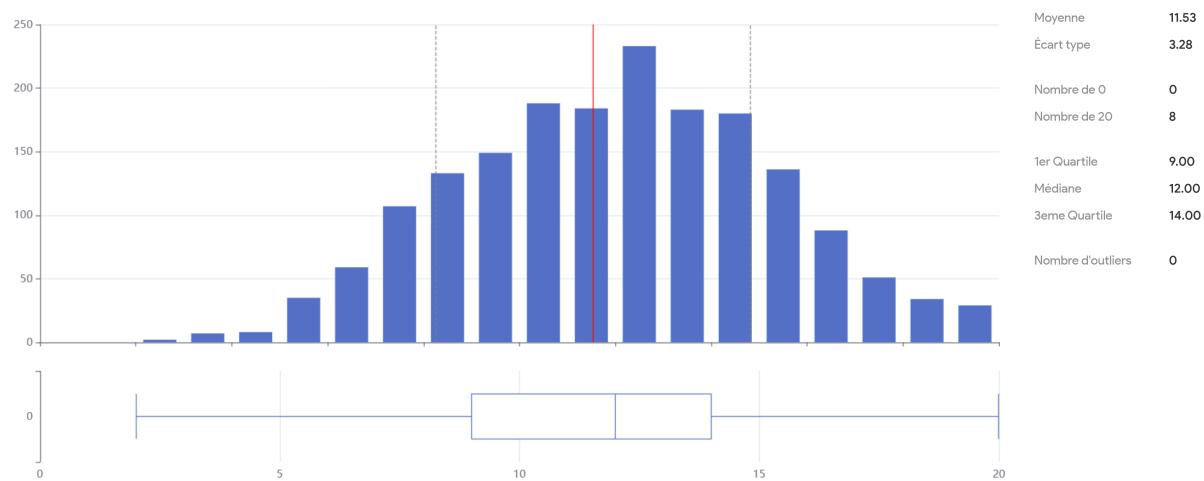
**Épreuves d'admission**

## 16. Éléments statistiques des épreuves

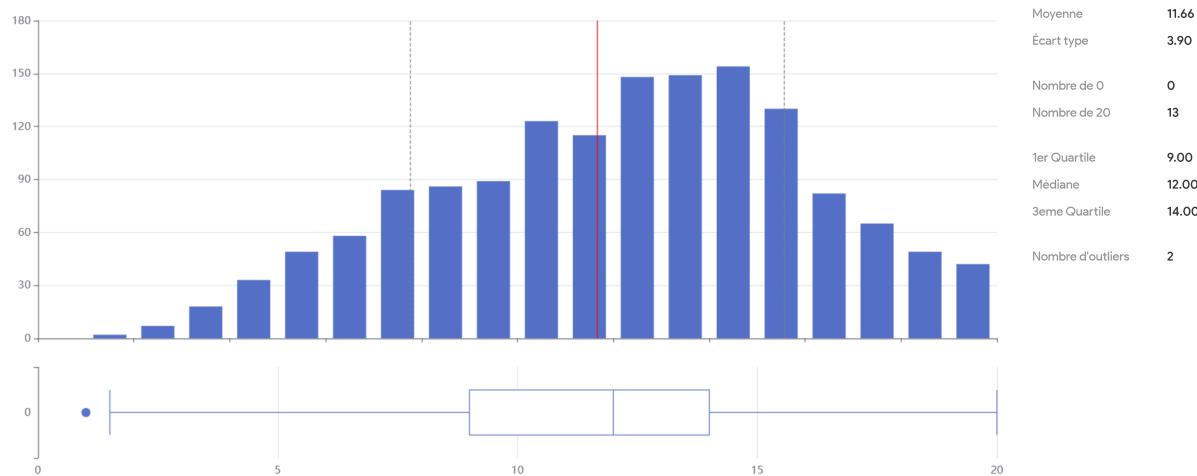
### Mathématiques - PSI



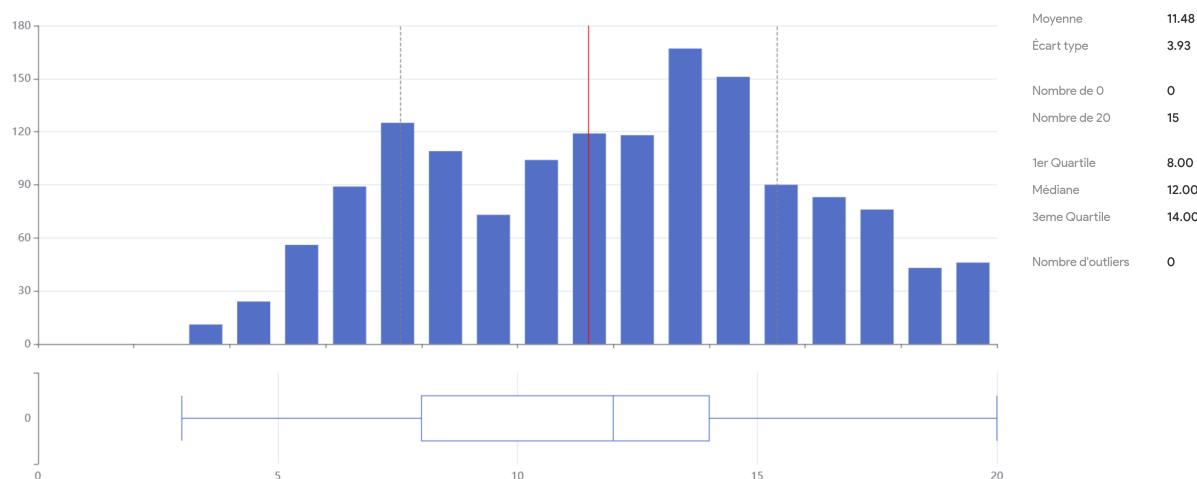
### Mathématiques-informatique - PSI



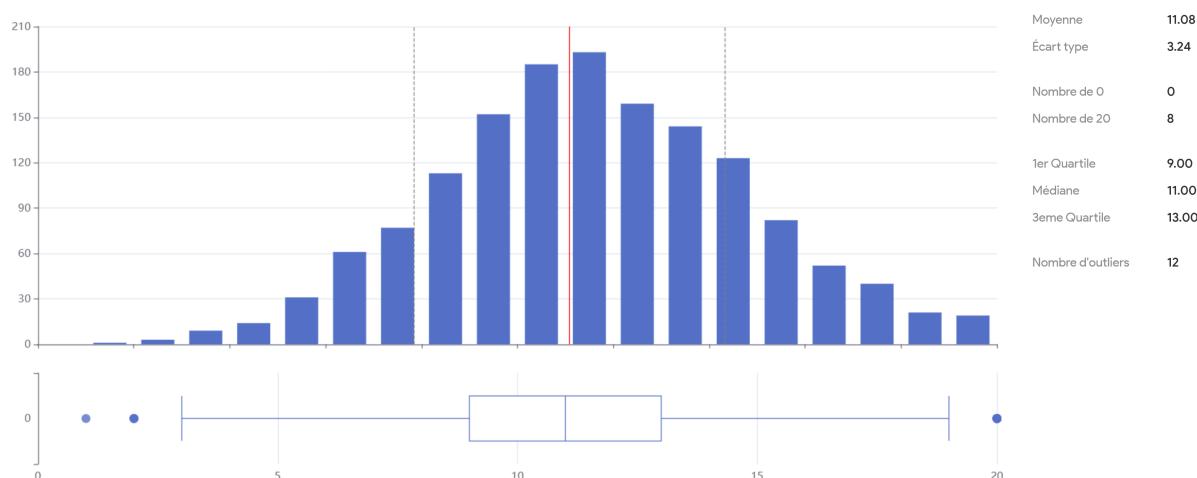
## Physique-chimie - PSI



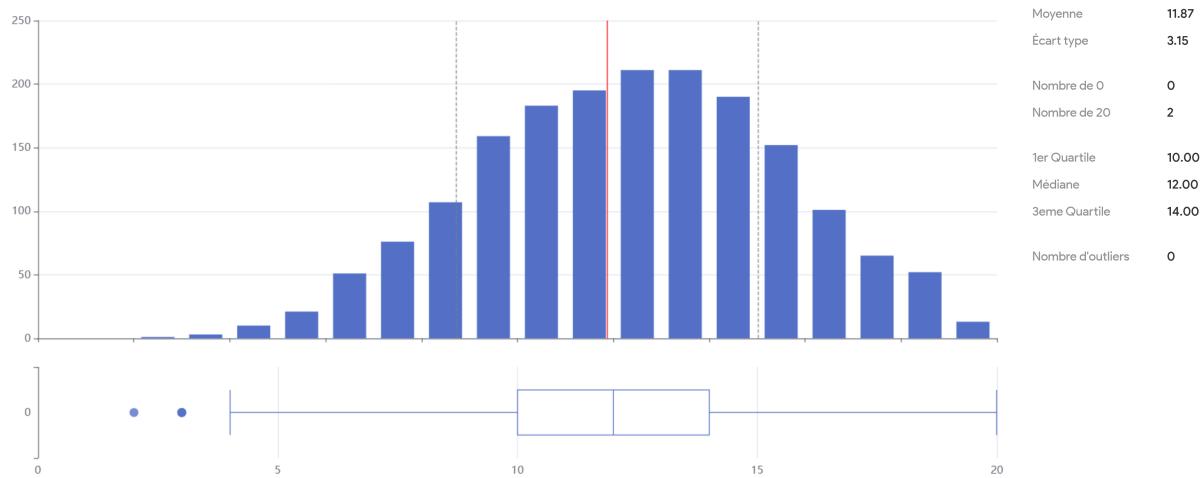
## Physique-chimie-informatique - PSI



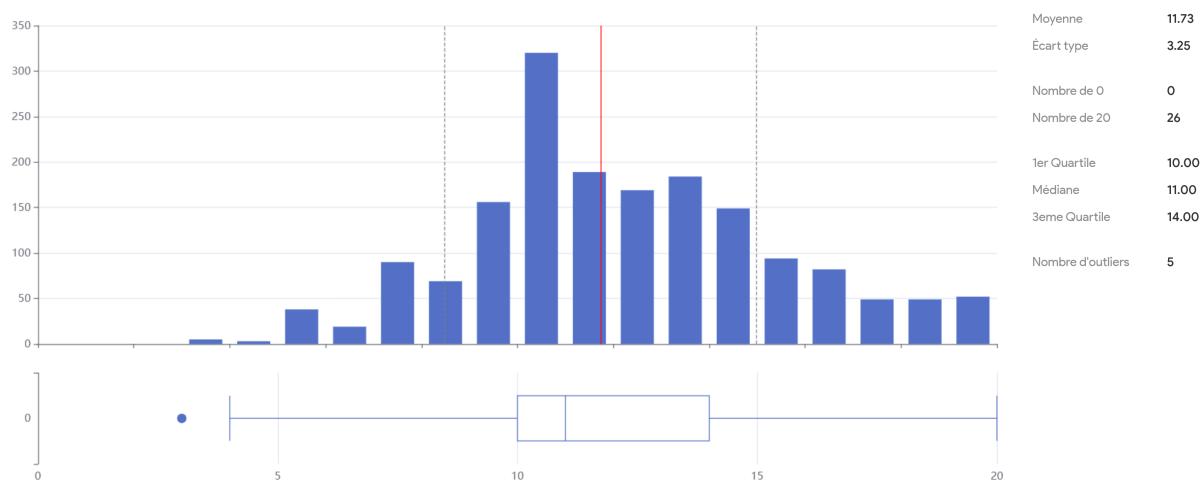
## TP de physique-chimie - PSI



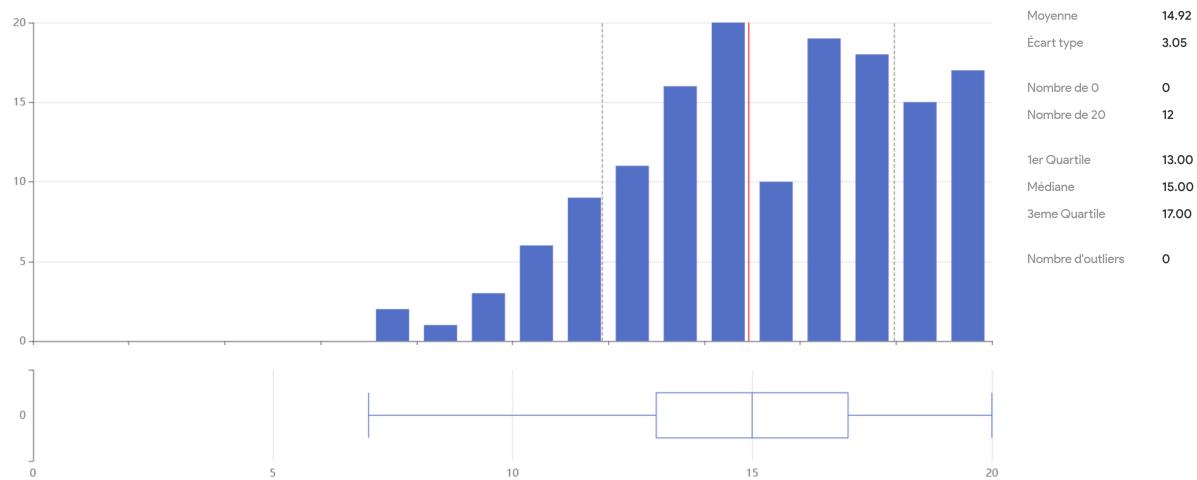
## TP de sciences industrielles de l'ingénieur - PSI



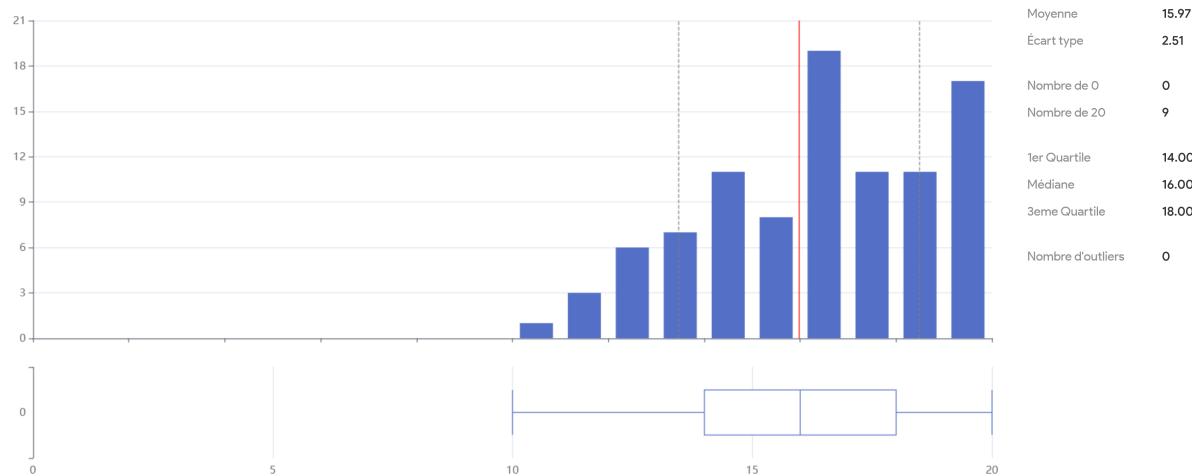
## Anglais LV1 - PSI



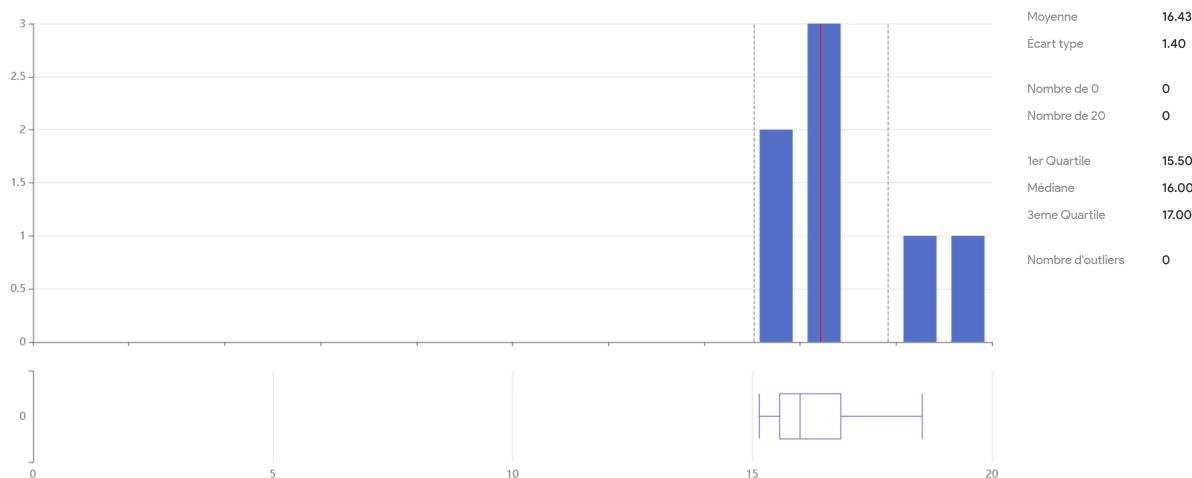
## Allemand LV1 - Toutes filières



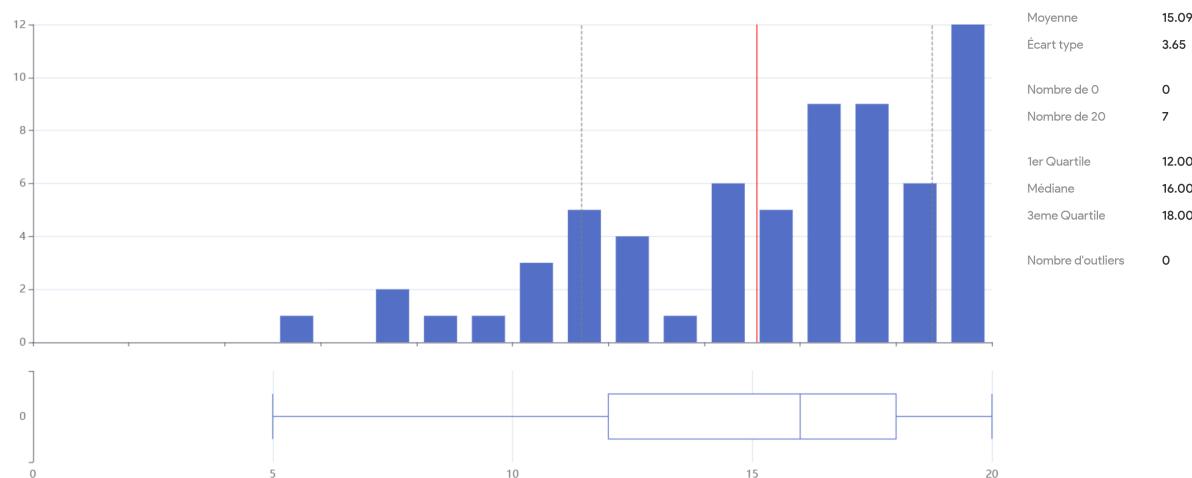
## Arabe LV1 - Toutes filières



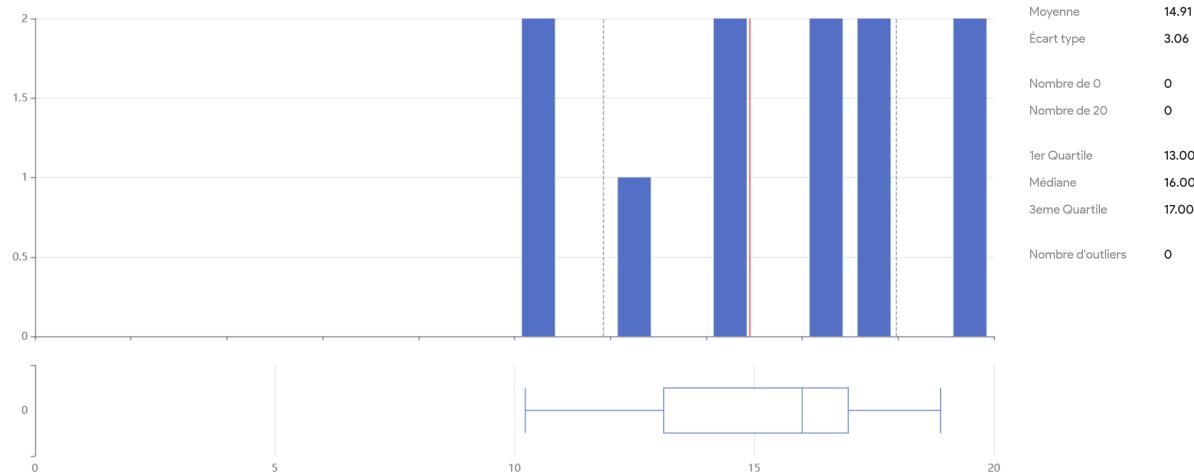
## Chinois LV1 - Toutes filières



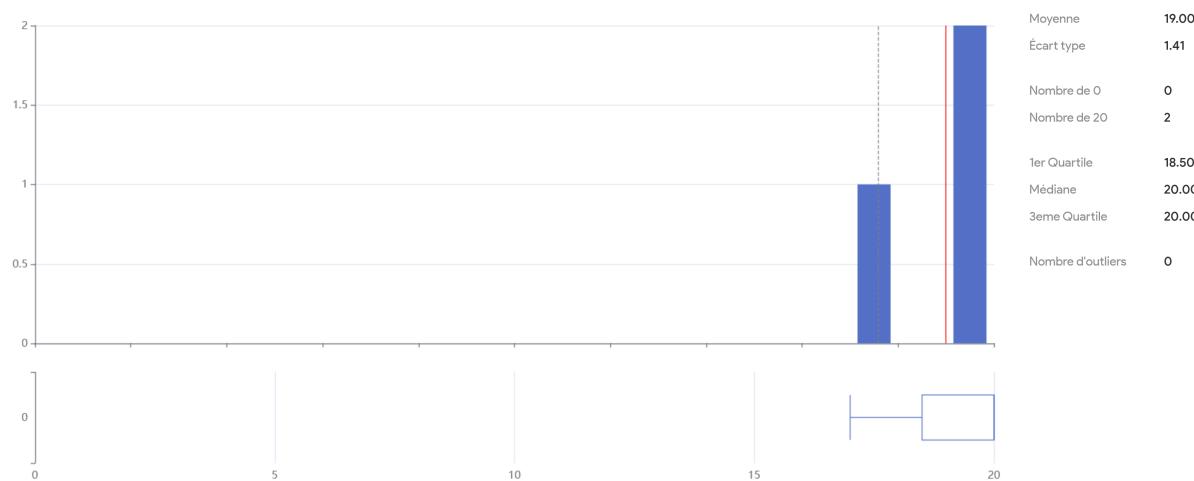
## Espagnol LV1 - Toutes filières



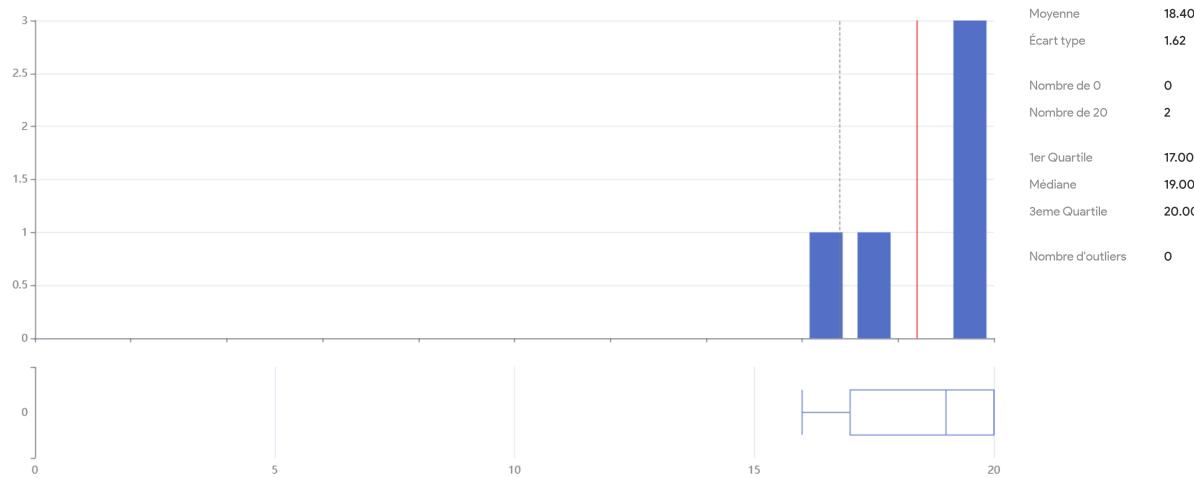
## Italien LV1 - Toutes filières



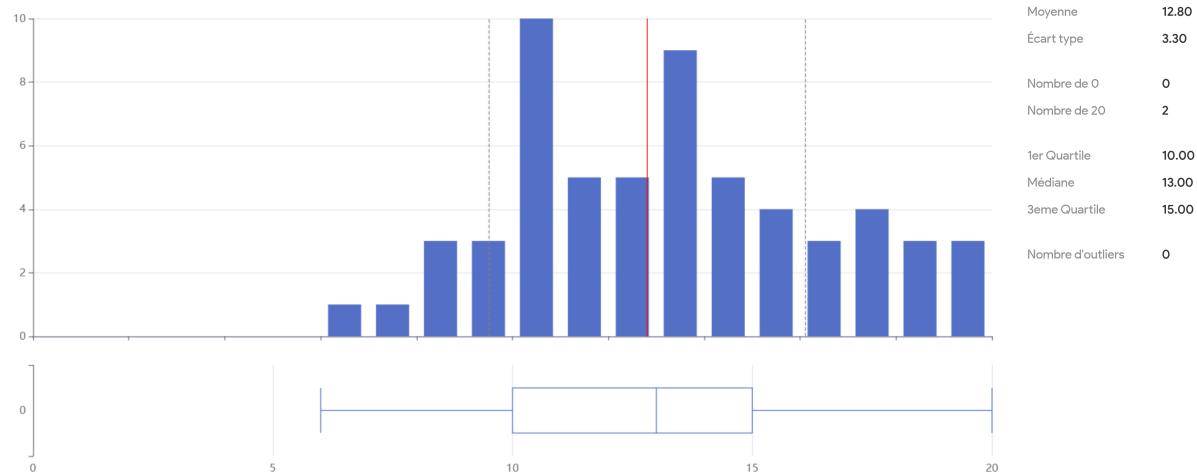
## Portugais LV1 - Toutes filières



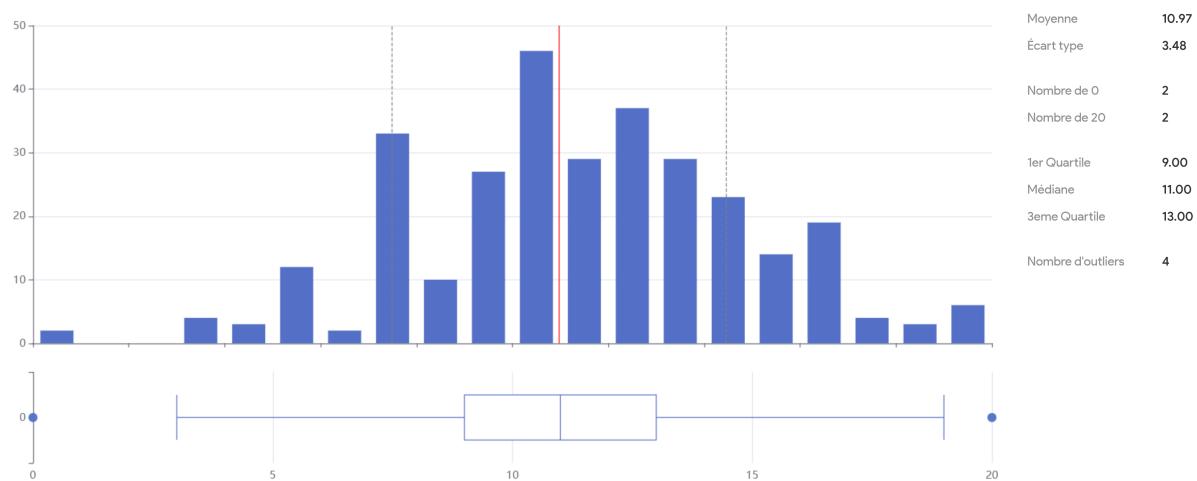
## Russe LV1 - Toutes filières



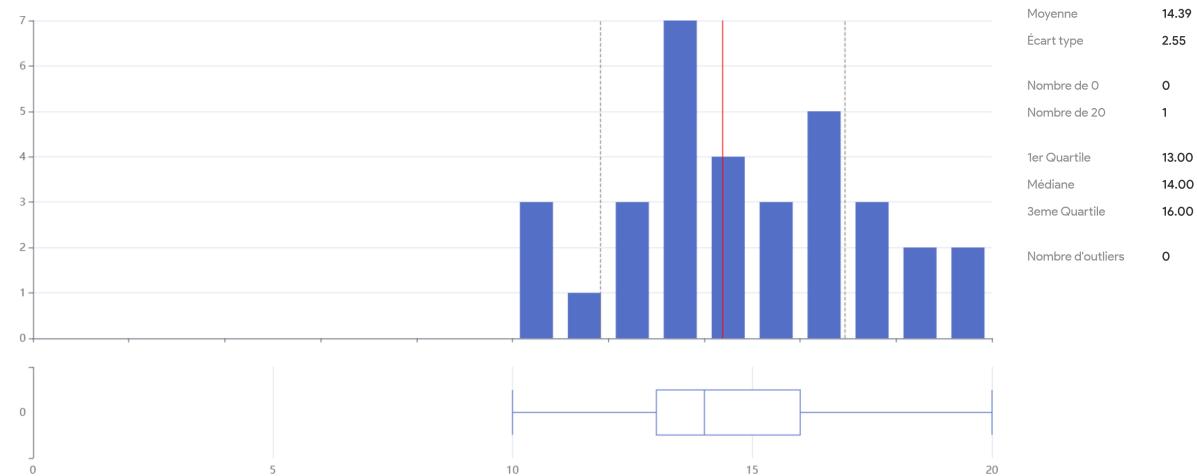
## Anglais LV2 - PSI



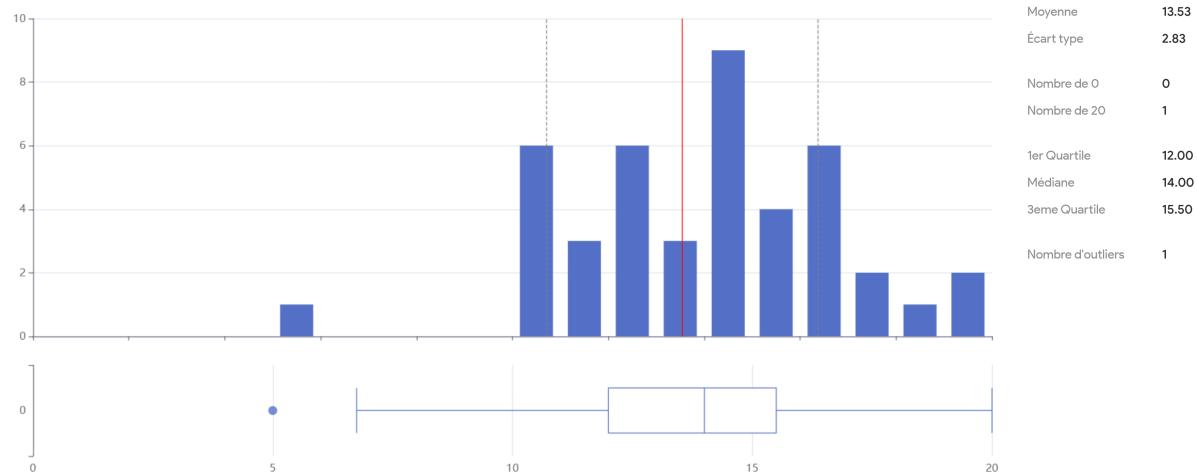
## Allemand LV2 - Toutes filières



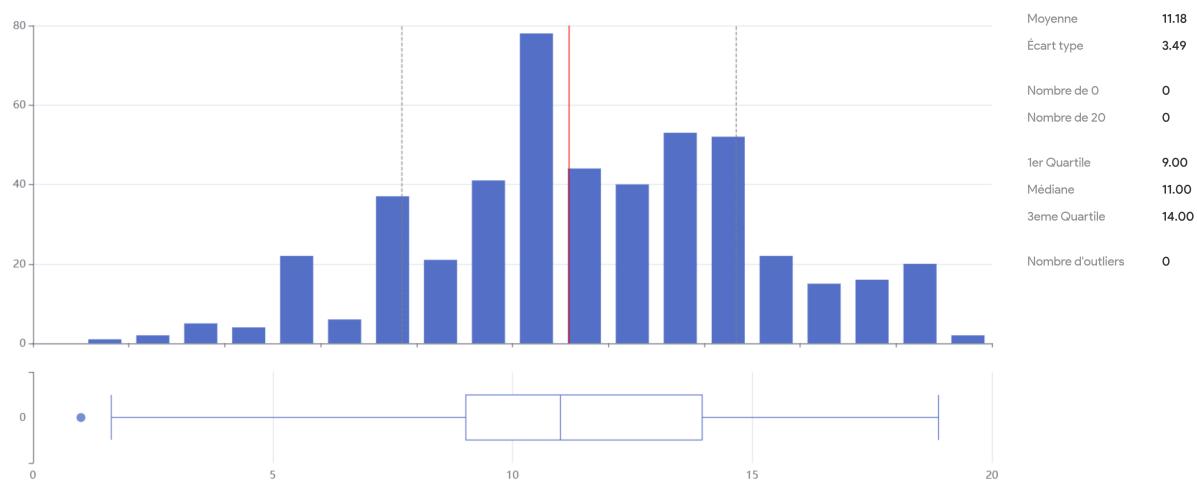
## Arabe LV2 - Toutes filières



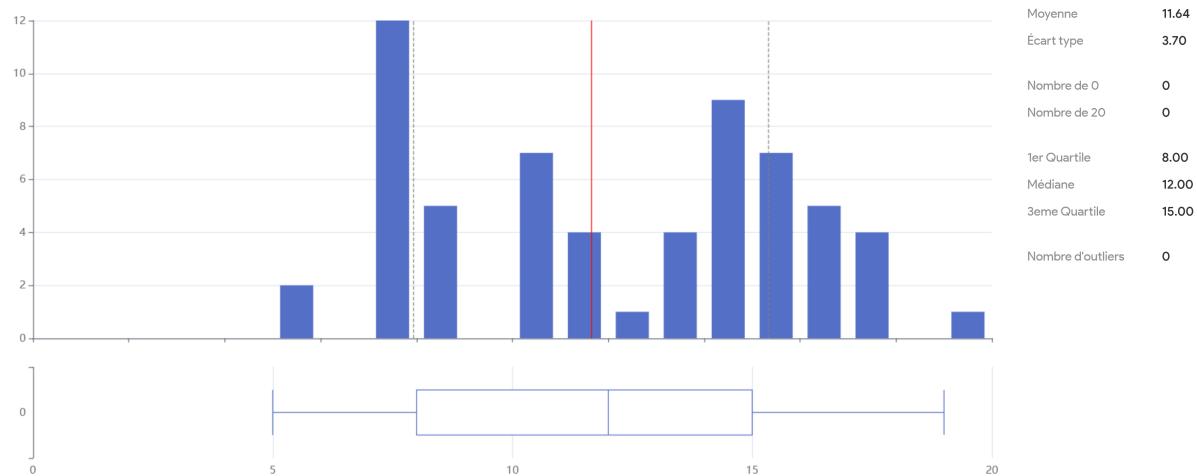
## Chinois LV2 - Toutes filières



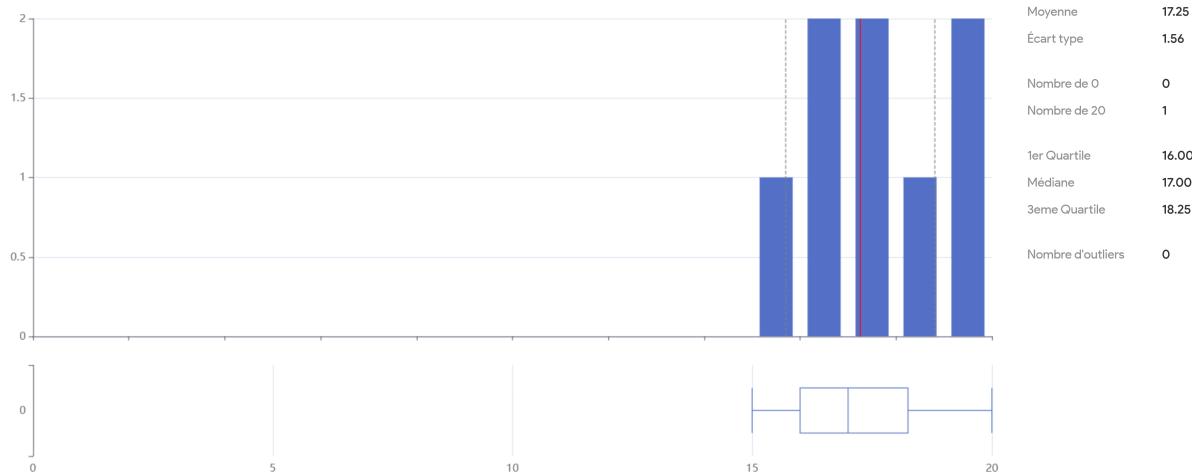
## Espagnol LV2 - Toutes filières



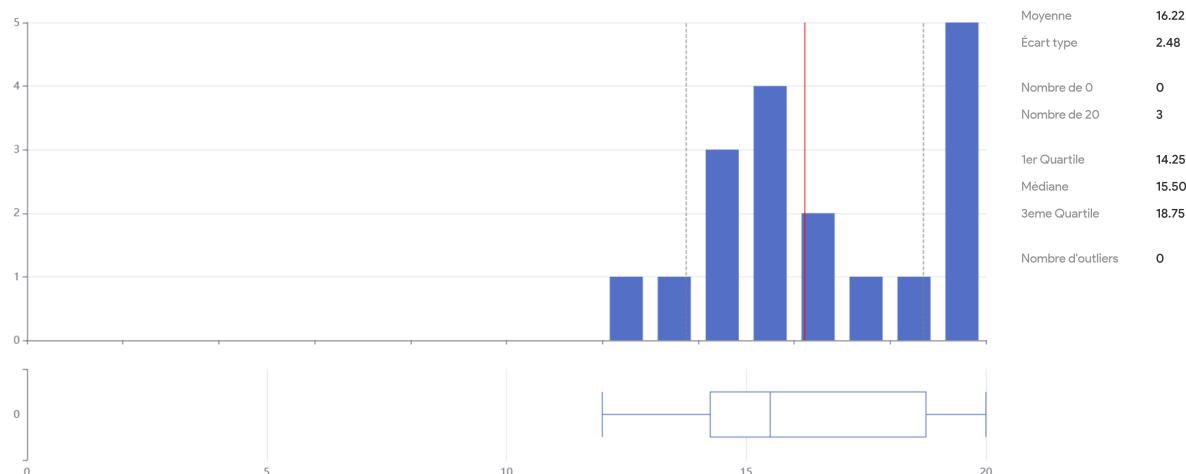
## Italien LV2 - Toutes filières



## Portugais LV2 - Toutes filières



## Russe LV2 - Toutes filières



# 17. Mathématiques

## 17.1. Introduction

L'épreuve de mathématiques est une épreuve sans préparation d'une durée réelle légèrement inférieure à 30 minutes. L'usage de la calculatrice y est autorisé, mais est très rare dans les faits. Elle porte sur le programme de PSI et l'intersection des programmes de MPSI et de PCSI.

Le candidat se voit proposer un exercice qui comporte peu de questions, d'autres pouvant être données au fur et à mesure de l'épreuve et en fonction de l'avancée du candidat. L'exercice est progressif et commence par une question de cours ou une application directe d'un résultat du programme.

Il est tout à fait possible d'avoir une bonne note sans avoir répondu à toutes les questions. Le sujet proposé est avant tout un support pour évaluer les connaissances du candidat sur plusieurs parties du programme, sa faculté à mener un dialogue réfléchi avec l'interrogateur et sa capacité à exposer clairement le cheminement de sa pensée.

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

## 17.2. Analyse globale des résultats

Cette année encore, l'oral de mathématiques a permis de classer les admissibles de façon efficace. L'épreuve, avec 12,13 de moyenne et un écart type d'environ 3,21, a bien joué son rôle.

Le niveau moyen de l'épreuve est comparable à celui de l'an passé. Toutefois, nous assistons à un resserrement des notes, qui a conduit à un écart-type en légère baisse : d'une part, la diminution du nombre de candidats très faibles, déjà notée les années antérieures s'est confirmée ; d'autre part, les candidats exceptionnels ont été plus rares que les années précédentes.

Si les points positifs indiqués l'an passé sont encore d'actualité, à savoir

- étudiants à l'aise à l'oral et combatifs,
- et techniques et résultats classiques de seconde année bien assimilés,

les réserves faites lors de la précédente session ne le sont pas moins :

- les candidats ne font quasiment jamais spontanément de dessins ou schémas ;
- les très rares notions de géométrie restées au programme, telles celles de tangente à une courbe ou de plan tangent à une surface données par une équation cartésienne, sont souvent ignorées ;
- certains admissibles cherchent systématiquement à utiliser les grands résultats de PSI pour éviter de réfléchir à des solutions adaptées au problème, et souvent du reste simples.

Le fait marquant de la session 2025 est la méconnaissance importante du cours de première année (algèbre linéaire, fonction d'une variable réelle...). Certes, le phénomène n'est pas nouveau, mais il a été ressenti lors de cette session avec une acuité particulière. La majeure partie des oraux ratés l'ont été par une ignorance grave des notions de première année.

L'année prochaine, le jury mettra plus qu'à l'accoutumée l'accent sur les bases du programme et il invite les étudiants de première année à un apprentissage profond du cours, ceux de seconde

à une révision précoce de celui-ci. Il compte beaucoup sur les enseignants des deux années de la filière pour répercuter ce message auprès de leurs étudiants.

### 17.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Nous allons donner quelques conseils aux étudiants qui préparent le concours Centrale-Supélec. Beaucoup figuraient déjà dans les précédents rapports, d'autres non. Nous conseillons aux candidats de la prochaine session de lire également les rapports des deux années précédentes.

Pour bien réussir l'épreuve de mathématiques, il faut avant toute chose apprendre et maîtriser le cours des deux années. Notons qu'aucun argument hors programme ne sera accepté par l'examinateur.

Le jury remarque que certains admissibles sont parfois bloqués par la méconnaissance de résultats élémentaires de première année voire de terminale, quelques exemples :

- expression des racines  $n^{\text{e}}$  de l'unité (et factorisation sur le corps  $\mathbf{C}$  de  $X^n - 1$ ) et plus généralement les manipulations de base des nombres complexes ;
- calculs de primitives élémentaires ;
- formules de trigonométrie ;
- détermination du maximum d'un trinôme du second degré, sans recours à une étude de fonctions.

Nous invitons les étudiants à s'assurer le plus tôt possible dans leur préparation au concours, qu'ils maîtrisent tous ses points.

Pour ce qui est de la présentation, les examinateurs attendent de l'étudiant qu'il ne se contente pas d'écrire au tableau, mais qu'il se retourne de temps à autre, soit dynamique, propose des stratégies de résolution et écoute leurs remarques. Trop de candidats chaque année s'entêtent malgré les demandes de l'interrogateur à changer de méthode ; outre que cette attitude conduit souvent à l'échec, elle ne peut être appréciée que défavorablement dans une épreuve qui teste, entre autres, les capacités d'échange et de dialogue scientifique. Le tableau doit à la fin de l'épreuve garder le plan de la résolution de l'exercice, les formules importantes qui auront jalonné celle-ci. Nous conseillons d'utiliser une partie du tableau comme brouillon et de reporter, dans une autre, les résultats acquis afin qu'ils restent accessibles pendant toute l'épreuve.

D'une manière générale, l'utilisation de dessins, de figures ou de schémas est insuffisante. Le jury encourage et apprécie le recours spontané à des illustrations graphiques, notamment pour illustrer des théorèmes comme celui de Rolle ou des valeurs intermédiaires, présenter des méthodes comme la comparaison série-intégrale, visualiser la tangente à une courbe ou le plan tangent à une surface.

En début d'épreuve, la lecture, la copie quasi intégrale au tableau de l'énoncé, la présentation générale à l'oral du sujet constituent autant de pertes de temps ; les membres du jury interrogent toujours en ayant l'énoncé de l'exercice et le candidat est invité à entrer d'emblée dans le vif du sujet.

Passons à la résolution elle-même de l'exercice. Elle doit obéir à deux règles : rigueur et clarté.

Avant tout, il est attendu d'un admissible qu'il fasse preuve de rigueur et de précision. Quand il applique un théorème, il doit en citer et en vérifier toutes les hypothèses. Ainsi, par exemple, exprimer qu'une matrice est diagonalisable en écrivant  $A = PDP^{-1}$ , sans autre commentaire, témoigne d'un manque de précision notamment sur le corps de base. De même, parler de la

continuité de  $f$  « sur  $0 \ 1$  » n'a pas de sens ; le candidat doit spontanément préciser la nature de l'intervalle, ouvert, fermé etc. Pour montrer la convergence d'une série par majoration, il faut mentionner la positivité de son terme général et prendre la même précaution avec une intégrale. Écrire un développement en série entière d'une fonction usuelle doit être accompagné du domaine de validité. Dans le même ordre d'idée, le recours très fréquent à des expressions comme « c'est continu » ou « ça converge » est à bannir au profit de phrases comportant un sujet précis : la fonction est continue, la suite converge ou la série converge. Enfin, dans l'étude d'une convergence d'une suite de fonctions  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$ , confondre comme on le voit trop souvent, le nombre  $f_n(x)$  et la fonction  $f_n$  est non seulement fautif, mais occasionne des fautes majeures et pénalisantes.

Ensuite, la clarté du raisonnement s'impose. Il est primordial que l'examinateur sache celui qui est retenu par l'étudiant qu'il a en face de lui. Ce dernier à l'oral n'est pas tenu, comme à l'écrit, de tout rédiger. Néanmoins, il doit informer l'interrogateur du type de raisonnement qu'il mène : raisonnement par équivalence, raisonnement par double implication, raisonnement par récurrence. De la même façon, si la quantification des variables obéit à l'oral à des exigences moins strictes qu'à l'écrit, le candidat doit au moins oralement informer l'examinateur du statut de chacune d'elles. Rappelons que pour montrer qu'une propriété est vraie pour tous les éléments d'un ensemble, il faut partir d'un élément quelconque de cet ensemble : par exemple, pour montrer que toutes les valeurs propres d'une matrice sont positives, on commence par écrire ou dire « soit  $\lambda$  une valeur propre de la matrice ». Cette année encore les candidats se précipitent sur une preuve par « analyse-synthèse ». Rappelons que ce type de raisonnement est approprié pour montrer l'existence et l'unicité d'un objet mathématique, mais n'est pas la panacée universelle.

## Analyse

Le cours de calcul différentiel est dorénavant dans son ensemble maîtrisé. Cependant, la partie **d) applications géométriques** du chapitre calcul différentiel reste un point noir. Ceci est dommage puisque, d'une part, les exercices portant sur cette partie sont souvent simples, proches du cours et devraient permettre aux admissibles d'avoir une bonne note et, d'autre part, car il s'agit de connaissances transverses d'une grande importance dans les sciences.

La recherche de primitives usuelles n'est ni naturelle ni aisée pour beaucoup de candidats.

La maîtrise des développements limités est loin d'être acquise par tous. Rappelons que pour donner le développement limité d'une composée  $f \circ g$  de deux applications, on commence par celui de  $g$ . Peu d'étudiants utilisent des développements limités au sens fort (avec des grands  $O$ ) : c'est dommage car ils sont, suivant les situations, plus ou autant économiques que ceux avec un petit  $o$  ; certains candidats ignorent la définition d'un grand  $O$ .

La formule de Taylor avec reste intégral n'est pas mieux connue qu'en 2024 : cette formule est pourtant importante pour obtenir des résultats globaux (par exemple des inégalités).

Les séries entières posent encore de grosses difficultés. Le jury rappelle que la règle de d'Alembert au programme n'est pas le seul outil pour déterminer le rayon de convergence d'une série entière. Très peu d'étudiants ont par exemple le réflexe de dire :  $(a_n)_{n \geq 0}$  est borné donc le rayon de convergence de  $\sum a_n z^n$  est supérieur ou égal à 1. Le lien entre les rayons de convergence de deux séries et ceux de leur série produit ou somme est très mal connu. Enfin, la définition même du rayon de convergence n'est pas toujours sue.

Il est à noter des confusions fréquentes sur le vocabulaire : majorée, majorée en valeur absolue, bornée. Du reste, les étudiants interrogés omettent souvent les valeurs absolues, pourtant nécessaires lorsqu'il s'agit de montrer la convergence d'intégrales ou de séries. Dans **C**, l'omission du module conduit à des inégalités entre complexes.

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

L'énoncé du théorème des valeurs intermédiaires est mal maîtrisé et, pour de nombreux candidats, est pollué par des hypothèses de monotonie.

Les deux théorèmes d'intégration terme à terme de la somme d'une série de fonctions au programme sont de natures différentes : l'un s'applique à des fonctions définies sur un segment et nécessite la convergence uniforme, l'autre à des fonctions définies sur un intervalle quelconque et se contente d'une convergence simple de la série. Beaucoup de candidats mélangeant ces deux résultats.

## Algèbre

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

On note une faible utilisation et maîtrise du théorème du rang. Du reste, la notion de rang et de rang d'une matrice est souvent floue et confuse chez les candidats.

Les manipulations élémentaires de matrices carrées d'ordre 2 ou 3 donnent parfois lieu à de grandes difficultés. Au delà des résultats théoriques, on attend des candidats une maîtrise technique dans des cas concrets et simples. Dans le même ordre d'idée, les matrices de rang un posent des problèmes aux candidats.

L'interprétation en termes d'endomorphismes des colonnes d'une matrice n'est pas naturelle pour tous.

La définition géométrique d'une projection ou d'une symétrie, liée à la donnée de deux espaces supplémentaires, pose des problèmes à beaucoup de candidats.

Dans le domaine de la réduction des endomorphismes, le polynôme caractéristique n'est pas l'alpha et l'omega ; l'existence d'un polynôme scindé à racines simples est une condition nécessaire et suffisante pour qu'un endomorphisme soit diagonalisable ; un résultat très peu employé et parfois ignoré est qu'un endomorphisme  $u$  est diagonalisable si et seulement si le polynôme  $\prod_{\lambda \in \text{Sp}(u)} (X - \lambda)$  est annulateur. L'expression des coefficients remarquables du polynôme caractéristique est floue chez trop de candidats. Le fait que les valeurs propres d'une matrice triangulaire se trouvent sur la diagonale n'est pas acquis par tous les étudiants. La détermination de la dimension des sous-espaces propres d'une matrice est le plus fréquemment abordée par résolution du système  $AX = \lambda X$ , alors que la recherche du rang de  $A - \lambda I_n$  par opérations sur les colonnes est souvent plus rapide et élégante.

## Probabilités

Le dénombrement est très insuffisamment maîtrisé par de nombreux candidats. Les futurs admissibles sont invités à travailler ce point de première année utile dans le cadre des probabilités uniformes.

Trop d'étudiants mélangeant les objets probabilistes dont ils ont une vision très confuse et dont ils ignorent la définition précise. Nous conseillons aux futurs candidats de bien assimiler les fondements de la discipline.

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

De nombreuses inversions des inégalités dans l'inégalité de Bienaymé-Tchebychev montrent que des élèves de classe préparatoire n'ont pas réfléchi au sens de cette formule, pourtant cruciale. On note trop d'hésitations sur l'expression de la covariance.

## **17.4. Conclusion**

Le jury est, cette année encore, assez satisfait du niveau de l'épreuve, du travail fourni par les candidats dans nombre de parties du programme. Il félicite les étudiants et leurs enseignants pour les compétences acquises lors de leur préparation.

Cependant le jury déplore un manque de connaissance précise du cours, notamment celui de première année. Il avertit les futurs candidats que l'accent sera mis à la prochaine session sur la maîtrise des contenus fondamentaux au programme.

Il note enfin avec satisfaction qu'une grande majorité des candidats sont à l'aise durant l'épreuve et bien préparés à l'exercice de l'oral.

# 18. Mathématiques-informatique

## 18.1. Introduction

L'épreuve de mathématiques-informatique est une épreuve de mathématiques utilisant l'outil informatique.

Un ordinateur équipé des environnements de développement Pyzo et Spyder est mis à disposition du candidat. Des fiches d'aide présentant différentes fonctions Python pouvant être utiles sont fournies lors de l'épreuve sous forme papier, ainsi que sous forme d'un fichier pdf présent sur l'ordinateur. Ces fiches sont consultables en ligne sur le site du concours.

Le candidat dispose d'une préparation d'une demi-heure, puis est interrogé pendant 25 minutes environ. L'outil informatique peut être employé, entre autres, pour effectuer des calculs numériques (comme déterminer les premiers termes d'une suite de scalaires) ou matriciels (comme résoudre un système linéaire ou rechercher les éléments propres d'une matrice), des tracés de courbes ou de surfaces ou pour simuler une expérience aléatoire. L'objectif visé est principalement l'émission de conjectures pertinentes. Les énoncés sont calibrés afin de ne pas nécessiter de dextérité déraisonnable en programmation.

Dans cette épreuve, on évalue la capacité du candidat à aborder de manière constructive les notions du programme de mathématiques de la filière PSI. La capacité à s'exprimer et la rigueur de la démarche sont aussi prises en compte dans la notation.

## 18.2. Analyse globale des résultats

La majorité des candidats a compris le principe de l'épreuve et beaucoup ont pris la peine de se familiariser avec les fiches d'aide disponibles.

Le jury est relativement satisfait des performances des candidats : la moyenne sur l'épreuve est d'environ 11,53 avec un écart type de 3,28. La majorité des candidats a été capable – parfois avec un peu d'aide – de répondre à l'étude numérique proposée et apporter des éléments de preuve mathématique, certains candidats le faisant de manière très autonome. Les excellentes prestations se font cependant plus rares, ainsi que fort heureusement celles complètement catastrophiques.

Notons que le réflexe de tester ses codes informatiques n'est curieusement pas du tout systématique et une très grande partie des candidats n'a pas le réflexe de faire les codes en plusieurs morceaux pour les valider les uns après les autres. Les moins habiles ne savent pas exécuter d'instructions dans la console, ou ignorent qu'il faut fermer la fenêtre graphique avant de relancer l'exécution de leur code.

Il est très rare que l'étudiant soit mutique. En revanche, le jury regrette que de nombreux candidats se contentent de proposer des pistes pour répondre aux questions et n'entament une rédaction qu'à partir du moment où l'examinateur valide une de ces propositions. Un peu plus d'initiative de la part de ces candidats est attendue.

### 18.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Nous allons donner quelques conseils aux étudiants qui préparent le concours Centrale-Supélec. Les futurs candidats sont également invités à lire les rapports précédents dont le contenu reste valable et n'est pas strictement identique à ce qui suit.

Pour bien préparer l'épreuve, il faut tout d'abord travailler le cours, celui de seconde année, comme celui de première année trop souvent oublié, puis les techniques usuelles. Quiconque connaît son cours et sait comment aborder les problèmes classiques est assuré d'avoir une note fort convenable. Toutes les notions du cours de seconde année de PSI, mais aussi du cours de première année (intersection entre les programmes de MPSI et de PCSI), doivent être connues. Les exercices ont été spécifiquement préparés pour la filière PSI et ne demandent pas de connaissances hors programme.

La gestion de la préparation est un point important de l'oral :

- certains candidats s'imaginent devoir passer la totalité de celle-ci à coder et n'abordent pas les questions théoriques. D'autres, au contraire, négligent les codes et tentent de traiter un maximum de questions pour masquer leur manque de maîtrise de Python. Précisons donc que l'immense majorité des énoncés placent les questions de Python dès le début du sujet. Il est recommandé de ne pas dépasser la moitié du temps de préparation sur les codes, quitte à revenir dessus par la suite pendant le passage, l'oral restant une épreuve de mathématiques avant tout ;
- un soin particulier doit être apporté à la qualité des réponses pendant la préparation. Il est fréquent de constater que les candidats négligent les premières questions, proposent des réponses fausses ou mal argumentées, puis se décomposent quand on leur fait remarquer leur erreur ou lors d'une demande de précision. De nombreuses contestations ont pour origine le fait qu'un candidat s'estime lésé parce qu'il n'a pas pu présenter ce qu'il avait fait aux questions de milieu de sujet, justement parce que l'examinateur a décidé d'insister sur les nombreuses erreurs en début d'épreuve. Il convient donc de rappeler :
  - que le jury décide seul de l'ordre de ses questions ;
  - que la meilleure manière d'éviter une telle déconvenue est de ne pas chercher à aller trop vite, mais au contraire à veiller à la qualité de ses arguments plutôt qu'au nombre de questions abordées : cet oral n'est en aucun cas une épreuve de vitesse.

En début d'épreuve, la lecture, la copie quasi intégrale au tableau de l'énoncé, la présentation générale à l'oral du sujet constituent une perte de temps ; les membres du jury interrogent toujours en ayant l'énoncé de l'exercice et le candidat est invité à entrer d'emblée dans le vif du sujet.

Il est attendu d'un admissible qu'il fasse preuve de rigueur et de précision. Le recours très fréquent à des expressions comme « c'est continu » ou « ça converge » est à bannir au profit de phrases comportant un sujet précis : la fonction est continue, la suite converge ou la série converge. Attention à ne pas tomber dans l'excès inverse et à donner trop d'éléments hors sujet, voire absurdes. Lors des études de suites récurrentes de la forme  $u_{n+1} = f(u_n)$ , on a déjà vu des candidats affirmer que la suite  $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$  était croissante sur son intervalle de définition. La lucidité étant essentielle, il faut savoir faire le lien entre les résultats théoriques et ceux constatés sur l'ordinateur et ne pas tenter de justifier des propriétés en contraste évident avec ceux observées par la machine.

## Utilisation du logiciel

Dans l'ensemble, la syntaxe de base du langage Python est bien maîtrisée, ainsi que les rudiments d'algorithmique nécessaires pour l'épreuve, ce qui est un point positif. C'est moins vrai pour l'utilisation des outils d'ingénierie numérique. Sur ce point, le jury avait pour consigne d'être particulièrement disposé à faire preuve de pédagogie. Les conseils des années précédentes n'ont pas pris une ride et sont reformulés ci-après.

- Il convient de se familiariser avec l'environnement Pyzo ou Spyder avant de passer l'épreuve : télécharger le logiciel, repérer où sont l'éditeur et la console, comment les utiliser, être à même de n'exécuter qu'une partie de son script pour corriger une erreur ou obtenir de nouveaux résultats, savoir faire des allers-retours dans l'emploi de l'éditeur et de la console (l'usage de `print` n'est pas une fatalité).
- Il est recommandé d'être plus vigilant aux messages renvoyés par le logiciel lors de l'exécution d'un script : ils peuvent permettre de corriger de nombreuses erreurs. Il convient de prêter une attention toute particulière aux parenthèses : de nombreux candidats demeurent démunis devant une syntaxe invalide ou ne comprennent pas les messages « `not subscriptable` » et « `not callable` ». Il faut faire attention à ne pas commettre de fautes de frappe dans les imports si l'on emploie ceux mentionnés dans l'aide.
- Les feuilles d'aide sont disponibles sur le site du concours et peuvent permettre tout au long de l'année de préparation d'illustrer de manière concrète le cours de mathématiques. La différence est nette entre les candidats connaissant les fiches d'aide proposées par le concours et ceux les découvrant pendant la demi-heure de préparation.
- Il faut être vigilant sur les bornes dans les `range`, sur les initialisations des variables avant les boucles, ainsi que sur les terminaisons des boucles `while`. Il faut aussi faire attention aux indentations et à la façon de tester une égalité. D'une manière générale, les candidats doivent avoir une idée de la complexité de leurs calculs.
- Fait notable et apprécié : les candidats étaient dans leur grande majorité sensibilisés aux problèmes liés à l'utilisation de nombres à virgule flottante. La plupart sait dorénavant que lorsque la machine calcule une valeur flottante d'un ordre de grandeur inférieur à  $10^{-10}$ , il faut conjecturer que la valeur exacte doit être nulle.
- La programmation des suites définies par une relation de récurrence est généralement bien menée. On notera cependant la présence persistante de candidats qui ont utilisé des fonctions récursives de complexité exponentielle, alors même que le principe de mémoïsation ne leur est pas étranger.
- Quand on demande une valeur numérique avec une certaine précision, il faut être capable de justifier que le résultat proposé respecte cette précision. C'est surtout le cas si l'on essaie de donner une estimation de la somme d'une série numérique (ce qui implique alors de majorer un reste).
- Les fonctions `quad` et `solve` ne s'emploient qu'avec des fonctions d'une variable. Si l'on veut les employer avec des fonctions dépendant d'autres paramètres, il faut alors les utiliser en définissant une fonction à l'intérieur d'une fonction. Cela a pu surprendre certains candidats, mais un exemple – qui concerne une intégrale à paramètre – est donné dans l'aide.
- Les tracés sont globalement maîtrisés. Les erreurs les plus fréquentes sur ce point sont d'employer la commande `plot` avec des listes n'ayant pas le même nombre de termes ou de confondre abscisse et ordonnée. La commande `show()` permet de faire afficher plusieurs tracés sur une même figure : attention le résultat peut être affiché dans une fenêtre en arrière-plan et bloquer le reste de l'exécution d'un script.

Le jury regrette que les commentaires sur les graphiques obtenus soient aussi pauvres : c'est dommage car l'interprétation d'un graphique peut donner lieu à de nombreuses conjectures. Il faut que les candidats pensent à regarder les échelles sur les axes lors des sorties graphiques et pensent à les utiliser.

- Le jury est globalement satisfait de l'utilisation de la commande `odeint` pour les tracés de solution d'équation différentielle. Un point technique reste problématique : le premier élément du tableau de temps  $T$  est celui sur lequel porte la condition initiale. Cela peut perturber quand on demande d'effectuer le tracé d'une solution d'une équation différentielle sur un intervalle  $I$  lorsque la condition initiale est prise en un temps situé à l'intérieur de  $I$ . Le jury a parfaitement conscience de cette difficulté et a systématiquement aidé le candidat à la surmonter.
- La manipulation des tableaux `numpy` est globalement satisfaisante. Il est recommandé de savoir extraire des lignes ou des colonnes de tels tableaux. Certains candidats ignorent que le produit matriciel ne s'effectue pas grâce au symbole `*` ou `**` pour les puissances.
- L'utilisation du logiciel en algèbre linéaire demeure souvent délicate. L'utilisation du rang d'une matrice n'est pas souvent faite alors qu'elle permet de répondre simplement à de nombreuses questions. Rappelons que les vecteurs propres d'une matrice se lisent dans les colonnes (et non les lignes) de la seconde matrice renvoyée par la commande `eig` du module `numpy.linalg` et qu'un exemple montrant comment extraire un tel vecteur figure dans l'aide.

D'autre part, cette commande renvoie toujours un résultat même lorsqu'une matrice n'est pas diagonalisable. Elle ne permet pas donc de répondre simplement à la question de la diagonalisabilité d'une matrice connaissant ses valeurs propres ; il faut en plus étudier la dimension des sous espaces propres (ce qui est assez simple en utilisant des rangs) ou encore utiliser un polynôme annulateur scindé à racines simples (et là encore, le logiciel peut faire le calcul).

- Le procédé d'orthonormalisation de Gram-Schmidt pose problème à une proportion non négligeable de candidats. Certains se lancent dans des calculs au tableau ou sur feuille, forcément fastidieux, alors que l'outil informatique est particulièrement indiqué dans ce cas. On peut conseiller au candidat pour arriver au résultat de bien décomposer les étapes de l'algorithme et d'avoir défini au préalable des fonctions calculant le produit scalaire et la norme euclidienne associée.
- En probabilités, les simulations numériques sont généralement bien menées. Cependant, peu de candidat pensent à citer la loi faible des grands nombres (ou Bienaymé-Tchebychev) pour justifier le fait qu'une moyenne de variables aléatoires indépendantes de même loi donne un résultat proche de l'espérance avec une grande probabilité. On entend trop souvent que la moyenne est « plus ou moins » la définition de l'espérance.

## 18.4. Conclusion

Le jury est, cette année encore, assez satisfait des résultats. L'épreuve semble bien être installée dans la préparation des candidats qui, s'ils ne sont pas tous parfaitement à l'aise, ne semblent pas déstabilisés par son contenu et son déroulement. Il convient cependant d'insister sur la maîtrise du cours, notamment de première année, pour réussir cet oral. Le jury encourage tous les futurs candidats à utiliser de manière régulière l'outil informatique pour appréhender de manière plus concrète les notions théoriques étudiées en cours de mathématiques.

# 19. Physique-chimie

## 19.1. Introduction

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

À son entrée en salle, le candidat se voit remettre un sujet, comportant un exercice unique. Il dispose de quelques instants pour en prendre connaissance avant de se lancer dans sa résolution au tableau. Cette épreuve est conçue pour évaluer la maîtrise des compétences *s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer et être autonome/faire preuve d'initiative* par les candidats.

L'énoncé comporte entre 3 et 6 questions, la première d'entre elles étant toujours une question de cours ou d'application directe du cours. Les questions suivantes permettent au jury d'apprécier la capacité des candidats à s'appuyer sur leurs connaissances et savoir-faire pour s'adapter à des situations nouvelles. L'analyse physique, l'esprit d'initiative et la rigueur de la démarche doivent être mis en avant.

Les sujets proposés aux candidats abordent souvent plusieurs thèmes mais sont classés par rapport à un thème principal, de sorte qu'un candidat qui est évalué sur le thème « bilans macroscopiques » en physique-chimie, ne peut pas être évalué sur ce même thème en physique-chimie-informatique.

## 19.2. Analyse globale des résultats

Cette année encore, le jury a eu le plaisir d'assister à quelques prestations de très haut niveau : environ 25 % des candidats obtiennent une note supérieure ou égale à 14. *A contrario*, environ 11 % des candidats se voient attribuer une note inférieure ou égale à 6, le plus souvent par manque de maîtrise du cours de physique-chimie. Le jury tient donc à rappeler que les sujets sont toujours conçus de sorte que les candidats puissent mettre en valeur leur bonne maîtrise des capacités exigibles du programme au début de l'interrogation. Aussi est-il vivement recommandé d'être au point sur toutes les capacités exigibles du programme, y compris celles de première année.

## 19.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

### Remarques générales

Les questions dites « de cours » sont souvent traitées sur une durée excessive. Prendre 15 minutes ou plus, pour utiliser le théorème de Gauss ou d'Ampère sur des géométries classiques, calculer une température de flamme ou le rendement de Carnot d'un moteur ditherme rend le traitement de la suite du sujet difficile dans le temps imparti.

Le jury tient à rappeler que l'épreuve dure 30 minutes en comptant le temps d'arrivée à la salle, la vérification de la convocation et des papiers d'identité. Ainsi, il est fortement conseillé de préparer sa convocation, sa carte d'identité, **ainsi que sa calculatrice** afin d'aborder l'épreuve le plus

rapidement. Le temps perdu par le candidat à retrouver sa carte d'identité, ou sa calculatrice, au fond de son sac n'est pas récupéré.

La posture, la politesse et la tenue vestimentaire sont des éléments à ne pas négliger car ils témoignent du respect du candidat pour l'examinateur et, au delà, pour l'école qu'il vise.

Au début de l'épreuve, le candidat doit prendre le temps de lire le sujet pendant quelques instants afin de présenter en une phrase le contexte et but de l'exercice. Cependant, le jury a remarqué qu'une majorité de candidats démarre trop rapidement, sans même prendre connaissance du verso du sujet ou des différentes données numériques fournies.

Concernant la forme, les candidats font bien la part des choses entre ce qui doit être écrit au tableau et ce qui peut être expliqué oralement à l'examinateur. Cependant, même s'il s'agit d'un oral, l'utilisation du tableau doit être ordonnée et lisible : ce n'est pas une feuille de brouillon. Les candidats pensent gagner du temps en écrivant rapidement de façon désorganisée, mais ils se pénalisent eux-mêmes car ils ont plus de difficultés à s'appuyer sur ces éléments pour construire la suite de leur raisonnement. De plus, il faut rappeler que lors d'un oral, l'interaction avec le jury est primordiale et faire un « écrit debout », sans jamais regarder le jury, est évidemment à éviter.

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

Certains candidats confondent trop souvent « colles » et oraux de concours. Il ne faut pas attendre systématiquement l'approbation de l'examinateur. Si la démarche choisie est mal expliquée ou fausse, le jury apportera une aide en posant des questions sur les passages problématiques du raisonnement proposé, afin de remettre le candidat sur une piste pertinente.

Le jury note une certaine lenteur dans la réalisation de calculs de base du cours mais aussi dans la manipulation d'outils comme la projection de vecteurs ou encore les réalisations d'applications numériques avec calculatrice. Certaines applications numériques doivent être reprises plusieurs fois par le candidat pour arriver au bon résultat, souvent liées à des oubli de valeur ou des erreurs de puissance. Perdre 5 minutes pour faire une application numérique n'est pas concevable au vu de la durée de l'épreuve.

Lorsque l'oral est terminé, le jury attend du candidat que celui-ci pose le sujet sur la table et efface le tableau rapidement afin de ne pas retarder l'appel du candidat suivant. Le fait de continuer à lire le sujet est très mal vu par le jury car cela peut décaler les temps de passage des candidats. Le jury peut ainsi être amené à abaisser la note du candidat si sa mauvaise foi est manifeste.

## Thermodynamique

Une nouvelle fois cette année, le jury a noté une amélioration dans l'utilisation du premier principe industriel. Cela a permis à des candidats de réaliser de belles prestations sur ce domaine. L'utilisation des diagrammes des frigoristes ( $p, h$ ) afin de relever des valeurs énergétiques est cependant mal maîtrisée, en général.

Lors de l'étude de machines dithermes de la vie quotidienne (moteur, climatiseur, etc.), il serait bon que les candidats identifient correctement la source chaude et la source froide et qu'ils connaissent l'ordre de grandeur du rendement ou de l'efficacité de ces dispositifs.

Certains candidats ont du mal à choisir sous quelle forme le premier principe doit être utilisé : premier principe en cycle fermé ou premier principe pour un fluide en écoulement ; pourtant le bon choix est souvent indiqué, de façon plus ou moins directe, dans le sujet ou les questions suivantes.

## Électronique

Cette partie a été bien traitée au cours de cette session. Les rapports du jury précédents ont bien été relus et des erreurs classiques ont pu être évitées. Cependant, certains savoir-faire ne sont pas maîtrisés : analyser un diviseur de tension ou retrouver les termes d'une forme canonique pour une fonction de transfert, par exemple.

Il faut éviter de confondre le gain et le gain en décibels lors de l'étude des fonctions de transfert. Les diagrammes de Fresnel méritent d'être plus souvent utilisés. Certains sujets portant sur l'électronique ou sur les machines synchrones demandent une bonne maîtrise de l'utilisation de ces diagrammes.

## Mécanique

En mécanique, les schémas doivent être soignés afin de faciliter la projection des forces sur les vecteurs unitaires de la base choisie. Il faut impérativement commencer par définir le système et le référentiel d'étude. De nouveau, lors de cette session, on a pu remarquer que l'accélération en coordonnées cylindriques dans des géométries simples ou complexes était méconnue.

Certains savoir-faire de première année ont été très mal traités cette année, notamment la mise en équation d'un pendule simple ou le calcul de la vitesse de chute avec ou sans frottement. Lors de mise en mouvement sur un support, il ne faut pas oublier la force de réaction et, dans certains cas, celle-ci peut travailler. La notion de plan horizontal est souvent mal comprise par les candidats.

Les théorèmes énergétiques sont plutôt bien maîtrisés, mais souvent sous-employés par rapport aux autres théorèmes de la mécanique classique. Avant de se lancer dans un principe fondamental de la dynamique, il faut s'approprier un minimum du sujet afin de voir si l'application du théorème de l'énergie mécanique ne serait pas plus judicieuse.

Les planches portant sur la mécanique céleste ont été mieux traitées que l'année précédente. Cependant, il faut éviter de démarrer sa planche par une énergie potentielle utilisant la pesanteur terrestre.

Le théorème du moment cinétique est trop peu utilisé. Il faut connaître les conséquences de la conservation du moment cinétique pour un problème à forces centrales.

Il est regrettable de constater tant de faiblesses sur ce thème qui est essentiel par son utilisation dans de nombreux domaines en physique.

## Électromagnétisme

Cette année encore, le jury a remarqué que le calcul du champ dans le cas du solénoïde infini était mal maîtrisé par une majorité de candidats. Même si les symétries et invariances sont en général bien posées, le choix d'un cercle comme contour d'Ampère autour des spires est souvent choisi.

Lors de la recherche de la direction des champs, il vaut mieux prononcer les termes de plan de symétrie ou d'antisymétrie plutôt que des diminutifs du type :  $\Pi+$  ou  $\Pi-$ .

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

### **Physique des ondes**

Dans cette partie, l'utilisation des relations de structure pour des ondes qui ne sont pas des ondes planes progressives harmoniques doit être mûrement réfléchie.

Le jury apprécie les efforts fournis sur certains exercices classiques de ce thème comme l'obtention des équations de D'Alembert pour les ondes sonores, mécaniques ou électromagnétiques.

L'utilisation de l'ARQS magnétique est souvent mal connue ou mal utilisée.

### **Mécanique des fluides**

Ce thème a été bien traité lors de cette session. L'application du théorème de Bernoulli et ses conditions d'application sont bien maîtrisées.

Cependant, les bilans de matière ou de quantité de mouvement sont souvent inexacts car le système n'est pas défini.

Certains candidats veulent utiliser les équations de Navier-Stokes ou d'Euler, alors que celles-ci ne sont pas attendues. Même si le jury est prêt à écouter les démarches, il note que ces équations sont souvent écrites de façon non homogène.

### **Chimie**

Le jury a remarqué une mauvaise connaissance des candidats sur des éléments clés du programme de chimie.

Le calcul de température de flamme prend souvent trop de temps pour les candidats car ils font des erreurs de raisonnement : choix d'un parcours fictif inadapté aux données, oubli de présence de diazote dans l'air, confusion entre coefficients stœchiométriques et quantités de matière présentes des constituants, etc.

L'utilisation des diagrammes potentiel-pH afin de déterminer les réactions redox possibles est mal maîtrisée par les candidats.

Le jury regrette que l'ajustement de réactions prenne un temps si important. L'ajustement des réactions redox demande de bien maîtriser les outils techniques connus depuis le secondaire. On ne peut pas se permettre de les ignorer.

La cinétique en réacteur ouvert est un thème bien représenté dans les sujets, il est dommage que cela soit mal appréhendé par les candidats alors qu'il s'agit de bilans de particules analogues à ce que l'on effectue fréquemment en physique.

### **Phénomènes de transport**

Lors des bilans de diffusion thermique, il faut être attentif à déterminer correctement les aires des surfaces limitant le système (c'est particulièrement important dans le cas de diffusion radiale).

Lors des bilans de diffusion thermique en régime stationnaire, le candidat n'est pas tenu de redémontrer l'équation de la chaleur, puis de la simplifier. On peut directement faire l'hypothèse d'un régime stationnaire afin de gagner du temps dans l'établissement de l'expression recherchée.

Le calcul d'une résistance thermique (ou électrique) en coordonnées cylindriques est généralement mal maîtrisé, ce qui est nouveau.

### Conversion de puissance

Ce thème est en général bien traité par les candidats. Cependant, la différence entre ceux-ci sur cette thématique est très marquée. Il est étonnant que l'examinateur doive souvent rappeler qu'en régime périodique, la valeur moyenne de la tension aux bornes d'une inductance est nulle, ainsi que celle de l'intensité traversant un condensateur.

Les diagrammes de Fresnel fournis pour introduire les notations de l'étude posent des problèmes de compréhension alors que l'utilisation de ceux-ci simplifie grandement l'étude des machines synchrones.

### Optique géométrique

Cette partie a été traitée de façon très disparate par les candidats. Certains ont visiblement oublié les bases de l'optique géométrique de première année. Les systèmes à deux lentilles (lunette astronomique, microscope, etc.) doivent être traités dans leur ensemble. Dans le cas de la lunette astronomique par exemple, il ne faut pas limiter la course des rayons à l'image intermédiaire, mais il faut les faire émerger du système optique, s'ils ne sont pas bloqués. Si on utilise des aides au tracé, il ne faut pas les représenter de la même façon que les rayons lumineux.

L'écriture des différentes images à la traversée de lentilles par diagramme sagittal permet de bien poser le problème.

## 19.4. Conclusion

Lors de l'oral de physique-chimie, l'accent doit être mis sur l'appropriation du sujet proposé (définition du système étudié, analyse physique, énoncé rigoureux des lois ou résultats utilisés, etc.). Il en va de même de l'interaction avec le jury. Les échanges doivent être constructifs et les candidats doivent faire preuve d'autonomie. Il est également indispensable que les candidats disposent d'un minimum de recul sur l'ensemble du programme, afin de réussir à faire le lien entre les situations proposées lors de l'oral et celles déjà rencontrées en cours ou en travaux dirigés. Les admissibles au concours ont, cette année encore, fourni des prestations le plus souvent honorables, souvent pleinement satisfaisantes ou même brillantes aux épreuves orales de physique-chimie. Le jury n'en attend pas moins des candidats aux futures sessions du concours.

Le jury de physique-chimie forme le vœu que les remarques et conseils formulés dans ce rapport soient utiles aux futurs candidats et à leurs équipes éducatives.

## 20. Physique-chimie-informatique

### 20.1. Introduction

L'oral de physique-chimie-informatique est une épreuve d'une durée totale de 1 heure, comportant une demi-heure de préparation. Les sujets portent sur l'ensemble des programmes de physique-chimie de la filière PSI, incluant les capacités numériques. Les candidats disposent d'un ordinateur sur lequel est installée une distribution Python. Le candidat est autorisé à utiliser sa calculatrice personnelle pour toute la durée de l'épreuve (y compris lors du passage au tableau).

Un script Python est fourni au candidat. Il lui est alors demandé :

- soit de l'exécuter afin d'accéder à une courbe ou à des données numériques à exploiter lors de l'interrogation ;
- soit de modifier des paramètres de simulation (éventuellement obtenus par des calculs analytiques) afin d'en voir l'effet physique ou de confirmer la validité d'un résultat ;
- soit de réaliser des fonctions simples correspondant aux capacités numériques au programme.

Dans tous les cas, les outils numériques requis sont ceux cités dans l'annexe informatique des programmes de physique et chimie de PCSI ou de physique-chimie de PSI. Les fonctions utiles les plus complexes sont documentées, mais aucune annexe d'aide syntaxique sur le langage Python n'est fournie. Un sujet est constitué de 3 à 5 questions, toujours en rapport avec un ou deux thèmes du programme. Il peut porter exclusivement ou en partie sur de la chimie. Le jury attend des candidats qu'ils présentent leur sujet : ils doivent détailler en quelques phrases la problématique abordée ainsi que ses enjeux, tels qu'ils se les sont appropriés durant les 30 minutes de préparation.

Contrairement à l'épreuve de physique-chimie sans préparation, les sujets ne comportent pas explicitement de questions de cours. Certains points du cours peuvent toutefois être soulevés à la demande de l'examinateur.

### 20.2. Analyse globale des résultats

Il y a environ 21 % de bons, voire très bons candidats qui obtiennent une note entre 15 et 20. La discrimination entre ceux-ci se fait entre autres par la qualité de la communication et de l'exploitation des documents ou scripts Python fournis.

Inversement, 31 % des candidats obtiennent une note inférieure à 10. Le plus souvent, ces candidats manquent d'autonomie et ne savent pas mettre à profit la préparation pour proposer des pistes de résolution pertinentes. Ils négligent parfois la contextualisation, essentielle, du sujet et peuvent commettre des contre-sens dans l'interprétation de leurs résultats, par exemple en validant à tort des applications numériques visiblement aberrantes.

## 20.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Comme pour toute épreuve orale, la communication est un paramètre important de l'évaluation. Le candidat doit à ce titre prendre ses propres initiatives sans demander à son examinateur si celui-ci souhaite qu'il fasse tel ou tel choix de présentation. Un oral réalisé en intégralité au mode conditionnel n'est pas non plus signe d'une grande assurance.

S'agissant d'une épreuve avec préparation, le jury attend en particulier une brève présentation du sujet, préalable à la résolution des différentes questions. Sur ce point, la seule citation du titre de la planche est insuffisante, et une analyse globale de la problématique étudiée et de ses enjeux est attendue. Il est par ailleurs rappelé qu'il est nécessaire d'expliquer de manière claire les calculs et les démarches mises en œuvre, même si ceux-ci ont été réalisés au cours de la préparation. L'examinateur peut éventuellement demander au candidat si sa démarche a abouti et quel en est le résultat ou quelles difficultés il a rencontrées.

L'interrogation porte, comme pour l'épreuve de physique-chimie, sur l'ensemble du programme de physique-chimie. Ainsi, le jury a constaté les mêmes écueils que ceux détaillés dans les parties thématiques du rapport de l'épreuve de physique-chimie.

La spécificité de l'épreuve réside notamment dans l'utilisation d'un outil de programmation Python et dans l'exploitation de méthodes numériques. Ces questions, mises en évidence par une barre dans la marge, peuvent dans la plupart des cas être traitées indépendamment des autres et il est recommandé d'y consacrer un temps suffisant lors du temps de préparation afin d'avoir un script fonctionnel à présenter lors du passage au tableau. La stratégie consistant à se focaliser sur les questions ne recourant pas à l'outil numérique est évidemment fortement pénalisée : elle est contraire à l'esprit de l'épreuve. Les lignes du script nécessitant une initiative de la part du candidat sont clairement identifiées. Il s'agit alors de mettre en œuvre une des capacités numériques du programme de physique-chimie, par exemple : la méthode de Monte-Carlo pour l'étude des incertitudes, la méthode des rectangles pour réaliser une intégration numérique ou encore la méthode d'Euler pour la résolution numérique d'une équation différentielle éventuellement non-linéaire. Si ces méthodes ont la plupart du temps été mises en œuvre avec succès, la résolution de l'équation de diffusion par une méthode des différences finies a posé davantage de difficultés aux candidats qui confondent les évolutions temporelles et spatiales.

La réalisation des applications numériques à la calculatrice est trop souvent source de difficultés et certains tentent, sans succès, de s'y soustraire. Outre le fait qu'il s'agisse d'une capacité en elle-même, l'obtention d'une valeur numérique, associée à l'unité adaptée, est souvent l'occasion de valider, ou d'invalider un résultat. La recommandation faite les années précédentes de réaliser ces calculs avec Python n'est que très rarement suivie. C'est d'autant plus regrettable que cette méthode permet des vérifications plus efficaces et une adaptation plus rapide aux erreurs éventuelles faites par le candidat lors de sa préparation. On rappelle enfin aux candidats qu'ils sont autorisés à retourner sur l'ordinateur pendant l'oral aussi souvent que nécessaire, que ce soit pour reprendre des données, compléter un script ou pour montrer à l'examinateur sa démarche.

Il est conseillé aux candidats de se familiariser un minimum, en amont de l'épreuve, avec l'utilisation de l'interface Pyzo utilisée par le concours afin que les tâches simples telles que la compilation d'un script, la mise en commentaires de lignes, ou l'usage de la fenêtre graphique ne soient pas source de difficulté. L'outil numérique doit en particulier permettre de réaliser des relevés numériques précis sur les courbes, que ce soit par l'utilisation du pointeur, de la loupe, en adaptant les axes du graphique ou encore en appelant la fonction tracée au point de mesure. Proposer une régression linéaire à l'aide de la fonction `polyfit` pour mesurer une pente est évidemment plus précis que de se contenter de l'obtenir à partir de deux points dont les coordonnées sont approximativement lues. On rappelle que tous les scripts fournis peuvent être

compilés, même sans modification. Ils sont conçus pour être compilés en bloc et non cellule par cellule ce qui, en plus d'être inutilement long, peut conduire à des erreurs informatiques. Des fenêtres graphiques sont éventuellement générées et doivent être affichées en conséquence.

Au cours de l'oral, l'interrogateur pose naturellement des questions, qui peuvent correspondre à de simples analyses de résultats, des prolongements ou ouvertures. Les interventions du jury dépendent du chemin pris par le candidat (souvent, le but d'une intervention est de donner l'occasion au candidat de corriger une erreur ou de changer de stratégie). L'objectif du jury, par les questions ou les remarques formulées, est uniquement d'évaluer les candidats ; le jury s'efforce de le faire avec justesse et rigueur.

## **20.4. Conclusion**

L'épreuve orale de physique-chimie-informatique est clairement différenciée de l'épreuve de physique chimie dans son déroulement et dans les compétences évaluées. Le temps de préparation doit être judicieusement mis à profit afin de pouvoir proposer à la fois une présentation claire et concise des enjeux du sujet et une exploitation rigoureuse des outils numériques proposés.

Le jury constate que les étudiants y sont de mieux et mieux préparés et formule le souhait que les remarques et conseils formulés dans ce rapport leur permettent d'encore progresser.

# 21. Travaux pratiques de physique-chimie

## 21.1. Introduction

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

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

Cette évaluation s'articule autour de trois composantes :

- les échanges oraux qui permettent de valider le protocole élaboré par le candidat ou de vérifier qu'il a compris la manipulation qui lui était proposée ;
- les gestes techniques ;
- le compte rendu, rédigé en parallèle des échanges avec l'examineur, dans lequel figurent les réponses à certaines questions identifiées ou à l'intégralité des questions (selon les indications du sujet). Les candidats doivent par ailleurs analyser et valider les résultats et répondre de façon argumentée à la problématique posée. Enfin, ils doivent effectuer une synthèse montrant qu'ils ont compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore, pour certains TP de physique, répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

Le matériel fourni diffère d'un centre d'examen à l'autre. Par défaut, les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Certains se présentent sans calculatrice et utilisent le langage de programmation Python pour faire les calculs. Les appareils connectés (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. Pour les manipulations de chimie et pour des raisons de sécurité, les candidats doivent porter un pantalon et des chaussures fermées ; les cheveux longs doivent être attachés. Ils doivent se munir d'une blouse en coton à manches longues et apporter leurs lunettes de protection. Les lentilles de contact ne sont pas autorisées.

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

## 21.2. Analyse globale des résultats

Les candidats de la filière PSI sont bien préparés à l'épreuve.

Malgré tout, les candidats de cette filière ont pu rencontrer quelques difficultés dans la réalisation de certains TP de chimie, puis dans l'interprétation des phénomènes.

Cette année encore, le jury se félicite de la présence d'excellents candidats.

## 21.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux 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 indiqués sur leur convocation sans se tromper de centre d'examen.

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour les appels, la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. En chimie, l'évacuation des produits, le rinçage de la vaisselle et le rangement de la paillasse se font en dehors des trois heures. Un étudiant qui ne respecte pas les consignes de rangement se voit pénalisé dans la notation.

En vue de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie de trois heures, il est essentiel d'optimiser la gestion du temps. En chimie, le jury constate que certains retardent à l'excès la mise en œuvre des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des démarches très souvent inadéquates. En cas de difficulté dans la compréhension du sujet, il conseille aux candidats de faire appel à l'examinateur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé, mais leur permettra de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ». Il attend des candidats une attitude dynamique et la prise d'initiatives pour gérer leur séance.

Les candidats sont aussi invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les informations en début de sujet et les annexes. En effet, des explications introductives permettent souvent de mieux appréhender l'objectif du TP ; des informations complémentaires (fonctionnement du matériel spécifique, régime de fonctionnement des amplificateurs, graduations des réticules en optique, rappels de certains éléments théoriques) sont également données dans les sujets pour éviter toute confusion dans les manipulations. Par ailleurs, une meilleure identification des différentes manipulations à réaliser et des éventuels « temps d'attente » (notamment en chimie : chauffage ou agitation de quelques minutes, acquisitions automatiques en cinétique, attente d'un appel, etc.) permettrait de s'organiser avec plus d'efficacité. Il est à noter que certaines parties du sujet sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

Par ailleurs, l'analyse des données fournies est également très importante. En chimie, les grandeurs physico-chimiques (telles que potentiel standard, constante d'acidité, produit de solubilité, etc.) doivent permettre d'identifier la réactivité des espèces chimiques étudiées (acides, bases, oxydants, réducteurs, etc.), ce qui permet de prévoir ou de comprendre les protocoles. Dans la précipitation, certains candidats passent à côté de ces informations importantes ou font des contresens très préjudiciables à l'élaboration de protocoles pertinents (exemple en électronique : confusion entre des montages en série et parallèle malgré les indications).

Chaque sujet comporte deux ou trois appels, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs réflexions et de leurs travaux et répondre aux éventuelles questions posées dans le sujet. Solliciter l'examinateur pour réaliser un appel est laissé à l'initiative du candidat. Afin que l'échange soit optimal, le jury recommande au candidat de :

- préparer une argumentation organisée de façon claire et logique qui s'appuie sur un vocabulaire adapté (les appareils clairement identifiés, la verrerie correctement nommée, etc.) ;
- présenter un support écrit clair et lisible si la réponse s'appuie sur une équation, un calcul, un schéma ;
- vérifier que ses réponses couvrent l'ensemble des questions posées.

Suivant les cas, un protocole est fourni à l'issue de l'appel, que la proposition faite par le candidat soit correcte ou non. Les candidats doivent mettre en œuvre le protocole distribué (même s'il ne correspond pas à celui qu'ils ont proposé) car il prend en compte les contraintes de matériel, de cinétique et de sécurité.

### **Interaction avec l'examinateur**

Les candidats sont, dans leur très grande majorité, courtois. Il est important qu'ils comprennent que les remarques et les propositions formulées par le jury ont pour objectif de les aider. Ils doivent donc y être attentifs et en tenir compte.

### **Sécurité en chimie**

Le port des lunettes ou sur-lunettes est obligatoire pendant toute la durée de l'épreuve des manipulations de chimie.

L'emploi des gants est réservé pour les prélèvements des espèces chimiques corrosives ou toxiques. 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. Il est indispensable de retirer les gants après avoir manipulé.

#### **21.3.1. Aspects pratiques en TP de physique**

De manière générale, le jury constate une grande disparité dans les compétences expérimentales des candidats. Certains manipulent avec une relative aisance en utilisant le matériel adéquat. Très peu de candidats prennent le temps à la fin de l'épreuve pour faire la synthèse de l'épreuve ou pour répondre à la question ouverte. Quelques candidats attendent la fin de l'épreuve (15 minutes 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.

### **S'approprier**

Le titre du sujet contient souvent des informations capitales que tous les candidats ne pensent pas à exploiter.

En optique, pourquoi s'acharner à parler de prisme quand l'objet du sujet est un réseau ? Pourquoi faire des calculs de minimum de déviation sur un prisme quand cette notion est hors programme et que la situation expérimentale montre clairement que le prisme n'est pas utilisé au minimum de déviation ? Pourquoi faire des calculs quand le sujet ne demande que des mesures et donne les formules à utiliser ?

Concernant le matériel d'optique, trop de candidats ne savent pas reconnaître une lentille divergente d'une lentille convergente. Les termes utilisés sont souvent approximatifs et il y a souvent confusion entre les différents instruments (lunette, viseur, collimateur, etc.). Certains instruments mentionnés dans le sujet voient leur orthographe malmenée dans les comptes rendus (l'oculaire devient l'oriculaire ou l'occulaire selon les cas, etc.).

### **Analyser/Raisonner**

Les candidats ne savent que très rarement faire le lien entre les régimes temporels et fréquentiels et ne connaissent pas les équivalents d'un régime à l'autre.

En optique, on note une nette régression dans les connaissances sur les tracés de rayons à travers les systèmes optiques à lentilles. Rappelons qu'un tracé de rayons suit un raisonnement et reflète une réalité expérimentale. Plus de la moitié des candidats font des observations correctes mais ne font pas les tracés de rayons demandés (avouant à l'examinateur que « le tracé de rayons n'est pas leur point fort ») ou font un tracé de rayons qui ne reflète pas la réalité observée ou la situation expérimentale (quel peut bien être le signe de la focale de l'oculaire ? que veut dire « voir à l'infini » ?). Cette déconnexion totale entre la réalité expérimentale et la compréhension des phénomènes est très pénalisante.

En interférométrie, il manque souvent la compréhension physique des phénomènes observés, en particulier la relation entre l'observation (niveau lumineux) et la différence de marche, ainsi que la différence entre forme des franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Plus généralement, certains candidats n'ont pas acquis les bases théoriques indispensables à la compréhension de certains sujets d'optique. Sur le goniomètre, par exemple, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles incidents et réfractés ou diffractés par un réseau. La conjugaison infini foyer pour un point objet hors d'axe n'est pas toujours maîtrisée ; idem pour la notion de mise au point à l'infini.

## Réaliser

Les candidats présentant un montage propre et facile à vérifier sont avantagés. On note toujours des erreurs de masse trop fréquentes (non-raccordement ou raccordement en deux endroits différents, entrée non branchée à la masse, le candidat pensant que c'est équivalent à appliquer un potentiel de 0 V).

Lors de l'étude de systèmes en électronique (filtres par exemple), il est fortement conseillé de visualiser à la fois les signaux d'entrée et de sortie, afin de s'assurer du bon fonctionnement de la maquette ou du montage. Cela permet notamment de vérifier la linéarité du montage (pas de saturation de la sortie, fréquences des signaux d'entrée et de sortie identiques).

Malgré les notices simplifiées fournies pour les oscilloscopes, on note régulièrement des erreurs de mesure en raison d'une mauvaise configuration. Le bouton de configuration automatique des oscilloscopes (« autoset ») est à utiliser avec une grande précaution (pour ne pas dire en dernier recours) car il modifie de nombreux paramètres sans réelle maîtrise. Pour le multimètre et l'oscilloscope, on relève toujours des erreurs de choix entre les positions AC, DC et AC+DC, de branchement (problèmes de masse, ampèremètre en parallèle, voltmètre en série, etc.) et de compréhension de la notion de calibre. Lors du réglage des appareils, la confusion entre fréquence et pulsation, entre tension crête et tension crête-à-crête est source d'erreur de mesure.

La mesure de déphasages pose souvent des problèmes (notamment sur le signe) et les candidats ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque l'oscilloscope ne fournit pas une mesure du déphasage. Enfin, on note parfois un manque de recul sur l'usage des fonctions « measure », typiquement lorsque le signal est à peine visible à l'écran (ce qui traduit un choix inadapté des échelles d'observation).

En optique, il est primordial d'être précautionneux dans les manipulations en évitant par exemple de toucher les optiques avec les doigts, ou encore d'écrire au stylo sur les optiques. Par ailleurs, les réglages et alignements doivent être effectués avec un maximum de précision : trop souvent, ils sont grossiers, les candidats se satisfaisant de voir un vague signal lumineux quand bien même il leur est demandé de réaliser un alignement soigneux. Le retour sur investissement en temps passé à réaliser des alignements soigneux est pourtant évident : il autorise des mesures avec des biais et des incertitudes réduits. L'examinateur est d'ailleurs très sensible à la qualité des réglages et mesures effectués.

## Valider

Il est important de faire preuve d'esprit critique quant aux résultats obtenus par exemple dans le cas d'échelles horizontales ou verticales inadaptées.

Les signaux en sortie d'un système linéaire (type filtre) ont parfois du mal à être interprétés par certains candidats, à partir du diagramme de Bode du système. Certains ont des difficultés à établir la fréquence de coupure à -3 dB d'un filtre ou à définir la bande passante à -3 dB pour un filtre quelconque.

La restitution des résultats sous forme de tracés nécessite quelques règles incontournables (échelle présente et adaptée, courbe suffisamment zoomée pour être lue avec précision). L'exploitation d'un tracé fréquentiel (identifier un gain statique ou une fréquence de coupure, calculer une pente en échelle logarithmique) pourrait être améliorée. L'asymptote en hautes fréquences du tracé fréquentiel d'un filtre passe-bas est parfois utilisée 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.

Les signaux numériques, caractérisés par des paliers de tension, sont parfois interprétés comme du bruit. La période d'échantillonnage n'est pas systématiquement mesurée. Le critère de Nyquist-Shannon n'est pas systématiquement considéré dans le cadre des systèmes avec échantillonnage.

Les calculs d'incertitudes-types et leur interprétation pourraient être améliorés. 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) ou encore pour évaluer l'incertitude-type d'une grandeur s'exprimant en fonction d'autres grandeurs, dont les incertitudes-types sont connues, à l'aide d'une somme, d'une différence, d'un produit ou d'un quotient. La comparaison de la cohérence de deux mesures obtenues par des protocoles différents est généralement problématique.

En optique, les schémas représentant les observations faites sont appréciés, mais trop rares. Un schéma en dit souvent plus long qu'un texte.

### 21.3.2. Aspects pratiques en TP de chimie

Environ vingt pour cent des admissibles au concours ont réalisé une épreuve de travaux pratiques portant sur la chimie. Les sujets portent sur le programme des deux années et permettent d'évaluer les candidats sur leurs compétences en :

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

Les techniques et mesures mises en œuvre sont également variées (calorimétrie, potentiométrie, pH-métrie, conductimétrie, spectrophotométrie, modélisation ou traitement de données au moyen de scripts Python, etc.).

## Choix de la verrerie

Le jury souligne qu'il est important de savoir nommer correctement la verrerie lors des échanges avec l'examinateur. Il précise que le candidat dispose d'une liste exhaustive du matériel et des espèces chimiques à disposition qui peut l'aider. Il recommande aux candidats de bien réfléchir au choix de la verrerie utilisée. En effet, l'utilisation de pipettes jaugées n'est attendue que pour le

prélèvement d'un volume précis. Pour le prélèvement d'un volume imprécis, l'éprouvette graduée doit être utilisée. Par ailleurs, un bêcher n'est pas considéré comme un instrument permettant de réaliser un prélèvement.

L'utilisation d'une verrerie jaugée lorsque ce n'est pas nécessaire est sanctionnée par le jury car elle est signe d'une mauvaise compréhension du rôle des espèces chimiques concernées.

Le remplissage d'une burette graduée doit être effectué à l'aide d'un bêcher. La burette fournie est généralement remplie d'eau. Il convient donc de la rincer à l'aide de la solution titrante. De plus, l'ajustement du zéro doit être fait après avoir vérifié l'absence de bulle au bas de la burette, et de préférence à la valeur zéro.

### Tests en tube à essais et mesure de pH à l'aide de papier pH

La réalisation de tests en tube à essais s'est avérée étonnante. En effet, de nombreux candidats utilisent la pipette jaugée pour prélever quelques millilitres de solution alors que des pipettes pasteur sont à leur disposition. Par ailleurs, l'interprétation est souvent compliquée, même après échange avec l'examinateur car les observations faites sont souvent trop partielles. Le candidat peut ainsi noter que la solution dans le tube se colore mais ne remarque pas que l'obtention de la couleur finale nécessite plusieurs minutes.

Pour une mesure qualitative du pH, le jury recommande l'utilisation du papier pH que peu d'étudiants connaissent. Afin d'éviter toute contamination de la solution, un trempage direct du papier pH dans celle-ci est à proscrire. Il convient de déposer, à l'aide d'une tige de verre, une goutte de solution sur un petit morceau de papier pH puis de comparer la couleur obtenue à l'échelle de teinte disponible.

### Réalisation de solutions

Le jury attend des candidats qu'ils soient capables de réaliser une dilution en utilisant avec précision une pipette jaugée et une fiole jaugée. L'ajustement d'une fiole jaugée doit être réalisé à l'aide d'une pipette pasteur et l'homogénéisation finale de la solution par retournement de la fiole ne doit pas être oubliée.

Pour la réalisation d'une solution par dissolution d'un solide, l'utilisation d'une balance de précision et d'une fiole jaugée est attendue, avec rinçage de la coupelle pour un transvasement quantitatif du solide et homogénéisation en deux temps. Il s'agit de bien comprendre l'expression « peser une masse précise d'environ » et d'utiliser la masse réellement pesée pour l'exploitation des résultats, et non la masse ciblée.

### Titrage

Lorsqu'un protocole de titrage doit être établi, le jury attend des candidats qu'ils présentent un raisonnement complet incluant plusieurs étapes :

- identification de la transformation chimique impliquée dans le titrage et écriture de l'équation de la réaction support associée, en réalisant un bilan des espèces introduites dans le milieu réactionnel et en analysant les données fournies (la présence d'espèces ioniques spectatrices ne doit pas engendrer de confusion) ;
- justification du caractère quantitatif de la transformation par calcul de sa constante thermodynamique d'équilibre ou par l'analyse de diagrammes ;
- choix d'une méthode de détermination de l'équivalence adaptée au matériel disponible ;
- écriture de la relation à l'équivalence ;

- choix, en lien avec la burette à disposition, d'un volume équivalent adapté qui permet de déterminer le volume de solution titrée à prélever ;
- choix de diluer ou non la solution à titrer.

Différentes techniques de suivi sont à maîtriser et le jury donne ici quelques indications :

- pour un suivi conductimétrique, le tracé de la conductivité corrigée ou l'ajout d'un grand volume de solvant pour négliger la dilution doit être proposé par le candidat lors de l'élaboration du protocole. Pendant la manipulation, il est inutile de resserrer les points au voisinage de l'équivalence et il faut suffisamment de points après la rupture de pente pour faire une linéarisation correcte ;
- pour un suivi pH-métrique ou potentiométrique, les candidats doivent être capables de prévoir une augmentation ou une diminution de la grandeur mesurée au cours du titrage. Les points doivent être resserrés au voisinage de l'équivalence, puis une détermination précise du volume équivalent est attendue par la méthode des tangentes ou de la dérivée ;
- pour un titrage suivi par colorimétrie, les candidats doivent choisir un indicateur coloré ou identifier une espèce colorée intervenant dans le titrage afin de prévoir le changement de couleur à l'aide des données. Lors de la manipulation, deux essais sont attendus : un premier titrage rapide permettant un encadrement du volume équivalent et un second titrage pour la détermination à la goutte près du volume équivalent. La réalisation de deux titrages concordants est bienvenue. Il convient bien sûr de regarder le bêcher ou l'rlenmeyer (et pas la burette) pour la détection de l'équivalence.

Il est recommandé de tracer les courbes au fur et à mesure de la prise de valeurs pour repérer l'équivalence et ajuster les volumes ajoutés en conséquence. Pour cela, les candidats disposent de différents tableurs (Regressi, Latis-pro, Excel, LibreOffice Calc) ou de papier millimétré. La réalisation de la courbe à l'aide du langage de programmation Python (via un environnement Pyzo ou Spyder) n'est pas optimale si elle ne permet pas la visualisation de la courbe en direct.

Le jury note que la maîtrise du logiciel choisi par le candidat est souvent insuffisante. Beaucoup de candidats ne savent pas :

- repérer les valeurs relevées par des marqueurs visibles ;
- modifier l'échelle automatique souvent choisie par défaut ;
- exploiter la courbe obtenue avec le logiciel choisi.

Les candidats ont de grosses difficultés pour appréhender les titrages indirects.

## Spectrophotométrie

Le jury souhaite attirer l'attention sur plusieurs points à bien maîtriser en spectrophotométrie :

- le blanc doit être réalisé avec une cuve contenant les espèces chimiques autres que celle étudiée, et pas uniquement de l'eau. L'utilité du blanc doit être bien comprise et expliquée ;
- l'intérêt de travailler au maximum d'absorbance doit être justifié complètement, le candidat ne pouvant se contenter d'indiquer simplement une meilleure précision ;
- lorsqu'il y a plusieurs mesures, le jury recommande l'utilisation d'une unique cuve, qui doit être rincée avec la solution dont on mesure l'absorbance.

De plus, une bonne homogénéisation des solutions de la gamme d'étalonnage est nécessaire à l'obtention d'une gamme étalon satisfaisante.

## Calorimétrie

Cette année, les mesures de calorimétrie n'ont pas posé de gros problèmes aux candidats. Nombreux sont ceux qui connaissent la capacité thermique du calorimètre et savent la déterminer expérimentalement par la méthode des mélanges.

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

## Oxydoréduction

Lorsque des réactions d'oxydoréduction sont impliquées, l'équation de la réaction modélisant la transformation doit être correctement équilibrée, en établissant au préalable les demi-équations électroniques associées à chaque couple. Le jury attend par ailleurs des candidats qu'ils distinguent d'une part l'étude thermodynamique et d'autre part l'étude cinétique. Pour déterminer si une transformation est thermodynamiquement favorisée, l'utilisation des diagrammes E-pH n'est pas maîtrisée par l'ensemble des candidats. Les réactions de dismutation ou de médiamutation posent notamment problème. Les courbes courant-potentiel sont, quant à elles, très mal utilisées. Certains candidats ne savent pas que l'étude de ces courbes donne accès à la cinétique de la réaction.

Dans le cas d'une pile ou d'une électrolyse, le schéma du montage doit être maîtrisé et les réactions électrochimiques possibles à chaque électrode doivent pouvoir être discutées. L'électrolyse pose souvent des problèmes de compréhension aux candidats, en particulier la notion de rendement d'électrolyse.

## Cinétique

Les suivis de cinétique sont souvent bien exécutés et le lien entre la grandeur mesurée au cours du temps et la concentration en quantité de matière est correctement établi. Néanmoins, les candidats ont de grandes difficultés à mobiliser l'outil numérique (Python, tableur, etc) pour réaliser les opérations simples sur les données ou des régressions linéaires.

### 21.3.3. Exploitation des résultats en TP

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 références, informations tirées de la littérature, etc.) et réfléchissent aux sources d'incertitudes. Des résultats expérimentaux incohérents ne perturbent pas certains candidats.

Certaines courbes réalisées 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 kelvins, par exemple). Un graphique doit, par ailleurs, présenter un titre et les axes doivent être annotés.

Dans l'ensemble, la plupart des candidats maîtrisent correctement le tracé expérimental de diagrammes de Bode ainsi que l'analyse de ces diagrammes mais annoncent comme « asymptote à -20 dB/décade » une droite de pente différente, qu'ils ont tracée en se contentant de « coller » au mieux aux points de mesure. Dans d'autres cas, les candidats ne pensent pas toujours à essayer de se ramener au tracé d'une droite pour tester un modèle 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 rigoureux et il convient de placer tous les points mesurés avant de conclure. Par ailleurs, toute courbe qui n'est pas affine n'est pas une « courbe exponentielle ».

En chimie, le tracé de la courbe de titrage n'est pas une fin en soi. Il faut ensuite l'exploiter en vue de déterminer le volume à l'équivalence. Trop souvent, cette étape est faite de façon approximative. Le candidat indique d'ailleurs souvent que le volume à l'équivalence « est environ égal à » une valeur donnée. Par ailleurs, il est inacceptable que certains candidats dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte rendu puis l'utilisent pour lire un volume versé à l'équivalence.

En chimie, l'évaluation des incertitudes a pu être réalisée soit par propagation des incertitudes, soit en utilisant la méthode Monte Carlo dont un script Python à adapter était fourni. Le jury recommande d'utiliser l'écart normalisé (ou z-score) et non l'écart relatif. De même, il est conseillé d'analyser les résidus (écart entre les points expérimentaux et un modèle mathématique mis en œuvre) pour valider ou invalider un modèle choisi et non la valeur du 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.

#### **21.3.4. 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. Il est conseillé de débuter par une courte introduction du contexte, la présentation doit s'appuyer autant que possible sur un schéma clair, un calcul effectué proprement au brouillon, des graphiques clairs et pertinents. Il est important de ne pas omettre de présenter le protocole utilisé et d'en justifier la pertinence (s'il y avait un choix possible).

On attend un langage précis, une expression claire. Par ailleurs les candidats confondent les verbes « mesurer » et « calculer » : une grandeur obtenue par la mesure de grandeurs expérimentales est une grandeur mesurée. Lorsque l'on détermine une grandeur à partir de grandeurs tabulées, la grandeur obtenue est une grandeur calculée.

##### **À l'écrit**

Un compte rendu succinct est attendu.

Dans ce compte rendu, le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet et communiquer ses résultats expérimentaux. Toutefois, il n'est pas nécessaire de présenter le détail des protocoles qui ont été précédemment abordés à l'oral car ils ont déjà été évalués. Les observations ou remarques pertinentes qui n'auraient pas été discutées avec l'examinateur sont cependant appréciées.

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. Le compte rendu ne doit pas être rédigé au crayon de papier. Les explications doivent être concises et répondre aux questions posées. En physique, les tableaux de mesures sont trop rares alors qu'ils sont très appréciés.

Le jury recommande aux futurs candidats ne pas négliger la rédaction du compte rendu. Il a été noté que la qualité des comptes rendus s'est globalement dégradée ces dernières années. En TP de physique, dans certains sujets, une part non négligeable du travail, qui peut compter jusqu'à

un tiers de la note finale, est à faire après le dernier appel et n'est donc évalué qu'à l'écrit. Les courbes doivent être systématiquement légendées, les axes gradués et avec le nom et l'unité des grandeurs physiques qu'ils représentent.

Lorsque cela est demandé explicitement, il est important de rédiger une introduction (rappelant les objectifs du TP et montrant que le candidat s'est approprié le sujet) et une conclusion répondant à la problématique.

## **21.4. Conclusion**

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

Ce rapport pointe principalement les erreurs et l'absence de maîtrise de capacités techniques et compétences expérimentales observées chez les candidats mais le jury n'en oublie pas moins les qualités de beaucoup d'entre eux. Les qualités évaluées par cette épreuve sont complémentaires de celles de l'oral et permettent à des candidats d'obtenir de très bonnes notes en ayant travaillé intelligemment et régulièrement lors des séances de travaux pratiques des deux années de préparation.

## 22. Travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur

### 22.1. Introduction

Au cours de cette épreuve orale d'une durée de quatre heures, le jury évalue l'ensemble des compétences permettant de mener une démarche globale afin d'appréhender une problématique issue d'un système industriel. Il est nécessaire de faire preuve, d'une part, de capacités d'abstraction indispensables pour comprendre, établir et utiliser des modèles et, d'autre part, expérimentales pour imaginer, conduire et exploiter des protocoles expérimentaux au regard d'objectifs définis à priori.

Les candidats sont ainsi évalués selon différentes compétences touchant à l'analyse fonctionnelle et structurelle d'un système, à l'appropriation d'une problématique scientifique et industrielle, aux démarches de modélisations de niveaux adaptés en réponse à un objectif spécifique, à la formulation de problèmes bien posés dans une optique de recherche de solutions, à la simulation et la résolution numérique, à la validation des modèles et solutions proposés à l'aide de confrontations expérimentales avec le système réel.

La formulation de conclusions étayées et les capacités de communication et de synthèse sont indispensables aux ingénieurs évoluant dans un contexte professionnel de plus en plus international et sont à ce titre également évaluées durant l'épreuve.

### 22.2. Analyse globale des résultats

La session 2025 a permis d'évaluer 1 801 candidats. Le jury constate que la très grande majorité connaît les attendus, l'organisation et la structuration de l'épreuve.

Concernant les capacités d'abstraction et méthodologiques, les prestations réalisées montrent que les fondamentaux de sciences industrielles de l'ingénieur sont généralement bien présents dans les compétences des candidats. Le jury note une maîtrise dans la manipulation des modèles et les développements calculatoires, ainsi que dans l'utilisation des méthodologies de modélisation, d'analyse et de formulation de problèmes, notamment lorsque la démarche est suggérée. Le jury note en revanche plus de difficultés lorsque les candidats sont amenés à proposer par eux-mêmes des modélisations adaptées pour répondre aux objectifs particuliers de l'étude.

Concernant les aspects expérimentaux, la majorité des candidats de la filière PSI montre de très bonnes capacités dans les champs explorés par l'épreuve de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur : dans la prise en main des supports contextualisant l'étude et l'appropriation de la problématique, dans la mise-en-œuvre des procédures expérimentales en vue de valider (ou non) les modèles proposés/manipulés, dans l'exploitation des résultats obtenus (même si les protocoles pourraient parfois être suivis avec une plus grande rigueur) et dans le développement de procédures numériques et/ou informatiques pour la résolution des problèmes. Le jury a remarqué cette année une progression dans la manipulation expérimentale. Le jury note également depuis quelques sessions une amélioration constante des compétences relatives à l'utilisation de la programmation et de la simulation numérique.

Pour la session 2025, dans la continuité des précédentes, le jury remarque néanmoins quelques faiblesses dans l'interprétation d'un résultat vis-à-vis du système étudié et de la problématique

proposée. La confrontation au réel et la vérification de la cohérence d'un résultat théorique ou expérimental vis-à-vis du système et de la problématique d'étude constitue un aspect fondamental des travaux pratiques. Le jury invite en conséquence les futurs candidats à porter une attention particulière sur ce point lors de leurs deux années de formation.

Enfin, la capacité à effectuer une **synthèse globale en temps limité** fait partie des compétences recherchées pour un ingénieur et le jury a noté que, pour la majorité des candidats, les attendus de cette partie de l'épreuve sont bien intégrés. Le jury a noté une amélioration du niveau global de ces synthèses qui intègrent généralement une restitution claire et assimilée de la problématique étudiée et de la démarche suivie, même si certaines prestations se contentent encore d'un résumé du travail réalisé sans prise de recul sur les spécificités et le fil conducteur du sujet proposé.

## 22.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Le jury rappelle que les compétences spécifiques aux activités de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur ne peuvent s'acquérir que par un travail régulier durant les deux années de formation. Afin de faciliter la préparation de l'épreuve, le jury présente ci-dessous son organisation et les éléments d'évaluation, ainsi qu'un ensemble de commentaires, confirmant en partie certaines observations des sessions précédentes, au regard de l'analyse des prestations de la session 2025.

Les supports utilisés lors de la session 2025 étaient les suivants :

- attelle de mobilisation du genou ;
- robot pâtissier ;
- bras asservi pour le contrôle de tubes de générateur de vapeur ;
- bras de pelleteuse didactisé ;
- hoverboard ;
- robot d'impression 3D ;
- exosquelette ;
- robot à câbles ;
- robot caméraman ;
- robot Jibot ;
- robot nettoyeur de vitres ;
- stylet suiveur à retour haptique ;
- slider de caméra ;
- trieuse de pièces ;
- véhicule autonome.

### 22.3.1. Éléments d'organisation et d'évaluation de l'épreuve

#### Organisation de l'épreuve

Cette épreuve, d'une durée de quatre heures, est décomposée en quatre parties de durées et d'objectifs différents, permettant d'adresser spécifiquement certaines compétences dans le cadre d'une démarche globale de résolution de problèmes de sciences industrielles :

1. appropriation du support, du contexte, mise en évidence de la problématique et des objectifs ;
2. modélisation du système ou de certains de ses constituants, adaptée à la problématique ;
3. développement et exploitation des modèles proposés permettant de construire progressivement une réponse à la problématique ;
4. évaluation de solutions et synthèse globale.

La **première partie** est conçue pour une durée d'environ quarante-cinq minutes. L'ensemble des activités amène les candidats à montrer leur capacité à s'imprégnier du contexte de l'étude. Pour cela, les activités de cette partie sont conçues de façon à permettre :

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

Pour les chaînes de puissance et d'information, le jury rappelle qu'il est nécessaire :

- de préciser les fonctions constitutives du système ;
- de localiser sur le système les différents constituants associés ;
- de décrire, quand cela est demandé, leur principe de fonctionnement, notamment pour les capteurs les plus classiques en précisant le type de signal de sortie, ses propriétés, etc.

La **deuxième partie** est conçue pour une durée de 60 minutes autour d'une activité de modélisation. Elle permet aux candidats de montrer leur capacité à prendre des initiatives, à formuler rigoureusement et justifier des hypothèses, à construire et/ou justifier des modèles, à critiquer leurs résultats, à proposer et réaliser des protocoles expérimentaux. La démarche proposée est évaluée et les examinateurs interviennent au cours de cette partie en fournissant, si nécessaire, des informations complémentaires en vue de faciliter ou de débloquer, si besoin, la progression.

La construction de cette partie a pour objectif d'élaborer et/ou de compléter un modèle qui sera exploité dans la suite de l'étude. Il s'agit par exemple de :

- développer un modèle potentiellement multi-phérique de niveau adapté aux objectifs de l'étude via la mise en équation d'un modèle de complexité raisonnable, en formulant des **hypothèses clairement énoncées et justifiées** ;
- développer et mettre en œuvre l'identification expérimentale des paramètres d'un modèle fourni ;
- enrichir et/ou raffiner un modèle donné en ajoutant des éléments fonctionnels complémentaires (capteurs, actionneurs, etc.) ;
- proposer et mettre en œuvre des protocoles expérimentaux permettant d'évaluer la validité de la modélisation mise au point ;
- etc.

La démarche qui amène à une solution au problème étudié étant rarement unique, des démarches ou hypothèses différentes peuvent conduire à des solutions distinctes au problème abordé. Le jury s'attache à dissocier l'exactitude des valeurs trouvées, voire des équations, de la cohérence et de la pertinence de la démarche.

La **troisième partie** est conçue pour amener les candidats à l'exploitation, entre-autres, des modèles développés lors de la deuxième partie, avec pour ambition de construire progressivement une réponse à la problématique de l'étude. Les candidats ayant pu proposer des éléments de

réponse et de modèles différents durant les deux premières parties, les éléments complémentaires sont fournis par le jury si nécessaire, permettant une progression normale dans la troisième partie. Les activités proposées dans cette partie ont pour objectif global la prévision des performances et l'évolution du système en vue de satisfaire le besoin exprimé. Elle doit donc permettre :

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

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

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

- de présenter rapidement le système, en se limitant aux fonctions plus particulièrement étudiées ;
- de présenter la problématique abordée ;
- d'exposer de façon logique, quantitative et structurée la démarche adoptée pour la résolution de cette problématique avec sa justification et éventuellement les difficultés rencontrées ;
- de proposer un ensemble de conclusions de l'étude en s'appuyant explicitement et quantitativement sur les performances finalement obtenues au regard de la problématique.

**Chaque candidat présente sa synthèse en trois minutes maximum devant un membre du jury qui ne l'a pas suivi au cours des trois heures et cinquante minutes précédentes.**

### **Capacité de synthèse et de communication**

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

L'évaluation tient compte également des capacités à utiliser les informations données dans le sujet et les documents techniques mis à disposition ou les aides ponctuelles des examinateurs, et du dynamisme du candidat.

Pour faciliter les échanges avec le jury et en vue de préparer la synthèse, les postes informatiques disposent d'un ensemble complet de suites bureautiques (Microsoft Office et/ou LibreOffice). Il est conseillé aux candidats d'utiliser ces outils afin de conserver temporairement une mémoire

numérique des activités, des courbes et des mesures ou de rassembler des graphiques dans un document. **Il est rappelé néanmoins qu'aucun compte-rendu écrit n'est demandé, les brouillons ayant servi au travail sont détruits et tous les fichiers enregistrés sont systématiquement supprimés dès le départ du candidat.**

En ce qui concerne la synthèse finale, les différents éléments fournis par le jury durant toute l'épreuve doivent permettre de conclure sur l'étude quel que soit le niveau d'avancement dans les activités. Ainsi, un candidat qui n'aurait pas réalisé avec succès toutes les activités du sujet proposé peut tout à fait effectuer une synthèse de qualité et ne sera pas pénalisé s'il réussit à assimiler toutes les informations disponibles pour en dégager la problématique, la démarche proposée et les réponses obtenues vis-à-vis de la problématique. À contrario, une énumération linéaire des activités effectuées, même correctes, est à proscrire.

### Logiciels utilisés

Cette épreuve de travaux pratiques fait appel à l'outil informatique et à des logiciels de modélisation/simulation de systèmes dynamiques (Scilab), à des modeleurs 3D et à un langage de programmation informatique (Python). Il est rappelé que l'ensemble du programme d'informatique commune en CPGE peut être utilisé lors de cette épreuve.

Lors des activités faisant appel aux outils de modélisation et de simulation, les compétences évaluées concernent : l'analyse de(s) modèle(s) proposé(s), la compréhension des algorithmes implantés, l'identification et/ou la modification d'un nombre limité de paramètres, la complémentation des procédures associées à des algorithmes fournis, le choix du scénario de simulation en fonction de l'objectif visé et l'exploitation des résultats de simulation.

**Concernant l'outil informatique**, l'utilisation de la programmation peut être demandée pour compléter une activité de développement algorithmique portant sur des thèmes comme, entre autres :

- optimiser des paramètres en vue de recaler ou d'identifier un modèle, de déterminer un régulateur au regard d'un cahier des charges, etc. ;
- mettre en œuvre un traitement numérique d'un signal ;
- exploiter des signaux en vue d'analyses énergétiques (rendement, inertie, etc.), de traiter des signaux (intégration, dérivation, analyse statistique, etc.) ;
- analyser et/ou compléter un diagramme d'états ;
- utiliser ou finaliser un algorithme de régression, de classification, d'optimisation ou d'apprentissage.

D'une façon générale, la mise en œuvre d'une programmation informatique reste limitée et il s'agit, généralement, de compléter ou de commenter un programme. Une progression efficace dans ces études ayant recours à l'outil informatique demande néanmoins une préparation régulière lors des deux années. Pour la simulation des systèmes dynamiques, l'environnement Scilab/Xcos est utilisé et, pour les évolutions futures, des bibliothèques Python spécialisées pourront être adoptées, notamment pour l'utilisation de l'intelligence artificielle.

#### 22.3.2. Conseils aux futurs candidats

##### Appropriation du sujet et commentaires généraux sur les présentations orales

- Les sujets de travaux pratiques de sciences industrielles de l'ingénieur comportent une importante quantité d'informations. **Le jury attire l'attention des candidats sur le besoin de lire précisément les sujets et la documentation technique référencée**

**dans les sujets.** En particulier, la documentation fournie a pour but d'aider et guider les candidats, les sujets pointant, le plus souvent possible, vers les documents ou annexes les plus utiles. De plus, la capacité à extraire, assimiler et utiliser une information technique pertinente est une compétence de base de l'ingénieur et est, à ce titre, évaluée durant l'épreuve.

- **Une part des candidats, quoiqu'en diminution néanmoins depuis les sessions précédentes, oublie encore de restituer oralement l'ensemble des activités menées.** Le jury rappelle à ce titre que seuls les éléments verbalisés sont pris en compte pour l'évaluation. Les questions formulées par les examinateurs lors des interrogations ont généralement permis néanmoins de rattraper ces oublis.
- Dans le même ordre d'idée, lors de l'établissement de modèles, certains candidats oublient de donner les hypothèses utilisées et se contentent du résultat. Là-aussi, les questions formulées par le jury permettent, au bénéfice des candidats, d'évaluer l'ensemble du travail effectué. Il convient néanmoins de noter que la rigueur de la démarche et des présentations demeure l'un des aspects évalués dans la prestation orale.
- Lors des activités de la première partie, dédiée à la découverte du support et de la problématique, quelques candidats ne prennent pas le temps de présenter en **une ou deux phrases** le système et le contexte sur lequel porte l'étude et abordent directement la présentation des activités. Le jury ne souhaite surtout pas une présentation interminable, mais quelques phrases permettant de situer le contexte de l'étude proposée, première étape dans l'optique d'une prise de recul sur le travail qui sera mené. À l'inverse, certains candidats ont tendance à prendre beaucoup de temps lors des interrogations et ont du mal à évaluer le niveau de détails à présenter. Si cela dénote une volonté de bien faire dans la communication et les échanges avec les examinateurs, cela fait perdre beaucoup de temps. Un résumé en quelques phrases courtes de l'objectif de l'activité suffit généralement. Une telle attitude dans la progression de l'étude est, de plus, une méthodologie permettant de gagner en prise de recul, et de conserver un esprit synthétique.
- Lors des échanges, le jury note qu'il n'est pas suffisamment fait appel à l'utilisation des schémas ou des diagrammes illustratifs et lorsque ces représentations sont utilisées le formalisme utilisé peut largement être amélioré. L'utilisation de schémas simples, et bien réalisés, facilite la communication, clarifie la présentation et **fait gagner du temps dans la progression de l'étude.** De plus, la qualité des explications, le soin et la clarté des éléments utilisés pour la présentation font partie de l'évaluation.
- Le jury conseille d'éviter de rédiger de manière trop détaillée des diaporamas lorsque ce mode de présentation est choisi : ceux-ci doivent être considérés comme un aide-mémoire numérique facilitant la structuration de l'échange avec l'examinateur au même titre que les schémas réalisés. Pour rappel, les brouillons, captures d'écran et supports de communication sont **systématiquement et immédiatement détruits à l'issue de l'épreuve.**
- Le jury note aussi une tendance à inventer des exigences au lieu de **consulter le cahier des charges fourni** qui donne explicitement les critères à évaluer et le niveau d'exigence quantifié requis.
- De même, le jury remarque également que certains candidats perdent du temps en présentant des réponses qui ne sont pas en rapport avec le questionnement posé (description du principe de fonctionnement d'un composant qui aurait pu être présent, écriture d'un modèle non demandé, etc.).

## Modélisation

- La modélisation est un besoin fort et indispensable en sciences industrielles de l'ingénieur. Aussi le jury rappelle la nécessité de justifier ou proposer un modèle de connaissance dynamique. Une épreuve orale exige en effet la même rigueur scientifique qu'une épreuve écrite : nécessité de préciser le système considéré, le bilan des actions mécaniques extérieures, le théorème utilisé (TRD, TMD ou TEC), la direction éventuelle de projection, le point de réduction pour le théorème du moment, les hypothèses de modélisation, etc.
- Le développement de modèles pertinents passe souvent par une modélisation rigoureuse des liaisons mécaniques : une analyse précise par observation des surfaces en contact ou des mouvements élémentaires est alors requise. Le jury regrette que cette analyse rigoureuse soit souvent remplacée par un raisonnement intuitif. De plus, certains candidats cherchent à dessiner immédiatement le schéma sans avoir au préalable mené une réflexion les conduisant par exemple à un graphe de liaisons. L'activité de TP donne la possibilité, **par une observation et des manipulations du système** présent sur le poste de travail, de faire des **propositions** de modèles cohérents vis-à-vis des surfaces observées. Une partie des candidats éprouve des difficultés à proposer un schéma cinématique d'un système de transformation de mouvement, même en modélisation plane.
- L'identification de modèles comportementaux pose des problèmes à un certain nombre de candidats notamment lorsque le type de modèle (2<sup>e</sup> ordre ou 1<sup>er</sup> ordre sous forme canonique) ou la démarche ne sont pas explicitement donnés. En particulier, l'obtention d'une mesure « faisant penser à un système du premier/second ordre » n'a pas de sens si elle ne s'accompagne pas d'une réflexion sur le stimulus d'entrée qui a conduit à cette mesure au risque de conduire à une démarche complètement erronée, en particulier lors d'essais réalisés en boucle fermée. Dans le même ordre idée, beaucoup de candidats commettent des erreurs lorsque l'expérience est réalisée autour d'un point de fonctionnement.
- Les activités menées doivent conduire à un modèle validé, mais le jury rappelle que l'évaluation porte aussi sur la réactivité des candidats, la capacité à l'analyse critique de leurs résultats, la cohérence dans leur démarche et, si besoin, leur remise en question d'une façon argumentée. Le jury est plus en attente d'une justification et d'une analyse de la démarche que d'un simple résultat, quand bien même celui-ci soit exact.

## Analyse

- Si les éléments composant les chaînes fonctionnelles d'information et de puissance sont bien connus, les difficultés constatées consistent à les situer précisément sur le support et à **faire une présentation formalisée** de leur organisation mettant en évidence l'architecture du système analysé et également les liens entre la chaîne d'informations et de puissance (alimentation, pré-actionneur, actionneur, transmetteur, effecteur, capteur, etc.). Une part importante des candidats **propose ainsi des chaînes de puissance et d'information génériques issues directement de leur cours sans vérifier la cohérence par rapport à celles du support objet de l'étude**, en particulier sur la zone de prise d'information sur la chaîne de puissance. Par ailleurs, le vocabulaire technologique est parfois peu approprié et approximatif. Le jury rappelle à ce titre que les diagrammes SysML fournis (notamment les diagrammes de définition des blocs et des blocs internes) doivent permettre d'identifier les constituants et de comprendre l'architecture d'une chaîne fonctionnelle.
- Sur les aspects expérimentaux :

- les mesures sont souvent interprétées à minima. Une comparaison de résultats non chiffrée et sans valeur quantifiée n'est pas admise ;
  - dans le même ordre d'idée, le jury note souvent un manque de rigueur dans la validation des modèles à partir de comparaisons de résultats de simulation et de mesures. Les indicateurs liés à cette comparaison doivent être systématiquement chiffrés (valeur maximale, valeur finale, dépassement, etc.) ;
  - l'absence de vérification de l'homogénéité des relations manipulées et de la validation des modèles utilisés (effectuée expérimentalement ou en utilisant la simulation numérique) conduit une part non négligeable de candidats à des erreurs d'analyse ;
  - dans le même ordre d'idée, le jury note, plus encore que lors des sessions précédentes, une absence de recul et de vérification de la cohérence des ordres de grandeur des valeurs numériques obtenues pour les paramètres identifiés. Si le jury sait faire preuve d'indulgence pour l'ordre de grandeur de certaines variables moins intuitives, il est particulièrement surpris de voir certains candidats ne pas s'étonner de trouver des vitesses de déplacement ou des cadences de traitement astronomiques au regard du problème étudié et du système **pourtant présent sur le poste de travail.**
- Le jury note des difficultés pour réutiliser des compétences dans un contexte légèrement différent de celui vu durant les deux années de formation. Le jury encourage les candidats à ne pas cloisonner leurs apprentissages : compréhension des solutions technologiques, méthodes « théoriques » et déterminations expérimentales forment un ensemble indissociable qui permet une prise de recul sur les concepts et outils manipulés.
- Un manque de recul vis-à-vis des différences entre une courbe théorique et une mesure expérimentale est encore observé pour une partie des candidats, même si ce point est en nette amélioration depuis la session précédente. Ainsi, la présence inévitable de bruit de mesure peut perturber certains candidats qui analysent à tort ce bruit comme des instabilités du système. De la même façon, les conditions expérimentales (instant de déclenchement d'un échelon, conditions initiales non nulles) entraînent des erreurs sur la détermination d'un temps de réponse ou du gain statique. Le jury conseille de bien s'imprégnier de ces différences inévitables liées aux conditions de l'expérience, ce qui ne peut s'acquérir que par un travail régulier et spécifique sur les activités expérimentales durant les deux années de formation.
- En automatique :
- le choix ou la justification d'une loi de commande (structure, correcteur, etc.) repose encore souvent et malgré les remarques des sessions précédentes sur des critères trop généraux sur la stabilité, la rapidité et la précision, **non étayés à l'aide d'arguments quantifiés et contextualisés liés au cas d'étude concerné** ;
  - le calcul des correcteurs (PI, avance de phase par exemple) repose souvent sur l'utilisation de relations apprises par cœur, souvent mal utilisées, et sans faire le lien avec les spécifications du cahier des charges du problème traité.

## Utilisation de l'outil informatique

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

- En accord avec les évolutions du programme de CPGE, certaines études menées dans les sujets proposés ont conduit à l'utilisation de techniques d'intelligence artificielle. Les questionnements proposés se sont limités à quelques éléments et ont reposé le plus souvent sur l'analyse d'un code informatique et des résultats produits par exemple lors d'un apprentissage à partir d'une base de données fournie.

### Synthèse globale

- Lors des présentations effectuées, certains candidats ont tendance à rentrer dans des détails inutiles. Un niveau de détails trop important conduit souvent à un exposé confus, mal structuré et montre un manque de recul sur le lien entre la problématique et les activités proposées. De même, une présentation trop générale, indépendante du support étudié, sans lien précis ni quantification avec la problématique abordée est à proscrire. Le fil conducteur de la présentation doit être organisé autour de trois mots clés : **problématique, démarche, conclusion... contextualisés sur le support de l'étude**. Cette activité demande un réel entraînement.
- Le jury a noté, au contraire de sessions précédentes, que beaucoup de candidats n'utilisent aucun support visuel durant cette synthèse. Alors que de nombreuses captures d'écran ont été effectuées durant toute l'épreuve comme support des échanges avec le jury, aucune de ces captures d'écran n'est réutilisée pour illustrer cette dernière phase de l'épreuve. À l'inverse, certains candidats finissent par se perdre dans les multiples figures conservées sans structuration et sont conduits à faire défiler rapidement un grand nombre de résultats, rendant la présentation confuse et très difficile à suivre.
- Le jury encourage à sélectionner les résultats présentés en raison de leur pertinence en **nombre limité et quantifiés**, compte tenu des exigences formulées par le cahier des charges. **Le jury n'attend en aucun cas un compte rendu linéaire des activités abordées au cours de la séance.**

## 22.4. Conclusion

La session 2025 a permis d'évaluer des candidats qui, au regard de leurs compétences à étudier un système industriel complexe, sont bien formés à la poursuite d'études scientifiques de haut niveau.

Pour la session 2026, les objectifs généraux et l'organisation de l'épreuve orale de sciences industrielles de l'ingénieur seront dans la continuité de ceux de la session 2025, avec une structuration en quatre parties permettant d'évaluer les candidats sur une démarche globale de résolution de problèmes de sciences industrielles et une synthèse finale en temps limité effectuée devant un membre du jury n'ayant pas suivi le candidat lors des quatre heures de l'épreuve.

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

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

Le jury de sciences industrielles de l'ingénieur souhaite que les futurs candidats s'imprègnent des conseils donnés dans ce rapport pour bien réussir cette épreuve.

## 23. Anglais

### 23.1. Présentation de l'épreuve

Le format de l'épreuve est identique en langue obligatoire et facultative. En vingt minutes, les candidats doivent sélectionner l'un des deux articles tirés de la presse anglophone récente proposés par l'examinateur, en préparer un compte rendu synthétique et structuré ainsi qu'un commentaire argumenté et illustré, qu'ils exposent ensuite à l'examinateur pendant dix minutes maximum. La seconde partie de l'épreuve, d'une durée d'environ dix minutes, prend la forme d'un échange avec l'examinateur.

Les articles proposés, d'une longueur comprise entre 500 et 600 mots, portent sur des sujets d'actualité dans les pays anglophones et en lien avec l'année scolaire en cours.

L'évaluation prend en considération, de manière équilibrée, la maîtrise de la langue anglaise, la fluidité de l'expression orale continue et la capacité à interagir de façon pertinente.

La préparation et le passage s'effectuent dans la même salle. Afin de limiter les perturbations sonores, un casque anti-bruit a été mis à disposition par le concours cette année. Les candidats peuvent également prévoir des protections auditives personnelles. Annoter le document pendant le temps de préparation est autorisé. Il est utile de se munir d'une montre non connectée ou d'un chronomètre pour bien gérer son temps pendant l'épreuve. Le brouillon est fourni, pas les stylos.

### 23.2. Analyse globale des résultats

Les notes s'échelonnent de 2 à 20 et traduisent la diversité des prestations observées.

Dans l'ensemble, l'expression anglaise est satisfaisante et fluide (la note maximale en qualité de langue étant régulièrement attribuée) et l'échange avec l'examinateur se déroule de manière satisfaisante, ce dernier étant caractérisé par une interaction pertinente et efficace.

Les principales pistes d'amélioration concernent le compte rendu de l'article, la formulation de la problématique ainsi que le commentaire.

### 23.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

#### 23.3.1. La gestion du temps de parole

La prise de parole en continu doit s'inscrire dans une durée de 8 à 10 minutes. Le jury n'hésite pas à interrompre les candidats au bout de 10 minutes afin de préserver un temps suffisant pour l'entretien.

Un compte rendu bien mené, incluant la transition vers le commentaire, ne doit pas excéder 5 minutes.

Les prestations trop brèves ou les comptes rendus trop longs (plus de 5 minutes) sont lourdement pénalisés lors de l'évaluation.

### 23.3.2. Le compte rendu

L'**introduction** doit s'ouvrir par une phrase d'accroche à la fois dynamique et pertinente, suivie de la présentation des informations essentielles relatives à l'article. Mentionner l'idée principale du document ne constitue pas une accroche.

Une attention particulière doit être portée à l'analyse du titre, l'identification de la source, la nature de l'article et à l'explicitation du contexte géographique et culturel. Cette démarche permet de saisir correctement l'argumentation, le message de l'auteur ou du journal et d'éviter toute interprétation erronée. Ne pas voir, par exemple, qu'un article est une tribune écrite par la Ministre de l'Éducation en Grande-Bretagne limitera la portée de l'analyse et de l'accès au sens.

De même, les erreurs sur l'identité de l'auteur peuvent entraîner des malentendus préjudiciables, comme ce fut le cas d'un article sur la masculinité toxique aux États-Unis, attribué à tort à un homme alors que son autrice, Rebecca Shaw, était facilement identifiable.

Enfin, la mise en évidence de l'orientation politique de l'organe de presse dont est issu l'article est à ne pas négliger car elle peut avoir une influence notable sur la teneur de l'argumentation.

Le **compte rendu** doit être synthétique, structuré et doit s'articuler autour de trois ou quatre idées centrales contenues dans l'article qu'il convient de reformuler. Il faut éviter d'annoncer une division de l'article en trois ou quatre sous-parties artificielles qui ne correspondent pas aux idées centrales. Les comptes rendus linéaires ou descriptifs ("*The journalist begins by saying*"... "*Then he says*"... "*He concludes by saying*", "*We are told that...*" ...) sont à proscrire. Le ton de l'article est à prendre en considération afin de percevoir et de mettre en évidence l'humour ou l'ironie qu'il peut contenir.

### 23.3.3. La transition

Concise et précise, elle permet de dégager la problématique à laquelle répondra le commentaire à partir des enjeux soulevés par le document. Dire "*I'll now move on to my commentary*" ou "*This is it for my summary and now I'll develop a few points*" ne constitue pas une transition recevable.

La problématique ne doit pas être trop restrictive ni descriptive. Le questionnement en 'why' est à éviter car il conduit, dans le commentaire, à un catalogue de raisons, au détriment d'une véritable réflexion et mise en perspective des questions soulevées par le document. De même, il est vivement conseillé d'éviter les questions fermées, nécessairement réductrices sur le plan de la réflexion.

Un plan cohérent doit répondre à la problématique de manière pertinente sans recourir à des schémas mécaniques de pensée où l'on retrouve trop souvent causes, conséquences et solutions. Le simple fait d'annoncer son plan ne dispense pas de soigner l'enchaînement logique entre les parties du commentaire.

### 23.3.4. Le commentaire

Le classement des prestations repose principalement sur la qualité de l'analyse proposée dans le commentaire et le degré de conceptualisation, ce dernier étant souvent limité. À titre d'exemple, les commentaires sur l'IA générative se concentrent davantage sur la mécanisation des tâches, reprenant les clichés des *Temps modernes* de Chaplin, plutôt que sur les véritables risques qu'elle représente pour les cols blancs et les professions non manuelles.

Les connaissances civilisationnelles de la sphère anglophone sont essentielles pour appuyer le propos par des exemples concrets, mais elles ne dispensent pas d'une réflexion personnelle.

L'effet de loupe créé par le second mandat de Trump a conduit certains à envisager n'importe quel sujet d'actualité sous le prisme réducteur de ses déclarations outrancières. Les articles antérieurs à janvier 2025, sans lien avec l'élection présidentielle, ont donc parfois fait l'objet de remarques anachroniques et de raccourcis simplistes. Inversement, les enjeux britanniques et canadiens ont été totalement occultés, alors que l'année écoulée a été riche en événements politiques et socio-économiques dans ces deux pays.

Il est fréquent que la spécificité du support ne soit pas identifiée ni pleinement prise en compte, ce qui conduit à privilégier des associations d'idées préjudiciables. À titre d'exemple, un article traitant des méfaits du sur-tourisme et de la nécessité de concilier les intérêts économiques, la préservation du patrimoine et le respect des populations locales peut donner lieu à un développement portant sur les vols d'objets durant les empires coloniaux et la restitution de ces biens aux pays d'origine, voire la création de musées dans ces pays, ce qui constitue un hors-sujet.

Comme le rappellent les précédents rapports, le commentaire ne doit pas se limiter à un simple placage du cours, un catalogue d'exemples ni dériver vers des développements opportunistes liés à l'actualité immédiate.

De nombreux exemples ancrés dans la sphère anglophone ont été cités cette année, ce qui constitue une amélioration notable par rapport à l'an passé. Cependant, leur exploitation demeure limitée, et ces exemples sont insuffisamment intégrés dans une argumentation structurée et convaincante.

Il convient par ailleurs d'éviter les discours militants ou idéologisés et de privilégier une argumentation nuancée et équilibrée.

La conclusion, souvent omise par manque de temps, doit permettre de répondre de façon succincte à la problématique posée, et ne doit pas consister à répéter le contenu du commentaire.

Les prestations les plus abouties ont su établir un dialogue constructif et structuré avec l'article sélectionné, en abordant les questions laissées en suspens et en proposant des prolongements pertinents à la réflexion.

### 23.3.5. L'échange

Invités à préciser ou corriger un point de leur présentation et à apporter des arguments complémentaires pour étayer leur position, la majorité des candidats fait preuve d'une très bonne réactivité et s'exprime avec aisance lors de l'échange.

Il est conseillé d'éviter les réponses trop courtes ou hâties, tout comme les discours répétitifs reprenant ce qui a déjà été dit ou les digressions trop longues sans lien explicite avec la question. Malgré une réelle volonté d'interagir, les réponses restent parfois un peu trop en surface au niveau du fond et peinent à prendre du recul.

### 23.3.6. La qualité de la langue

Le niveau de langue observé est globalement satisfaisant et l'expression relativement fluide. Toutefois, on remarque un manque de variété lexicale marquée par l'usage répétitif d'adjectifs génériques comme *dangerous, interesting, important, bad, good, big*. Les terminaisons en *-ed* ou *-ism* sont souvent mal prononcées, tout comme le /h/ aspiré, soit omis là où il est requis, soit ajouté de manière inappropriée.

Le message est parfois débité sur un ton monocorde, ce qui nuit à sa clarté.

D'un point de vue phonologique, il est important de prêter une attention particulière à l'intonation montante dans les phrases affirmatives. D'un point de vue grammatical, il est essentiel

de maîtriser la structure de la forme interrogative afin de poser une problématique claire et pertinente.

### **23.4. Conclusion**

Dans l'ensemble, les prestations reflètent un travail préparatoire sérieux. Le jury tient à saluer les excellentes performances qu'il a eu plaisir à écouter, témoignant d'une aisance linguistique remarquable et d'une compréhension approfondie des enjeux contemporains.

## 24. Allemand

### 24.1. Présentation de l'épreuve

Il est essentiel de bien cerner les attentes de cet oral. Les modalités sont les mêmes pour l'épreuve obligatoire (LV1) et facultative (LV2).

#### 24.1.1. Le déroulement en deux phases

##### Préparation (20 minutes) :

Vous aurez le choix entre deux articles de presse germanophone. Il peut s'agir d'articles de presse, de tribunes d'opinion, de chroniques voire de commentaires. Les textes de l'épreuve obligatoire (LV1) se distinguent des textes proposés pour l'épreuve facultative (LV2) par leur longueur et par leur densité lexicale : ils font entre 500 et 600 mots en LV1, mais entre 400 et 500 mots en LV2. Ils portent sur l'actualité des pays germanophones « de septembre à juin », c'est-à-dire du mois de septembre de l'année précédente au mois de juin de l'année en cours ; l'actualité des trois derniers mois avant les épreuves d'admission du concours fait l'objet d'une attention particulière.

- Allemagne : ARD, Deutsche Welle, Deutschlandfunk, fluter.de, Handelsblatt, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Norddeutscher Rundfunk, rtl.de, der Spiegel, Stuttgarter Zeitung, Süddeutsche Zeitung, SWR, Tagesschau, der Tagesspiegel, taz, Welt, die Zeit, ZDF.
- Suisse : Neue Zürcher Zeitung.
- Autriche : der Standard

##### Passage à l'oral (20 minutes maximum) :

Première partie (10 minutes) : C'est votre exposé en continu – votre compte rendu de l'article choisi et votre commentaire.

Deuxième partie (jusqu'à 10 minutes) : C'est un échange avec l'examinateur pour approfondir les points de votre exposé ou explorer d'autres aspects liés au sujet.

#### 24.1.2. Ce qui est évalué

La note est attribuée de manière équitable sur trois piliers :

- la correction linguistique (grammaire, vocabulaire, prononciation en allemand) ;
- la qualité de votre exposé oral (clarté, structure, fluidité) ;
- votre capacité à interagir de manière pertinente et aisée avec l'examinateur en allemand.

#### 24.1.3. Conseils pratiques pour le jour J

- **Accueil** : Vous êtes accueilli en allemand. Pensez à préparer votre convocation et une pièce d'identité. L'examinateur vous fait émerger sur sa tablette.
- **Choix d'un article** : L'examinateur vous invite à choisir entre deux articles de presse germanophone.

- **Gestion du bruit :** Une personne passe son examen pendant qu'une autre prépare dans la même salle. Il est donc fortement recommandé de vous munir de protections auditives (bouchons d'oreilles) pour ne pas être distrait par l'examen en cours.
- **Gestion du temps :** Une montre (non connectée) ou un réveil à l'ancienne est un outil précieux pour bien gérer vos 20 minutes de préparation et votre temps de parole.
- **Prise de notes :** Vous pouvez écrire directement sur l'article si vous le souhaitez. Des feuilles de brouillon sont fournies, mais pensez à apporter vos propres stylos.
- **Remise des supports (après l'épreuve) :** Rendez l'article annoté et vos brouillons à l'examinateur avant de partir.

## 24.2. Analyse globale des résultats

### 24.2.1. Performances en LV1

Les étudiants évalués en LV1 ont démontré une solide familiarité avec la structure de l'épreuve orale. Cette année, les prestations en langue obligatoire se sont particulièrement distinguées par leur excellence, témoignant d'une préparation approfondie, tant sur le plan linguistique et méthodologique que culturel. Dans leur majorité, les étudiants ont respecté le temps alloué pour leur expression continue. La qualité linguistique a été notable : l'allemand utilisé a été généralement fluide et d'une grande clarté. Les dialogues avec le jury se sont avérés dynamiques et enrichissants. Une part significative des étudiants LV1 a brillé dans l'échange avec l'examinateur, obtenant souvent la note maximale sur ce point.

Cependant, deux points faibles, qui ont entraîné des pénalités significatives, sont à souligner. D'une part, les comptes rendus d'articles manquent fréquemment de structure, ce qui nuit à leur efficacité. D'autre part, les problématiques proposées pour le commentaire ne sont souvent pas assez incisives pour permettre une exploration approfondie des enjeux majeurs soulevés par les articles.

### 24.2.2. Performances en LV2

Les prestations en langue facultative (LV2) ont été plus hétérogènes que celles entendues en langue obligatoire. On note une tendance encourageante à l'enrichissement du vocabulaire des étudiants, signe d'un investissement certain, mais certains exposés présentent trop de défaillances sur le plan morphosyntaxique. Le jury a aussi pu noter un certain nombre de prestations très faibles ou faisant état d'une préparation insuffisante.

Un nombre croissant de préparationnaires perçoivent cette deuxième langue non pas comme un simple ajout, mais comme un véritable atout professionnel et une spécialisation enrichissante. Malgré l'hétérogénéité des résultats en LV2, la culture de l'oral continue de progresser dans ce groupe.

### 24.2.3. Conseils pédagogiques pour réussir votre oral

Pour une performance optimale, gardez ces points à l'esprit :

- **Préparation continue :** Suivez assidûment les cours proposés dans votre établissement et entraînez-vous régulièrement via des colles, y compris pour la LV2.
- **Interagir :** Regardez l'examinateur lorsque vous vous exprimez et pendant l'échange. Cela favorise une meilleure connexion et une communication plus naturelle.

- **S'exprimer librement :** Ne récitez pas de cours, à plus forte raison s'il s'agit d'un cours que vous avez appris par cœur. Parlez spontanément, avec confiance, comme lors d'une véritable conversation. L'authenticité est primordiale.
- **Utiliser « Sie » :** Adressez-vous systématiquement à l'examinateur en utilisant la forme de politesse « Sie » en allemand (vouvoiement).

## 24.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

### 24.3.1. La présentation en continu (10 minutes)

**Gérer son temps :** Il est crucial que votre présentation ne dépasse pas 10 minutes et que pendant cet exposé, vous ne consaciez pas plus de cinq minutes à votre compte rendu. Aller au-delà entraîne souvent des répétitions. Prévoyez au moins 10 minutes de préparation pour votre commentaire, c'est essentiel.

Il est crucial de ne pas dépasser 5 minutes pour le résumé et 10 minutes pour la présentation. Aller au-delà entraîne souvent des répétitions. Prévoyez au moins 10 minutes pour préparer votre commentaire, c'est essentiel.

#### Le compte rendu

**Présenter une introduction soignée :** Votre exposé doit commencer par une introduction pertinente. Une accroche brève et percutante est bienvenue pour contextualiser le sujet de l'article. Présentez le sujet et la problématique de l'article, son approche spécifique et sa pertinence actuelle.

Concernant un article analysant la visite inaugurale du chancelier Merz au palais de l'Élysée, une introduction par un bref retour sur les élections législatives (*Bundestagswahlen*) de 2025 et l'élection du chancelier qui s'ensuivit était envisageable. Une autre possibilité était de rappeler la signification symbolique du palais de l'Élysée pour l'amitié franco-allemande, puisque le traité de l'Élysée y a été signé en 1963 par de Gaulle et Adenauer. En effet, l'article explore précisément la question de savoir comment redynamiser les relations franco-allemandes („Wie können die deutsch-französischen Beziehungen dynamischer gestaltet werden?“).

**Caractériser le document :** Il est essentiel de comprendre la nature du document. Si des éléments comme le nom du journal, l'auteur ou la date de publication ont une signification particulière (par exemple, le 8 mai qui marque cette année les 80 ans de la fin de la Seconde Guerre mondiale), mentionnez-les. Sinon, ce n'est pas nécessaire.

Bien que la mention de la source ne soit pas obligatoire, la caractériser est une occasion de démontrer votre connaissance des médias (par exemple, la différence de point de vue entre la *FAZ* et la *taz*). Il peut être judicieux d'identifier si le texte est un *Informationsartikel* ou un *Meinungsartikel*. Cette analyse doit ensuite guider votre compte-rendu et votre commentaire, en soulignant l'intention du journaliste, un éventuel parti pris, ou au contraire, la recherche de neutralité et la précision des faits.

**Structurer votre compte rendu :** Avant de prendre la parole, assurez-vous que votre compte rendu de l'article est clair, logique et bien organisé. Pour votre compte rendu, ne faites pas de résumé linéaire. Regroupez plutôt les informations par thèmes, même si elles sont dispersées dans l'article. Concentrez-vous sur l'essentiel : Quel est le but de cet article ? Que cherche-t-il à démontrer et pourquoi est-il pertinent ?

Réapprenez-vous les idées en les reformulant, sans citation directe, et en évitant les répétitions. Prenez en compte le titre et les éventuels sous-titres, qui sont souvent les clés des arguments principaux. L'idée est de restituer le sens de manière organisée et structurée, et non de suivre le texte pas à pas, au risque de tomber dans la paraphrase.

### **La transition entre le compte rendu et le commentaire**

Pour marquer la transition entre votre compte rendu et votre commentaire, une courte pause peut suffire, surtout si vous êtes à l'aise. Vous pouvez aussi utiliser une formule simple comme : „*Soweit zum Artikel, nun mein Kommentar*“ (Voilà pour l'article, voici maintenant mon commentaire), ou une expression plus élaborée telle que : „*Nun möchte ich zum Kommentar übergehen*“ (Je voudrais maintenant passer au commentaire).

### **Le commentaire**

**Problématisation :** Pour le commentaire, choisissez une problématique qui vous permette d'explorer les enjeux de l'article en profondeur et de développer une réflexion personnelle et argumentée.

**Formuler la problématique :** Maîtrisez les expressions courantes comme „*Daraus ergibt sich folgende Frage*“ (d'où la question suivante). Privilégiez l'interrogation directe pour sa clarté, et évitez d'utiliser systématiquement *inwiefern* (dans quelle mesure).

Cette année, le titre d'un article „*Lieber Hunde als Kinder im Restaurant. Aber es gibt doch für alle was.*“ (Mieux vaut des chiens que des enfants au restaurant. Mais il y en a pour tous les goûts.) pouvait servir de point de départ idéal pour questionner la position de la journaliste. Dans son texte, elle préconise une atomisation de la société permettant ainsi aux différents groupes de la société de s'ignorer mutuellement. Cette proposition soulève inévitablement des questions fondamentales sur les principes du vivre-ensemble, invitant ainsi à une réflexion sur la problématique suivante : „*Warum ist Toleranz Kindern gegenüber für das Zusammenleben/das Miteinander wichtig?*“ (Pourquoi la tolérance envers les enfants est-elle importante pour le vivre-ensemble ?).

**Annonce et cohérence du plan :** Annoncez votre plan de manière succincte, éventuellement sous forme de questions rhétoriques. Si vous annoncez deux parties, veillez à les développer pleinement. Évitez les plans trop convenus (avantages/inconvénients/synthèse). Mettez le sujet en perspective avec des connaissances sociétales ou civilisationnelles pour une analyse plus nuancée et plus riche. Assurez une bonne gestion du temps pour développer votre commentaire.

**Maîtrise culturelle et de l'actualité :** observations relatives à la session 2025

Lors de la session 2025, les prestations d'excellence ont démontré une profonde familiarité avec le monde germanique. Ces contributions remarquables ont été capables de mobiliser des connaissances concrètes sur la structure fédérale de l'Allemagne et ses partis politiques, incluant les dynamiques électORALES, le nom du chancelier et celui de certains ministres en fonction.

Les étudiants les plus performants ont su aborder les grands enjeux sociétaux, tels que l'AfD et l'extrémisme de droite, les questions migratoires, la guerre en Ukraine ou encore le débat sur le 8 mai 1945 „*Befreiung oder Niederlage?*“ (Libération ou défaite ?). Ils ont également mis en lumière les relations franco-allemandes par des exemples pertinents comme les rencontres au sommet, Airbus ou ARTE. Des références précises à l'histoire et au statut de la *Bundeswehr* ont témoigné d'une préparation très solide.

Ces exposés d'une richesse culturelle notable ont permis d'établir des liens judicieux. Par exemple, le thème de la paix a été enrichi par des références littéraires (Tucholsky, Remarque)

ou historiques (Kennedy, Willy Brandt). Des discussions approfondies ont intégré des œuvres cinématographiques éclairant le sujet, comme *Goodbye Lenin* ou „*Die Schlüssel zur Freiheit*“ de Wim Wenders (Les clés de la liberté).

### La conclusion

La conclusion doit résumer le débat en une phrase ou bien l'ouvrir vers d'autres aspects. Une bonne prestation ne saurait se dispenser d'une conclusion brève et efficace.

### 24.3.2. Interaction et échange (10 minutes) :

Le jury est bienveillant et cherche à favoriser un véritable échange. Il n'attend pas de vous une érudition encyclopédique ou des solutions définitives aux problèmes contemporains. Acceptez les questions ouvertes avec confiance.

**Réponses calibrées :** Évitez les monologues et les réponses trop abstraites ou trop brèves (type es ist kompliziert). Cherchez un échange équilibré et privilégiez une argumentation concrète.

**Correction et précision :** Soyez prêt à clarifier des points de votre exposé ou à ajuster votre pensée si elle a été mal comprise. Les premières questions portent souvent sur le texte et son titre (souvent sous-exploité lors du commentaire).

**Exploitez les pistes :** Si l'examinateur vous propose des pistes, saisissez-les. Cependant résistez à la tentation de digressions excessives ou de références hors sujet qui vous éloigneraient du cœur de l'article. L'article est votre guide, pas un prétexte à réciter des fiches de cours.

**Prenez position :** N'hésitez pas à exprimer votre point de vue personnel sur des sujets comme la conscription (*die Wehrpflicht*), la parité (*die Gleichberechtigung*), ou les enjeux climatiques (*der Klimawandel*). Aucune opinion n'est intrinsèquement bonne ou mauvaise ; l'essentiel est de la justifier solidement avec des arguments. Une préparation sérieuse en amont quant aux questions de civilisation est indispensable, même pour l'épreuve facultative.

### 24.3.3. La qualité de la langue

Même si le niveau de langue global est souvent bon, notamment en LV1, certaines erreurs récurrentes peuvent être évitées. Une maîtrise rigoureuse des points suivants – qui sont donnés à titre d'exemple – est essentielle.

#### Phonétique et accents toniques

Une prononciation correcte est attendue. Soyez attentif aux longueurs de voyelles et aux accents toniques.

**Voyelles :** Distinguez bien le « o » long et fermé de *Hochschule* du « o » bref et ouvert de *Rolle*, *wollen* ou *betroffen*.

Faites de même pour le « ou » bref dans *Frankfurt* et *zum Schluss*.

**Diphongues :** Prononcez correctement les diphongues comme « au » (*Hauptstadt*, *behaupten*) et « ai » (*Mai*).

#### Accents et prononciations particulières

L'accent de *Artikel* est sur la syllabe « ti » en allemand, contrairement à la prononciation anglaise.

Le mot *Image* se prononce à l'anglaise.

Le « j » de *Journalist* / *Journalistin* se prononce à la française (pas « *Yournalist* »).

Le mot *Ingenieur* se prononce à la française, sauf le « in » initial qui se prononce « *inne* » donc à l'allemande.

## Grammaire et déclinaisons

Un groupe nominal en allemand est toujours décliné : „*ein wichtiger Politiker*“, „*ein wichtiges Thema*“ et „*eine wichtige Entscheidung*“. Le jury n'attend pas une maîtrise parfaite de la déclinaison à l'oral. Il est toutefois demandé d'y porter attention et d'essayer de se corriger.

**Termes à maîtriser** pour la déclinaison (singulier et pluriel) : ils apparaissent systématiquement presque dans chaque interrogation :

- *der Aspekt, die Aspekte* (l'aspect) ;
- *das Beispiel, die Beispiele* (l'exemple) ;
- *der Flüchtling, die Flüchtlinge* (le réfugié) ;
- *die Gefahr, die Gefahren* (le danger) ;
- *der Grund, die Gründe* (la raison) ;
- *das Land, die Länder* (le pays) ;
- *das Problem, die Probleme* (le problème) ;
- *das Risiko, die Risiken* (le risque) ;
- *der Text, die Texte* (le texte) ;
- *das Thema, die Themen* (le sujet).

Termes à maîtriser au singulier :

- *das Ende* (la fin) ;
- *die Gewalt* (la violence) ;
- *die Welt* (le monde) ;
- *die Vergangenheit* (le passé) ;
- *die Gegenwart* (le présent) ;
- *die Zukunft* (l'avenir).

## Conjugaison des verbes

La conjugaison des verbes forts, notamment le participe passé des verbes couramment utilisés, est à maîtriser. Quelques exemples :

- *schreiben* - *schrieb* - *hat geschrieben* ;
- *helfen* - *hilft* - *half* - *hat geholfen* ;
- *verbieten* - *verbot* - *hat verboten*.

## Précision lexicale et culturelle

### Distinctions géographiques

Ne confondez pas *der Osten / der Westen, BRD / DDR, die Nordsee / die Ostsee*.

Maîtrisez les noms des pays d'Europe (y compris l'Europe de l'Est et les pays baltes) et des continents. Évitez les confusions entre l'adjectif, le nom de la personne et le pays. Quelques exemples :

- *französisch : der Franzose (-n), die Französin (-nen), Frankreich, nach Frankreich liefern ;*
- *amerikanisch : der Amerikaner (-), die Amerikanerin (-nen), die USA (pluriel), in die USA liefern ;*
- *deutsch : der Deutsche (-n), die Deutsche (-n), Deutschland, nach Deutschland liefern ;*
- *russisch : der Russe (-n), die Russin (-nen), Russland, nach Russland liefern ;*
- *ukrainisch : der Ukrainer (-), die Ukrainerin (-nen), die Ukraine, in die Ukraine liefern.*

### Expressions pour le compte rendu

Pour annoncer le sujet de l'article, utilisez des expressions précises comme :

- „*Der Artikel befasst sich mit der folgenden Frage:*“ (« L'article traite de la question suivante : »)
- „*Im Artikel geht es um folgende Frage:*“ (« Il s'agit de la question suivante dans l'article : »)

Pour citer le texte, privilégiez les tournures habituelles telles que :

- „*Im Text steht, dass...*“ (« Dans le texte il est dit que... »)
- „*Im Artikel heißt es, dass...*“ (« Dans l'article il est dit que... »)

Une préparation rigoureuse des points linguistiques vous permettra de communiquer avec fluidité et précision, et de valoriser pleinement vos connaissances.

## 24.4. Conclusion

L'épreuve orale d'allemand, qu'elle soit en langue obligatoire ou facultative, s'est avérée une excellente occasion pour les étudiants de témoigner de leur sérieux engagement personnel. Sa structure variée, en plusieurs étapes, a permis à chacun de valoriser pleinement son travail et ses compétences linguistiques. Il est manifeste que les étudiants ont parfaitement compris l'importance de la maîtrise de l'allemand pour leur parcours futur. Le jury remercie sincèrement les professeurs d'allemand pour l'excellente préparation des étudiants à ces épreuves de langue. Une préparation spécifique est en effet indispensable, même en LV2, pour la réussite de cet oral. Enfin, les germanistes visant le concours sont vivement encouragés à aborder cette épreuve orale avec une motivation qui saura libérer leur expression et mettre brillamment en lumière tous leurs acquis.

## 25. Arabe

### 25.1. Présentation de l'épreuve

Au préalable, rappelons-nous brièvement le protocole de l'épreuve orale en langue arabe du concours Centrale-Supélec.

Le jury propose au candidat deux articles de presse provenant d'un journal ou d'un site électronique et qui traitent de deux thématiques différentes.

À l'issue des vingt minutes de préparation, le candidat présente un compte-rendu du texte choisi, suivi d'un commentaire. Il dispose de dix minutes d'expression orale en continu sans interruption de l'examinateur. Le deuxième volet de l'épreuve consiste en un échange de dix minutes aussi entre examinateur et candidat. Le jury commence généralement par les questions, remarques, réactions... qui ont trait à l'exposé du candidat. Ensuite, il pose des questions visant à tester la compréhension fine du candidat, la pertinence et la perspicacité de son analyse ainsi que sa capacité à mobiliser ses connaissances et sa culture générale.

Voici un échantillon large des sujets proposés aux candidats arabisants, session 2025 :

- Les énergies renouvelables dans les pays producteurs de l'énergie fossile ;
- Sécurité alimentaire, mesures et perspectives ;
- Les divers avatars de l'intelligence artificielle ;
- Impact des réseaux sociaux sur la jeunesse arabe ;
- Économie de guerre : impact sur le consommateur arabe ;
- Développement durable à travers le monde arabe ;
- Népotisme politique dans les pays arabes ;
- Pétrole entre économie et géopolitique ;
- Littérature et politique ;
- Les médias arabes et la question du handicap.

### 25.2. Analyse globale des résultats

Le jury a constaté globalement, une fois de plus, la qualité remarquable des prestations. Cependant, une approche plus fine et avisée révèle qu'une partie des candidats, certes minoritaires, n'est pas au fait des attentes méthodologiques de l'oral du concours de Centrale-Supélec. Leur exposé est décousu, manque de problématique et de fil conducteur. Ces candidats ont une bonne maîtrise de la langue arabe et n'ont aucun problème de compréhension ou d'expression. Mais, ils n'ont bénéficié d'aucune préparation dans leurs classes préparatoires car l'enseignement de l'arabe n'y est pas proposé ou par choix prémedité de certains candidats qui décident de ne pas assister aux cours d'arabe en toute méconnaissance des exigences techniques et méthodologiques des épreuves, écrites ou orales, du concours.

Il est tout à fait révélateur que les candidats ayant excellé aux épreuves orales du concours de Centrale-Supélec – et obtenu les meilleures notes – aient suivi une préparation spécifique pour les épreuves d'arabe.

Le jury ne peut qu'encourager les futurs candidats à suivre la préparation dispensée par les professeurs d'arabe au sein des CPGE et à ne laisser aucune place au hasard et à l'improvisation dans l'appréhension des épreuves du concours.

Le jury remercie vivement les collègues, professeurs d'arabe, qui œuvrent avec professionnalisme et dévouement, pour préparer au mieux les candidats arabisants.

### **25.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats**

Si les résultats des arabisants demeurent dans l'ensemble très satisfaisants, il est nécessaire de prodiguer quelques conseils pour les améliorer davantage.

Certains candidats entament leur première phase d'oral en présentant d'emblée les idées principales comme s'il s'agissait d'une simple explication de texte. Or, ils doivent s'atteler dans l'introduction à trouver une thématique générale, globale dans laquelle il est possible d'arrimer la problématique afférente au document proposé à l'étude.

Il faut veiller ensuite à présenter les idées clés qui traversent les documents proposés à l'étude avant d'engager la réflexion personnelle ou le commentaire. Il est hasardeux de se lancer prematurely dans le commentaire avant de présenter et d'analyser suffisamment les idées du document, sujet de l'épreuve du concours. Le texte ne doit pas servir de prétexte à un commentaire qui manque d'ancre.

Enfin, il est fortement recommandé qu'une conclusion close l'exposé pour ne pas laisser le jury sur un goût d'inachevé. Or, cela est loin d'être une règle observée par tous les candidats.

### **25.4. Conclusion**

On ne peut clore ce rapport sans rappeler aux futurs candidats les recommandations suivantes :

- Être en mesure de manier la langue arabe avec précision et clarté lexicales. L'échange doit être fluide entre le candidat et l'examinateur.
- Acquérir les outils méthodologiques qui permettent d'aborder les textes avec objectivité et exigence scientifiques.

## 26. Chinois

### 26.1. Présentation de l'épreuve

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

- Pékin et Paris (écrit par l'examinateur) ;
- Mes vacances préférées (adapté d'un texte non publié) ;
- Une soirée à Berlin (adapté d'un texte non publié) ;
- Mon voisin Charles (adapté d'un texte publié sur le site sina.cn) ;
- Les meilleurs moments de ma vie (adapté d'un article du site 新浪网 (sina.cn)) ;
- Un homme a récupéré une poupée Labubu pour seulement 99 yuans (adapté d'un article du site rfi.fr, paru le 21 juin 2025) ;
- Harbin, la « ville de glace », connaît des vagues de chaleur inhabituelles, poussant les étudiants universitaires à se mettre torse nu pour se rafraîchir (adapté d'un article du site udn.com, paru le 27 juin 2025).

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

### 26.2. Analyse globale des résultats

Les candidats ayant passé l'épreuve ont montré, dans l'ensemble, une bonne maîtrise de la langue. Les conversations ont révélé la richesse du vocabulaire et des structures grammaticales utilisées. Globalement, les résultats sont jugés satisfaisants.

### 26.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

#### 26.3.1. Recevabilité linguistique (prononciation, lexique, grammaire)

Bien que les candidats présentent généralement un bon niveau de chinois, de nombreuses erreurs — hésitations, fautes de prononciation ou de grammaire — nuisent parfois à l'intelligibilité de leur discours. Certains parviennent toutefois à s'exprimer avec aisance : leurs erreurs, plus rares et ponctuelles, ne demandent à l'interlocuteur qu'un effort modéré pour les comprendre, sans affecter gravement la communication. Dans l'idéal, un discours fluide et exempt d'erreurs ne requiert aucun effort particulier de la part de l'interlocuteur.

#### 26.3.2. Expression en continu

Certains candidats ont proposé un compte rendu incomplet ou mal structuré, comportant des contresens ou des développements trop pauvres. D'autres ont fourni des commentaires trop brefs ou hors sujet.

Quelques candidats ont néanmoins produit des analyses argumentées, mais leur point de vue manquait souvent de caractère personnel et restait parfois convenu.

Certains, en revanche, ont démontré une compréhension fine du support : ils ont su identifier le point de vue, l'intention, le contexte et le ton du texte, tout en proposant un commentaire structuré et personnel, prenant en compte la spécificité culturelle chinoise.

### **26.3.3. Échange**

Certains candidats ont rencontré des difficultés lors de l'échange, avec une interaction quasi inexistante. D'autres ont participé à la conversation avec aisance, mais leurs interventions sont restées relativement courtes ; ces candidats ont parfois corrigé des erreurs de compréhension ou d'analyse grâce à l'aide de l'examinateur. Enfin, les meilleurs candidats ont fait preuve d'une grande réactivité et d'une véritable capacité à participer activement à la conversation, montrant ainsi un échange réactif et interactif.

Dans l'ensemble, les candidats ont montré une maîtrise du chinois oral et un vocabulaire relativement riche, mais certains ne semblaient pas toujours comprendre ce qui était attendu d'eux. Ces derniers ont notamment eu tendance à faire des erreurs fréquentes et répéter simplement les informations des documents sans reformuler de manière critique.

Il est conseillé aux candidats d'éviter de se limiter à des répétitions ou à des paraphrases simples, et de plutôt chercher à reformuler les informations de manière critique et structurée.

## **26.4. Conclusion**

L'entraînement linguistique régulier est crucial pour permettre aux candidats de mieux maîtriser les compétences linguistiques requises pour cette épreuve. Un manque de maîtrise réelle du chinois peut entraîner des conséquences désastreuses en termes de compréhension et de fluidité. Le travail sur la langue, l'expression continue et l'échange en interaction sont des compétences à travailler régulièrement pour obtenir de bons résultats sur une telle épreuve.

## 27. Espagnol

### 27.1. Présentation de l'épreuve

#### 27.1.1. Le corpus

Le vaste choix journalistique de cette session atteste de la volonté du jury de diversifier au maximum les sujets, avec des angles d'approche différents et de lignes éditoriales bien contrastées. Les sujets d'actualité des derniers mois en Espagne – la commémoration des cinquante ans de démocratie ; la loi d'amnistie pour les indépendantistes catalans ; la gestion politique de la DANA à Valence ; le blackout électrique ; la gestion de l'immigration, notamment des mineurs non accompagnés – ont été combinés aux sujets d'intérêt général, englobant des questions de société, de culture, d'économie et d'environnement.

La presse latino-américaine a été bien représentée cette année, ce qui a permis de présenter une vision globale de la situation sociale et politique de bon nombre de pays. Parmi les principaux thèmes abordés figuraient notamment : le retour de la violence politique et la guerre contre la drogue en Colombie ; l'élection des juges au suffrage universel au Mexique ; le soutien à l'opposition vénézuélienne ; la détérioration de la liberté de la presse en Amérique latine, notamment à Cuba et au Nicaragua ; l'approche populiste et autoritaire du président Nayib Bukele au Salvador ; le libertarianisme du président Javier Milei ; les droits des peuples autochtones ; la tentative d'un retour au pouvoir d'Evo Morales en Bolivie.

Les articles ont été extraits des journaux suivants :

- *Clarín, La Nación* (Argentine) ;
- *La Patria* (Bolivie) ;
- *El País, Emol, La Tercera* (Chili) ;
- *El Espectador, El Heraldo, El País, El Tiempo* (Colombie) ;
- *El Faro* (El Salvador) ;
- *Primicias* (Équateur) ;
- *ABC, Cadena Ser, Cinco Días, El Confidencial, El Mundo, El País, La Vanguardia* (Espagne) ;
- *El Heraldo de México, El Universal, La Jornada, La Silla Rota* (Mexique) ;
- *El Comercio* (Pérou).

#### 27.1.2. Le déroulement de l'épreuve

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 dans 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 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 l'actualité et de la civilisation du monde hispanique.

## 27.2. Analyse globale des résultats

L'amélioration des résultats se poursuit pour une troisième année consécutive en langue facultative, avec une légère augmentation de la moyenne par rapport à celle du concours précédent. Cela est dû à une meilleure maîtrise de la compétence linguistique. Il reste tout de même des progrès à faire sur le plan méthodologique. Les résultats sont moins hétérogènes que lors des années précédentes. Les prestations indigentes en langue facultative ont été, comme lors de la session 2024, rarissimes. Comme à l'accoutumée, les prestations en langue obligatoire ont été, dans la plupart des cas, d'une grande qualité aussi bien sur le plan linguistique que méthodologique.

## 27.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

### 27.3.1. Le compte rendu et le commentaire

L'élaboration du compte rendu, première étape de l'épreuve, met en œuvre conjointement les capacités d'analyse et de synthèse et l'aptitude à restituer les informations essentielles dans un cadre structuré dans lequel doit apparaître clairement la problématique du document et les grandes parties qui le composent. Le bon respect de la méthodologie doit être le premier souci afin éviter les comptes rendus linéaires au risque de faire de la paraphrase. Cela détruit la cohésion du discours et nuit à la correcte réception du message. Le titre du document n'est pas déconnecté du corps du texte. Il donne déjà une première piste de lecture et peut contenir quelques mots-clefs qui aideront dans la construction de l'axe d'analyse. Une accroche pertinente peut être un atout pour introduire le compte rendu et établir un premier contact positif avec l'examinateur.

Le commentaire doit avoir un rapport strict avec la spécificité du sujet et doit comporter une problématique formulée en bonne et due forme qui permettra de définir un axe précis d'analyse. L'annonce d'un plan sert à structurer logiquement l'argumentation. La problématique doit être constamment rappelée dans les parties du développement pour éviter de s'éloigner de l'axe d'analyse et d'élaborer un commentaire dans lequel on plaque pèle-mêle des connaissances qui n'ont aucun rapport avec le sujet. Le commentaire doit être clos avec une réponse à la problématique. Cela permet à l'examinateur de confirmer la pertinence de l'analyse. Une bonne maîtrise des connecteurs du discours est nécessaire pour construire un exposé précis et éviter de tomber dans les nombreux pièges de la langue qui peuvent aboutir à des contresens, voire des non-sens.

### 27.3.2. L'entretien avec l'examinateur

Cette dernière partie de l'épreuve compte autant dans le barème de notation que la maîtrise de la méthodologie. C'est pour cela que le jury encourage les candidats à utiliser à leur avantage ce moment d'échange avec l'examinateur, en montrant une forte prédisposition au dialogue et en prenant l'initiative au moment d'engager la conversation. L'examinateur aura toujours une attitude bienveillante pour aider les candidats à réussir cette phase d'entretien, en suggérant des pistes ou en demandant de rectifier d'éventuelles erreurs d'interprétation commises lors de l'exposé. Le jury conseille d'éviter les attitudes apathiques ou nonchalantes ainsi que les réponses lapidaires.

### 27.3.3. La correction linguistique

Le respect des structures syntaxiques et les règles morphologiques de la langue ainsi que l'utilisation d'un lexique adéquat constituent un critère discriminant à l'heure de distinguer les

prestations très bonnes, bonnes ou médiocres. Nous avons constaté cette année une meilleure maîtrise des structures syntaxiques, mais certaines fautes courantes persistent comme la confusion entre les catégories grammaticales, notamment celles de l'adjectif et du nom ; l'utilisation du gérondif en lieu et place d'un verbe conjugué ; les fautes d'accord dans le syntagme nominal ou dans le syntagme verbal, notamment l'accord de l'adjectif ou du participe passé en position attributive et du participe passé dans la diathèse passive. Les problèmes relatifs à la morphologie verbale se répètent d'année en année, à savoir la confusion entre la première et la troisième personne du singulier du présent de l'indicatif et du passé simple ainsi que la confusion entre les modes, due à la méconnaissance du groupe verbal. La concordance des temps au passé reste aussi un point sensible de la grammaire. Sur le plan sémantique, les sélecteurs du subjonctif ne sont pas toujours bien repérés. Sur le plan lexical, le manque de connaissance du genre des noms, l'excès de barbarismes ainsi que l'utilisation erronée de certains mots courants ou les lacunes lexicales sont toujours des aspects de la langue qui doivent être améliorés.

## **27.4. Conclusion**

Il y a eu cette année une bonne amélioration du niveau linguistique en langue facultative et une meilleure compréhension des enjeux méthodologiques. En langue obligatoire, les résultats sont très satisfaisants, avec certaines prestations qui dépassent les attendus de l'épreuve tant sur le plan linguistique que méthodologique.

Le jury a fortement apprécié la courtoisie, la bonne attitude et la maîtrise de soi dont ont fait preuve les candidats.

Nous adressons, une fois de plus, nos remerciements aux collègues des classes préparatoires pour l'excellent travail pédagogique effectué.

## 28. Italien

### 28.1. Présentation de l'épreuve

Le candidat est invité à choisir entre deux articles récents publiés dans la presse italienne, abordant des thématiques d'actualité telles que :

- l'environnement ;
- le développement durable ;
- le retour de l'énergie nucléaire civile ;
- l'économie circulaire ;
- l'intelligence artificielle ;
- la fuite des cerveaux ;
- la crise du monde culturel ;
- le Made in Italy et les conséquences de l'augmentation des droits de douane ;
- la nouvelle loi sur la nationalité italienne, etc.

Les articles de cette année ont été tirés des sources suivantes :

- *Il Corriere della Sera* ;
- *La Repubblica* ;
- *Il Sole 24 Ore* ;
- *L'Espresso*.

Le candidat disposait de vingt minutes pour rédiger un compte rendu de l'article et le commenter.

À l'issue de la période de préparation, l'examen se divisait en deux parties :

- **une première partie** au cours de laquelle le candidat devait présenter le compte rendu de l'article et son commentaire durant dix minutes.
- **une deuxième partie**, d'une durée maximale de dix minutes, pendant laquelle le candidat était invité à échanger avec l'examineur de sujets autres que ceux traités dans l'article, élargissant ainsi son éventail de thèmes et enrichissant le dialogue d'une perspective différente.

Pour rappel, l'épreuve a pour objectif d'évaluer différents aspects de sa maîtrise de la langue, tels que le niveau de compréhension écrite et orale, la qualité de l'expression orale, la capacité à organiser un discours clair et cohérent et à participer à un échange avec l'examineur sur un sujet lié à la civilisation italienne.

### 28.2. Analyse globale des résultats

Le jury a pu relever avec satisfaction la qualité des prestations des candidats, qui se sont avérées être d'un bon, voire très bon niveau.

La plupart des candidats a démontré une connaissance certaine dans les domaines abordés, ainsi qu'une capacité à présenter et à analyser les textes de manière efficiente.

Le jury a accordé une importance particulière aux candidats qui ont démontré une compétence significative dans la mise en valeur de la richesse des textes, ainsi qu'une capacité approfondie d'analyse, assortie d'un esprit critique sur les thèmes abordés.

Certains candidats ont obtenu des notes élevées grâce à leur connaissance approfondie de la langue et de la culture italiennes. D'autres, en revanche, ont obtenu des notes plus basses en raison d'une compréhension que partielle du texte et/ou d'une capacité d'argumentation insuffisante. Seule une minorité d'entre eux a éprouvé des difficultés à comprendre le texte et à échanger avec l'examinateur en raison d'un niveau de langue relativement faible.

### **28.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats**

Le jury recommande de structurer la présentation de manière claire et systématique, en mettant en évidence les idées principales contenues dans le texte. Il est à rappeler en effet que l'évaluation porte non seulement sur les compétences linguistiques, mais également sur les capacités de synthèse et d'argumentation.

Il est donc conseillé aux candidats de s'abstenir de paraphraser le texte et de reproduire des passages mémorisés pendant les cours de civilisation.

Le candidat est tenu de rédiger un compte rendu qui atteste d'une compréhension exhaustive de l'article, en prêtant une attention toute particulière à sa structure et à sa logique interne.

Un compte rendu clair s'avérera fondamental pour la construction d'un commentaire précis en rapport avec le sujet proposé.

Toute forme de paraphrase ou de juxtaposition d'idées dépourvues de lien logique doit être évitée. Tout comme une description superficielle et réduite à quelques mots.

Le jury tient à rappeler aux candidats que la phase de commentaire est une étape cruciale du processus d'évaluation. Elle requiert de l'attention et une rigueur particulières. Elle constitue donc un élément crucial de l'évaluation. La qualité du commentaire se définit en effet par la capacité du candidat à mettre en exergue les thématiques abordées dans l'article et à proposer des pistes de réflexion cohérentes et étayées. Il est donc conseillé d'identifier un thème central dans le texte, lequel pourra être utilisé comme élément fondamental dans l'argumentation, évitant ainsi de formuler des commentaires non pertinents.

Le candidat veillera à maintenir un bon équilibre entre les deux parties de sa présentation et à ne pas dépasser le temps imparti (dix minutes), afin de laisser les dix minutes restantes pour un entretien avec l'examinateur. Cet entretien revêt une importance particulière, car il permet de confirmer le niveau linguistique du candidat, d'évaluer ses capacités d'analyse et de clarifier certains aspects de sa présentation. Il est à rappeler en effet qu'à ce stade de l'examen, l'examinateur attend du candidat qu'il soit réactif, qu'il sache exprimer clairement ses idées et qu'il participe activement à la conversation.

Il est conseillé enfin aux candidats de préparer correctement cette partie de l'examen en lisant régulièrement des livres et la presse, en écoutant des podcasts et en visionnant des films, en ayant à l'esprit une révision approfondie des sujets relatifs à la civilisation italienne, lesquels constituent des atouts indéniables pour le candidat lors de sa présentation.

Dans le cadre de l'évaluation linguistique des candidats, le jury a pu relever des erreurs récurrentes qui pourraient être évitées. Il est important de noter que, bien que les compétences linguistiques ne constituent pas l'unique critère d'évaluation des candidats, elles jouent néanmoins un rôle déterminant dans la réussite de l'examen.

Le jury a pu également relever plusieurs imprécisions, notamment dans l'utilisation inappropriée d'expressions d'origine francophone, ainsi que des erreurs liées parfois à l'utilisation des prépositions et d'auxiliaires.

## **28.4. Conclusion**

Le jury se félicite de la grande qualité des épreuves orales. Il tient notamment à exprimer sa satisfaction à l'égard de certains candidats qui ont démontré une excellente maîtrise de la langue et une très bonne connaissance de la culture et de l'actualité italiennes.

## 29. Portugais

### 29.1. Présentation de l'épreuve

Cette année, les candidats ont pu choisir parmi une douzaine de textes lusophones issus de la presse brésilienne et portugaise. Les principales sources ont été : *Público*, *BBC Brasil*, *Carta Capital*, *ONU News*, *Intercept*, *ICL Notícias*, *CNN Portugal*, *Capital News*.

La majorité des sujets ont fait la une non seulement dans les pays lusophones, mais également en France :

- l'immigration et le changement de lois au Portugal et dans d'autres pays européens ;
- les influenceurs et la publicité : de nouvelles règles imposées aux influenceurs qui font de la publicité d'aliments pour bébés et enfants au Portugal ; au Brésil une enquête est ouverte sur la publicité des jeux de hasard ;
- des critiques contre le tourisme après la mort d'une Brésilienne en Indonésie ;
- la précarisation du travail engendré par des applications de livraison ; des nouvelles règles pour travailler les jours fériés ;
- l'intelligence artificielle cause une « atrophie cognitive » et va changer le mode de travail ;
- et l'environnement, avec le rôle des biocarburants dans l'agriculture au Brésil ; la technologie qui permet la prévention des incendies au Portugal.

### 29.2. Analyse globale des résultats

De manière globale, les résultats ont été satisfaisants. Le jury félicite les candidats.

### 29.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

La plupart du temps les discours étaient fluides et ne demandaient pas d'efforts de compréhension. Les candidats ont su utiliser le bon lexique, avec des constructions grammaticales correctes. Malgré quelques usages du français ou des structures françaises. Si d'un côté, les comptes-rendus ont montré une admirable compréhension du sujet, en général de manière bien structurée, de l'autre, certains candidats ont perdu des points avec une analyse un peu superficielle. Il est important de bien analyser le support afin d'explorer le fait de société traité.

Pour finir, les échanges se sont déroulés presque tous comme dans une vraie conversation entre des natifs, malgré quelques réponses simples, des interventions courtes, sans un vrai développement de la proposition. Il est important de ne pas oublier que les questions posées par l'examinateur sont des suggestions à explorer.

### 29.4. Conclusion

Le jury félicite les candidats ayant prouvé avoir un excellent niveau culturel. Ils ont montré avoir une bonne connaissance de leur environnement social, scientifique, politique, économique et culturel et de leur capacité à s'exprimer et à interagir en portugais.

## 30. Russe

### 30.1. Présentation de l'épreuve

L'épreuve orale de russe conserve les mêmes modalités que l'année précédente. Le candidat dispose de vingt minutes de préparation, à l'issue desquelles il présente son travail pendant dix minutes en continu. Cette première partie est suivie d'un échange de dix minutes avec l'examinateur.

Le candidat doit proposer un exposé structuré, comprenant une présentation de l'article choisi composé d'un compte rendu du contenu et d'un commentaire personnel. L'examinateur attend une capacité à organiser les idées de manière cohérente et à formuler une réflexion claire et argumentée, en s'appuyant sur une compréhension fine de l'article.

L'évaluation repose sur plusieurs aspects. D'une part, les compétences linguistiques du candidat sont prises en compte, notamment la richesse et la précision du vocabulaire et la maîtrise grammaticale. D'autre part, la clarté, la structure et la fidélité du compte rendu sont examinées avec attention, tout comme la capacité du candidat à exprimer un point de vue personnel pertinent, à faire une synthèse structurée et à gérer efficacement son temps. Par ailleurs, l'échange avec l'examinateur permet d'évaluer la compréhension orale, la spontanéité et la capacité à réagir, à dialoguer et à approfondir certains aspects abordés dans l'article ou dans le commentaire.

Les articles proposés cette année ont été sélectionnés dans un large éventail de médias russes, allant de la presse indépendante à des sources plus institutionnelles. Parmi eux figurent *Новая газета novayagazeta.ru*, *Meduza meduza.io*, *Независимая газета ng.ru*, *Настоящее время currenttime.tv/news*, *Вёрстка verstka.media*, *Коммерсантъ kommersant.ru*, *РБК rbc.ru*, *РБК Спорт sportrbc.ru*, *Газета.Ru gazeta.ru*, *БИЗНЕС Online m.business-gazeta.ru*, *Аргументы и Факты aif.ru*, *Аргументы Недели argumenti.ru*, *Фонтанка.py fontanka.ru*, *Екатеринбург Онлайн e1.ru*, *BBC News Русская служба bbc.com/russian*, *Forbes forbes.ru*.

Voici quelques exemples d'articles présentés cette année, parfois abrégés pour tenir sur une page :

- «*Пластмассовый мир треснул. Россия выступит оппонентом Евросоюза при решении проблемы загрязнения планеты пластиком*» - « Le monde en plastique s'est fendu. La Russie s'opposera à l'Union européenne sur la question de la pollution plastique mondiale », *Полина Ячменникова*, 4 juin 2025, *Коммерсантъ* ;
- «*Бах ушёл. Какова позиция нового президента МОК Ковентри по России*» - « Bach est parti. Quelle est la position du nouveau président du CIO, Coventry, sur la Russie ? », *Руслан Алиев*, 23 juin 2025, *РБК Спорт* ;
- «*Отсутствие денег на макароны я мэру никогда не прощу*» - « Je ne pardonnerai jamais au maire la précarité qui m'empêche même d'acheter des pâtes. », *Валерия Федоренко*, 2 juillet 2025, *Новая газета* ;
- «*Как в Петербурге проверяют опекунов на смену пола — рассказали в комитете по соцполитике*» - « Comment à Saint-Pétersbourg les tuteurs sont contrôlés sur le changement de sexe – selon le comité de politique sociale », *Анна Мотовилова*, 30 juin 2025, *Фонтанка.py* ;
- «*Поверенного России вызвали в МИД Азербайджана после задержаний в Екатеринбурге*» - « Le chargé d'affaires de Russie convoqué au ministère des Affaires étrangères d'Azerbaïdjan après des arrestations à Ekaterinbourg », *Ева Вишинская*, 28 juin 2025, *Газета.Ru* ;

- «*Лавров в Киргизии заявил, что Россия заинтересована в притоке трудовых мигрантов*» - «À Bichkek, Lavrov déclare que la Russie est favorable à l'afflux de travailleurs migrants », 29 juin 2025, *БИЗНЕС Online* ;
- «*100 баллов или нервная система. Как „золотой“ ЕГЭ влияет на судьбы детей*» - «100 points ou un système nerveux en miettes. Comment la mention “excellent” à un Examen d’État de type baccalauréat influence le destin des jeunes », *Зинаида Лобанова*, 1er juillet 2025, *Аргументы и Факты* ;
- «*Площади лесных пожаров в России оказались в 2,5 раза выше показателей 2024-го*» - «La surface des incendies de forêt en Russie est 2,5 fois plus élevée qu'en 2024 », *Аршине Астярян*, 15 mai 2025, *Forbes*.

## 30.2. Analyse globale des résultats

Toutes filières confondues, 23 candidats ont présenté le russe à l'oral cette année, dont cinq l'ont choisi comme LV1. Dans l'ensemble, les résultats sont satisfaisants : la majorité des candidats a su présenter l'article et ses enjeux de façon claire et dans une langue globalement correcte. Tous les concurrents ont reçu une note supérieure à 10.

Cependant, certains ont perdu des points pour plusieurs raisons. Dans certains cas, l'article n'avait pas été entièrement compris ; dans d'autres, les candidats avaient du mal à exprimer leurs idées en russe, en raison d'un manque de vocabulaire ou de réflexes linguistiques. Il est également arrivé que les commentaires comportent de nombreuses erreurs, ce qui nuisait à la lisibilité de l'intervention.

Le jury a aussi remarqué que certains candidats se contentaient de faire un compte rendu incomplet ou trop bref, et manquaient d'initiative durant l'échange avec l'examinateur. Quelques interventions se limitaient à des remarques très courtes et impersonnelles, ce qui a pénalisé ces candidats. Parfois, lors du commentaire, certains s'écartaient trop du thème de l'article, ce qui rendait leur analyse hors sujet.

Le jury regrette enfin que plusieurs candidats ne lisent pas régulièrement la presse en russe, ce qui se traduit par une méconnaissance des enjeux politiques, économiques ou sociaux du pays. Ce manque de familiarité avec l'actualité empêche souvent d'approfondir le commentaire ou d'enrichir l'échange.

## 30.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

L'intervention doit débuter par une présentation claire de l'article : son titre, la date, le nom du média, et les problématiques abordées. Elle doit se poursuivre par un compte rendu fidèle et structuré, qui peut être illustré par une ou deux citations significatives du texte. Le commentaire personnel constitue une étape essentielle : il ne s'agit pas seulement de donner son opinion, mais d'en expliquer les raisons, en s'appuyant si possible sur des éléments du texte, sur les illustrations, les graphiques ou les tableaux éventuels.

Au-delà des connaissances linguistiques, cette épreuve évalue les capacités de synthèse, de reformulation et d'argumentation. Elle suppose également une bonne gestion du temps et de la structure du propos. Une intervention trop courte peut trahir une mauvaise compréhension de l'article ou un niveau de langue insuffisant, tandis qu'une intervention trop longue montre un manque de maîtrise de l'exercice. Une préparation rigoureuse permet d'éviter ces écueils, et surtout de développer une expression plus fluide et naturelle. Il est aussi important de rappeler

que cette épreuve est **orale** : le candidat doit s'exprimer de vive voix, et non simplement lire un texte écrit à l'avance.

La seconde partie de l'épreuve prend la forme d'un échange avec l'examinateur. Celui-ci pose des questions en lien avec l'article ou en rapport avec des thèmes voisins. Ce moment est l'occasion pour le candidat de clarifier des points abordés trop brièvement dans son commentaire, de montrer sa capacité d'analyse et son aisance à réagir en temps réel. L'attitude attendue est celle d'un interlocuteur actif : il ne s'agit pas de répondre par « oui » ou « non », mais de développer ses réponses, de rebondir sur les remarques de l'examinateur, et de démontrer sa familiarité avec le sujet.

### **30.4. Conclusion**

Le jury tient à saluer le bon niveau de plusieurs candidats, qui ont su répondre aux exigences de cette épreuve en mobilisant à la fois des compétences linguistiques solides, une capacité de synthèse efficace et une bonne connaissance de la société russe.

Pour bien se préparer, il est vivement recommandé de travailler régulièrement toutes les compétences linguistiques – compréhension orale et écrite, grammaire, expression et prononciation –, mais aussi de s'entraîner à faire des comptes rendus et des commentaires d'articles d'environ 400 mots, dans un temps limité. Les sites des médias russes mentionnés plus haut constituent d'excellentes sources pour s'exercer, tout en suivant l'actualité du pays. Une telle démarche est indispensable pour pouvoir formuler une analyse pertinente et personnelle des sujets proposés lors de l'épreuve.

# 31. Entretien scientifique (Arts et Métiers)

## 31.1. Présentation de l'épreuve

L'épreuve comporte une préparation de 45 minutes suivie d'une présentation de 30 minutes. Chaque candidat est interrogé par deux examinateurs – l'un enseignant dans le domaine scientifique, l'autre dans celui des sciences humaines.

### 31.1.1. Le but de l'épreuve

L'épreuve se situe à l'interface des sciences physiques et des sciences humaines ; elle évalue tout aussi bien les compétences d'analyse textuelle, d'argumentation et de communication du candidat que ses connaissances scientifiques et sa capacité de raisonnement. Cette approche corrélée permet de tester l'aptitude d'un futur ingénieur à penser l'alliance entre ces deux dimensions du métier.

Elle vise à évaluer :

- à partir d'un **exposé** restituant la teneur d'un article de vulgarisation scientifique, la capacité à comprendre l'argumentation développée par un scientifique ou un journaliste scientifique ; il faut dégager une problématique, hiérarchiser les arguments, conceptualiser et structurer la pensée d'un auteur ;
- par le biais d'un **entretien** sur cet article, la maîtrise de la langue, la capacité à s'exprimer sur les grands problèmes du monde contemporain, affirmer sa position personnelle et administrer la preuve de son aisance à l'oral ;
- à travers la **Résolution d'un problème** de physique ou de chimie, l'acquisition et la mobilisation des connaissances scientifiques en vue d'applications technologiques.

### 31.1.2. La note

Le partage des points est équitable entre les sciences humaines et les sciences physiques.

### 31.1.3. L'évaluation

Tous les membres des jurys disposent des mêmes jeux de questions réponses élaborés pour chacune des disciplines concernées. Les questions scientifiques couvrent l'ensemble du programme de physique-chimie des deux années de classes préparatoires (capacités numériques en langage Python incluses). Pour la première année, c'est le programme de PCSI qui est la référence. Les questions de sciences humaines s'inspirent de l'actualité scientifique pour inciter à s'interroger sur les problématiques contemporaines.

### 31.1.4. La préparation

Dès leur entrée en salle de préparation, les candidats disposent d'un texte de quatre pages environ, extrait d'une revue de vulgarisation scientifique ou technologique. Ce document inspire les questions, de sciences humaines et sciences physiques, qui seront posées durant l'épreuve. Pendant la phase de préparation, les candidats peuvent l'annoter et, si nécessaire, consulter **un**

**dictionnaire.** La calculatrice n'est pas autorisée au cours de cette préparation, mais elle l'est en présence du jury pour préciser une valeur numérique.

Les candidats profitent du temps imparti pour lire attentivement et analyser le document afin de réaliser devant le jury :

- **un exposé oral de 5 minutes** (sans intervention du jury) au cours duquel la problématique et la logique argumentative ou informative du texte devront être dégagées et ses questionnements mis en évidence ;
- **une interrogation en sciences humaines** (de 10 minutes) comportant des questions de vocabulaire, de compréhension ainsi qu'une argumentation, construite, contradictoire et étayée d'exemples, à développer sur les problématiques abordées dans l'article.

Lors de la phase de préparation en salle, et un quart d'heure avant la fin, **un problème de physique ou de chimie** en relation avec le texte est communiqué aux candidats, ils prennent ainsi connaissance de la problématique abordée et du document qui leur sera projeté lors de sa présentation ; ce support peut contenir un schéma descriptif, une notice de fonctionnement, un ensemble de données, une figure ou un graphe que le candidat doit éventuellement décrire, interpréter ou compléter.

## 31.2. L'épreuve orale proprement dite

Elle commence par l'exposé de sciences humaines, se poursuit par l'entretien avec des questions qui portent sur la langue, la compréhension du texte et les débats qu'il suscite. L'exercice de sciences physiques est ensuite projeté sur un tableau blanc. Le jury peut fournir des informations complémentaires à la demande des candidats et les orienter dans leur démarche par des questions de difficultés graduées.

## 31.3. Analyse globale des résultats

De l'avis général, les candidats font preuve de motivation pour réussir cet oral et, s'ils sont préparés à l'approche du problème scientifique, ils ne le sont pas pour l'exercice d'argumentation en sciences humaines. **Ils manquent d'autonomie et de méthode.**

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

### 31.4.1. Commentaire général sur le niveau des candidats

#### En sciences humaines

Pour faire la différence en sciences humaines, il convient :

1. lors de l'exposé, de poser des problématiques claires et de procéder à la restitution ordonnée d'une argumentation ;
2. lors de l'entretien, de prouver son intérêt pour la culture au sens large et ses capacités à réagir en tant que personne.

Dans tous les cas, il faut poser un problème précis, construire un plan, hiérarchiser les idées et les illustrer d'exemples.

L'exercice d'argumentation exige des capacités de prise de recul et de structuration de la pensée à partir de références ainsi que d'analyses personnelles. La plupart des étudiants doivent être guidés pour construire leur raisonnement, il convient de :

1. commencer par définir les termes de la question posée et
2. produire son analyse avant de
3. la contredire.

En outre, pour nourrir leur argumentation, ils gagneraient à enrichir leur culture, à s'intéresser aux grands textes patrimoniaux, à l'histoire et à la géographie de la France – connaissances élémentaires pour un futur ingénieur.

Les prestations des candidats relèvent davantage de la description que de l'appropriation personnelle des sujets. Ils sont capables de produire des exposés centrés sur le sujet traité ; certains, peu nombreux, gèrent mal le temps imparti, délaissent le début de la restitution et escamotent la fin du raisonnement. La plupart manquent de vocabulaire et de culture ; faute de références à l'histoire des sciences et de la pensée en général, ils manquent d'autonomie et ne parviennent pas à poser un problème précis et à organiser une argumentation nourrie d'exemples. Bien peu ont su répondre de façon spontanément dialectique et problématisée à la question de développement.

**L'expression corporelle n'est pas à négliger** : un futur ingénieur est appelé à devenir un bon communicant dans l'exercice de son métier. Il convient de ne pas se présenter à une épreuve orale en arborant l'uniforme de son établissement ; la discréption et la neutralité caractérisent la correction de la tenue. Mieux vaut, enfin, qu'un candidat invité à produire un exposé ne demande pas à l'interrogateur de « développer » ses idées.

Les meilleurs candidats se sont distingués par :

- leur capacité à identifier les questionnements ouverts par le texte et à les restituer dans le respect des équilibres structurels du texte ;
- une culture générale liée à un suivi régulier de l'actualité, tant en ce qui concerne les réalités géopolitiques contemporaines que l'histoire des sciences.

De nombreux candidats ont été pénalisés par :

- un manque d'autonomie et une prise de parole verbeuse, dépourvue de fond et de structure ;
- un manque de vocabulaire et de culture, notamment en épistémologie.

## En sciences physiques

Le niveau global constaté est satisfaisant. Les candidats ont révélé un vif intérêt pour les sciences et ont su mener cet entretien de façon argumentée, l'entretien avec le jury s'en est trouvé enrichi. L'écart entre les candidats s'est affirmé selon leur niveau de maîtrise du cours, leur capacité à interpréter le problème et à établir une stratégie simple de résolution. Certains ont su construire une modélisation fondée sur des hypothèses réalistes et énoncer les lois physiques nécessaires dans une démarche raisonnée, alors que d'autres, plus rares, ont avancé dans le problème sans schéma, de façon incohérente et désordonnée à partir d'interprétations fausses ou contradictoires.

### 31.4.2. Commentaire sur la partie Sciences humaines – session 2025

#### Exposé oral

**Le temps imparti** à l'exposé doit *impérativement* se limiter à *5 minutes au maximum*. Sa prise en compte lors de la préparation et son respect, lors de la prestation, font partie des compétences

attendues. De très nombreux candidats viennent sans montre ; d'autres, munis d'un chronomètre, ne parviennent pas pour autant à contrôler le temps qui passe tout en réalisant leur exposé. La solution consiste à structurer le texte et l'exposé : l'annonce du plan permet de calibrer aisément la restitution de chaque partie.

### L'exposé ne se réduit pas à un simple résumé.

1. Il commence par **une introduction d'une minute** qui situe l'article, en donnant ses références, éventuellement le contexte dans lequel il a été écrit (actualité scientifique, sociale ou politique ; histoire des sciences ; débats sociaux, etc.). Quel point de vue l'auteur adopte-t-il ? est-il objectif ? est-ce un chercheur ? un militant engagé en faveur d'une cause ? La nature du texte, polémique, objectif, etc., est rarement évoquée.

Ensuite les candidats doivent préciser l'idée directrice de l'article pour bien centrer la synthèse. Cette étape est malheureusement trop souvent oubliée.

Enfin vient l'annonce du plan : est-il composé de plusieurs parties ? lesquelles ? Les titres, sous-titres, intertitres, les illustrations et les encadrés donnent parfois des clés de compréhension ou des éclairages pour nourrir la discussion. Il convient de ne pas les négliger. En outre, les lignes du document distribué aux candidats sont numérotées ; les candidats qui mettent à profit cette présentation sont rares et leur prestation valorisée.

2. La restitution des **arguments se fait dans les trois ou quatre minutes suivantes** dans le respect de leur logique. Même s'il est très concentré, tout auditeur a besoin de repères clairs car, à l'oral, l'information se perd : une restitution au fil du texte brouille, voire opacifie sa relation au texte. Faute de structuration, l'exposé se réduit souvent à une paraphrase procédant par ajouts et juxtapositions et ponctuée de faux liens logiques (« et aussi », « on a également », etc.).
3. L'exposé se termine sur **la conclusion donnée par les candidats** (à distinguer de celle de l'auteur du document). Il ne suffit donc pas de reprendre les conclusions données par l'auteur de l'article ; il convient aussi de prendre le recul nécessaire pour formuler un jugement personnel.

L'évaluation tient compte des qualités permettant de départager les candidats :

- la conceptualisation des problématiques et donc l'esprit de synthèse ;
- la capacité à communiquer avec le jury ;
- la maîtrise de la langue, soutenue et précise pour emporter la conviction ;
- la clarté de la voix et de l'élocution, permettant un exposé fluide et agréable à suivre.

### Les candidats

Les candidats ne travaillent pas assez l'articulation logique des arguments que, le plus souvent, ils restituent au fil du texte. Les encadrés ou autres documents complétant l'article ne sont généralement pas pris en compte, alors que, très souvent, ils complètent l'argumentation ou l'illustrent d'exemples notables.

### Conseils aux candidats

**Concevez l'exposé comme l'équivalent oral d'une présentation de type diaporama.** Futur ingénieur, faites la preuve de votre rigueur logique et de votre précision dans l'analyse des données – évitez de reprendre toujours la même entrée en matière sur le réchauffement climatique... L'exposé ne se limite pas à raconter l'article de manière descriptive : vous ne pouvez pas vous contenter de juxtaposer les idées sans les hiérarchiser. Ce n'est pas ce qu'on attend

d'un futur ingénieur. Pour donner du rythme à votre exposé, structurez vos propos en tirant parti du plan que vous aurez donné en introduction.

Pensez à votre **temps de parole** ! Votre réussite à l'exposé dépend de l'équilibre que vous aurez su conserver dans la restitution des différentes phases de l'argumentation menée par l'auteur du texte. Cela suppose que vous structuriez votre exposé en fonction d'un plan préalable. Ne vous appesantissez pas sur le début du texte au détriment de la suite.

**Surveillez votre débit** : ni trop lent ni trop rapide ; **votre tonalité** : monocorde ou trop aiguë, elle ne contribue pas à valoriser votre propos, à souligner les phases du raisonnement. Votre note peut baisser en cas de formulation laborieuse, élocution embarrassée ou tenue négligée (on ne se présente pas les mains dans les poches ou affalé sur une chaise).

Vous êtes évalué sur vos **capacités d'expression**, évitez :

- les réponses familières à l'interrogateur : « ok », « d'accord » ou, même, « bonne question » ne sont pas du meilleur effet ;
- les incorrections lexicales : « si tout est chamboulé par l'IA » – « mettre en avant » – « utilisateur lambda »
- l'emploi d'anglicismes facilement remplaçables (« coachs », « business », « performer », etc.), accord fautif ou absence d'accord (« c'est des nouvelles caméras de vidéo-surveillance »),

Rappelez-vous que :

1. l'adjectif qualificatif conséquent signifie « logique » (comme l'indique la locution adverbiale par conséquent) ;
  2. une alternative, ce n'est pas une « possibilité » mais « un choix à faire entre deux propositions » ;
- les constructions vagues et fautives : « pallier à », « l'article a été paru », « nous pouvons nous demander le pourquoi du comment... », « la question de pourquoi nous ne parvenons pas... », « c'est car... », « on nous explique à comment... », « je terminerai par exposer », « trouver une réponse à pourquoi Oppenheimer n'a pas reçu le Prix Nobel », « une espèce qu'on va essayer de modifier les gènes », « il va transmettre une anecdote comme quoi les auditeurs chinois », etc.
  - les familiarités : « c'est clair », « pas optimal », « j'sais pas » ;
  - les appuis du discours et les tics de langage : « ouais », « du coup », « quoi », « euh », « ben », etc.

### 31.4.3. Questions sciences humaines

La mauvaise maîtrise de la langue alimente le flou structurel dont souffre l'argumentation des candidats. Un futur ingénieur doit comprendre la thèse et les arguments d'un interlocuteur scientifique ainsi que défendre ses propres arguments devant un auditoire.

#### Questions de langue

Ces questions offrent l'occasion de revenir sur certains mots du texte qui auraient pu en gêner la compréhension, ainsi que l'opportunité d'évaluer la sensibilité linguistique des candidats et leur culture lexicale. Rappelons que, dans la salle de préparation, ils peuvent consulter le dictionnaire mis à leur disposition. Certains n'ont toujours pas le réflexe de l'utiliser lorsqu'ils se trouvent en présence d'un mot qu'ils ne connaissent pas.

Il ne s'agit pas de tendre des pièges aux candidats mais de tester leur connaissance de la langue dans ce qu'elle peut avoir de commun. Le jury attend des définitions précises. Or, les lacunes sont patentées et ont été largement soulignées par les correcteurs de l'épreuve écrite de « Rédaction ». Elles concernent :

- le vocabulaire le plus courant : « circonspect », « plébisciter », « oméga » (devenu la deuxième lettre de l'alphabet grec...), « cluster » (devenu « un endroit où l'on fore la terre »), « preux » (confondu avec « lépreux » et « pieux »), « pâturage », « alchimiste », « céphalées », « aléas », « pot-de-vin », « anthropocène », « se targuer », « carcan » confondu avec « carquois », etc.
- des groupes nominaux comme « clé de voûte », « économie circulaire », « en grande pompe », « pile d'un pont ».
- des locutions verbales comme « mettre en berne », « pousser dans ses retranchements », « sonner le glas », « monter aux barricades », « avoir le vent en poupe », « être légion », « avoir pignon sur rue », etc.

Les candidats à l'entrée dans une école d'ingénieur doivent pouvoir expliquer certains mots appartenant à la culture générale scientifique ; autrement dit : savoir définir « ARN », « énergie », « catalyseur », « supraconducteur », « neutralité carbone », « effet drafting », « gravité », « couches géologiques », « extrapoler », « procédé itératif », etc.

Outre la question de la culture générale, le métalangage nécessaire pour répondre à certaines questions de vocabulaire fait souvent défaut : *métaphore, comparaison, préfixe, suffixe, radical, antonyme, synonyme, sigle, acronyme...* doivent faire partie du vocabulaire des candidats qui ont sûrement dû les utiliser à un moment ou à un autre de leur scolarité.

## Conseils aux candidats

Il serait bon :

1. d'avoir **une culture politique élémentaire**, de savoir définir la « souveraineté » d'un pays, énumérer les « trois pouvoirs », caractériser la nature et les fonctions du Sénat, de l'Assemblée nationale, de connaître les grandes dates de l'Histoire de France (1789, 1793, 1830, 1848, 1851, 1870, etc.) ;
2. de ne pas ignorer **les rudiments de la culture**
  - a) **antique**, comme les figures mythiques de Vulcain, Artémis, Éole, Minos, etc. qui donnent leur nom à des innovations scientifiques.
  - b) **médiévale** : les légendes, telle celle du graal.
  - c) **littéraire et artistique** : qui sont Usbek et Rica ? des personnages des Lettres persanes de Montesquieu dont une publication reprend les noms. Un futur ingénieur ne peut ignorer l'existence de Beethoven ou de Rembrandt.
3. d'avoir **une culture scientifique de base** : que dire quand une candidate affirme que « les planètes sont ce qu'il y a de plus grand dans l'univers » ? ou lorsqu'un candidat explique « la triangulation » en partant de deux points ?

## Questions de compréhension du texte

Cette phase de l'entretien vise à éclaircir certains passages qui ne vont pas forcément de soi et à évaluer la clarté de leur explication donnée par les candidats. Elle permet aussi de revenir éventuellement sur des erreurs de lecture (ou des approximations) révélées au cours de l'exposé,

ou de vérifier des connaissances. Les questions du jury peuvent aussi inviter à expliquer un encadré, un schéma, des photographies, éléments destinés à préciser les analyses.

La réponse aux questions de compréhension ne saurait relever du commentaire. L'explication ne se réduit pas à une simple reformulation, une paraphrase du passage à expliciter : le jury attend bien une réflexion sur les problématiques ouvertes par l'article proposé. Il arrive encore que des candidats ne pensent ni à contextualiser le passage ni à en donner la justification (pourquoi l'auteur a écrit cela et quelles en sont les conséquences). Que dire d'un candidat qui considère l'usage d'internet sans aucun danger ?

### **Conseils aux candidats**

Il convient de préciser la pensée de l'auteur mais aussi de compléter ce que l'exposé n'a pas donné l'opportunité d'évoquer.

La première réaction consiste à se demander pourquoi la question est posée : est-ce pour revenir sur une difficulté d'ordre lexical qui a peut-être entraîné une erreur de lecture ? ou pour pointer une expression (ironique ou imagée, une figure de style) que l'on n'avait pas relevée ? ou encore pour lever une obscurité ? pour vérifier si le raisonnement de l'auteur a bien été identifié ? Dans ce dernier cas, une reformulation du passage peut s'avérer salutaire.

**Comment faire la différence ?** Le jury sera toujours sensible au discours des étudiants capables de situer dans le temps la Renaissance et de dire quelques mots sur Jules Verne et le capitaine Nemo – d'autant que *Vingt mille lieues sous les mers* est au programme des CPGE scientifiques l'année prochaine... Ils devraient savoir que Fermat et Pascal ont vécu au XVII<sup>e</sup> siècle, Condorcet au XVIII<sup>e</sup> et Riemann au XIX<sup>e</sup> etc.

### **Questions sur les axes de développement**

La partie consacrée aux « Développements » dure de 4 à 5 minutes. Elle permet de juger les capacités argumentatives des candidats, leur capacité à se forger une opinion personnelle et à ne pas restituer forcément les préjugés à la mode, donc de construire, de manière autonome, un raisonnement scientifiquement étayé d'exemples précis.

Inspirées par l'article proposé à l'attention de l'étudiant, les questions portent sur les grands débats scientifiques, sociétaux, historiques qu'il ouvre. Il faut construire assez rapidement une démonstration en justifiant ses arguments, en donnant des exemples tirés de sa culture générale ou de l'actualité. Il n'est pas question d'asséner une opinion ou de multiplier les affirmations générales mais de défendre un avis.

Le jury recherche non pas l'érudition, mais

1. la volonté de **se poser des questions** en variant les points de vue (social, psychologique, environnemental, politique, esthétique...) et
2. l'aptitude à **improviser le développement argumenté d'une idée** face à un auditoire.

La rigueur logique est largement sollicitée puisqu'il s'agit de raisonner et de justifier son opinion en donnant des exemples précis. Il convient non de raconter des anecdotes mais de centrer une argumentation sur un problème, d'envisager le pour et le contre selon une progression claire et sans glisser dans un remplissage verbeux.

Trop souvent, les candidats manquent du recul critique nécessaire : ils répondent directement à la question posée sans en analyser les termes (ce qui est source de généralités) ; au lieu de centrer leur réflexion sur une problématique, ils déforment l'énoncé, donc ne traitent pas le sujet... pour revenir à des sujets connus, à des généralités non illustrées d'exemples. Faute d'exemples, ils

peinent à réellement argumenter et ne parviennent souvent qu'à avancer une ou deux affirmations non justifiées. Parfois, pour illustrer leur propos, ils auraient pu mettre à profit les données chiffrées fournies dans le problème de physique ; il convient de mobiliser ses connaissances scientifiques et culturelles au sens large pour étayer son raisonnement.

### Conseils aux candidats

Plus encore que les précédents, cet exercice exige un véritable entraînement. Il constitue régulièrement la partie la plus difficile et la moins bien maîtrisée de l'entretien. En effet, il requiert une capacité à improviser un discours construit pour développer un point de vue personnel. Il faut **se montrer autonome** et donc :

- analyser avec précision les termes de la question pour soulever une problématique pertinente – évitez de biaiser la problématique, comme ce candidat qui se demande « si le développement humain peut rattraper celui de l'IA » ;
- construire une discussion en prenant un recul critique suffisant pour éviter les contradictions – ainsi, dans le cadre de la réduction des gaz à effet de serre, un candidat envisage de démissionner de son emploi pour ne pas se déplacer à l'étranger mais juge acceptable de recourir à un outil de visioconférence pour échanger avec ses futurs collègues de travail... ;
- conclure avec nuance et fermeté.

Au cours de sa carrière, tout ingénieur est susceptible de réaliser diverses missions à l'étranger et de travailler avec des interlocuteurs très sensibles au patrimoine linguistique et culturel français. Le jury apprécie qu'un candidat cite des artistes, écrivains et penseurs « patrimoniaux ».

#### 31.4.4. Commentaire sur la partie sciences physiques

##### Commentaires généraux

L'épreuve évalue d'une part les connaissances scientifiques des candidats et d'autre part leur savoir-faire (capacités exigibles) défini dans les programmes de physique-chimie. Leurs compétences sont testées à partir de la résolution d'un problème dont les thèmes abordés décrivent des dispositifs de la vie courante ou de l'industrie.

Cette séquence, qui s'apparente aux situations d'interrogations pour lesquelles les candidats sont préparés au cours de leur formation, est une prise d'initiative pour comprendre, expliquer et approcher des concepts scientifiques et technologiques en lien avec le texte, de façon rigoureuse et sans dérive calculatoire.

De très nombreux candidats ont su tirer profit de la phase de préparation pour amorcer la résolution du problème et ils l'ont, pour la plupart, initiée par un schéma. Le jury aurait aimé voir plus souvent une introduction, une première interprétation et une présentation de la stratégie de raisonnement. Prendre le temps de cette démarche assure un bon cadrage du sujet et évite les malentendus ou les impasses que l'interrogateur peut corriger d'entrée. La modélisation a été un obstacle pour beaucoup, alors qu'elle peut être inspirée par l'observation des données du problème.

Le jury a apprécié la bonne maîtrise du cours mais regrette souvent l'absence de recul et d'une « ligne claire » de raisonnement pour une résolution simplifiée et rapide. C'est la compétence de mise en œuvre (ou réalisation) qui est la mieux partagée. Les candidats sont en général à l'aise dans les calculs mais peinent souvent à leur donner un sens et à interpréter les résultats. Il faut veiller aux homogénéités, ne pas omettre les unités et indiquer le caractère pertinent ou aberrant d'un résultat.

Beaucoup de candidats méconnaissent les grandeurs numériques alors qu'elles sont exigées par le programme ; d'autres sont issues de calculs simples, accessibles sans calculatrice. Si la célérité de la lumière dans le vide et la vitesse du son dans l'air sont bien connues, en revanche quelques lacunes sont à signaler : intensité du champ magnétique terrestre, masse et rayon de la Terre, distance entre la Terre et le Soleil, masse volumique de l'air ou de l'eau, fréquences dans les domaines acoustiques et électromagnétiques, empreintes carbone, effet de serre, etc. Les connaissances sont aussi approximatives dans de nombreux domaines techniques pourtant d'usage courant ou d'intérêt général : GPS, énergie renouvelable, pourcentage de l'énergie électrique issue des centrales nucléaires françaises, leur principe de fonctionnement,  $230\text{ V} - 50\text{ Hz}$ , puissance consommée par divers appareils électriques, etc.

### **Thermodynamique et bilans macroscopiques**

La thermodynamique (vue en première année et trop souvent oubliée ou mal maîtrisée) est essentielle pour comprendre le fonctionnement de nombreux dispositifs industriels ou de la vie courante. Leur analyse reste difficile pour les candidats dont les connaissances sont souvent théoriques et confuses, peu orientées vers les machines réelles.

La maîtrise du formalisme de la thermodynamique est essentielle. Au premier regard sur l'écriture des principes, l'examinateur peut en évaluer son assimilation : il y a parfois confusions entre les écritures infinitésimales et intégrales, entre les notations  $\Delta$ ,  $d$ ,  $\delta$  et  $\partial$ .

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

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

Les bilans macroscopiques de seconde année, qui prolongent l'étude des machines thermiques réalisée en première année, ont connu peu de succès : le bilan de quantité de mouvement d'un système à masse variable (fusée) est mal maîtrisé (notions de système ouvert ou fermé) et les étudiants adoptent préférentiellement une étude dynamique alors qu'une analyse énergétique permet d'accéder de façon simple à la puissance (éolienne). Peu de candidats pensent à utiliser les principes de la thermodynamique pour un écoulement stationnaire.

### **Phénomènes de transport**

La loi de Fourier est bien connue des candidats mais l'analogie électrique et la résistance thermique sont peu utilisées. Les candidats partent systématiquement de la loi de Fourier ou proposent d'emblée l'équation de la chaleur sans terme source, quelle que soit la question posée. Des erreurs sont commises par défaut d'identification du mode de transfert thermique : conduction, convection ou les deux à la fois. L'équation de la dispersion de l'effet de peau dans le cas

de l'onde thermique (mais aussi de l'onde électromagnétique dans un conducteur) est parfaitement maîtrisée dans sa méthode de résolution ; c'est son établissement qui est difficile. Peu pensent à utiliser le modèle de l'onde plane progressive harmonique (OPPH) avec un vecteur d'onde complexe. Les candidats confondent fréquemment équation de diffusion et équation de propagation.

Il y a souvent confusion entre le caractère compressible ou incompressible d'un fluide et, lorsqu'il est au repos, la résultante des forces de pression sur un barrage a posé beaucoup de problèmes à cause du passage de la force élémentaire à la force globale. L'orientation de la force de pression et la considération des symétries de sa répartition ont posé beaucoup de problèmes. Le théorème de Bernoulli avec ses conditions d'application est bien connu, mais son utilisation dans un contexte original, avec ou sans perte de charge, reste difficile. Le nombre de Reynolds est bien défini et correctement utilisé pour justifier le choix d'un profil de vitesse. Dans le cas d'un écoulement à bas nombre de Reynolds, établir la loi de Hagen-Poiseuille et en déduire la résistance hydraulique est une exigence du programme qui échappe à beaucoup de candidats. Les candidats connaissent les ordres de grandeur relatifs aux fluides en écoulement.

### Mécanique du point et du solide

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

Le bilan des forces (qualitatif puis quantitatif) est mal mené (ou incomplet) et l'interprétation des mouvements fait défaut. Un schéma, avec repère adapté et représentation des longueurs utiles (pour exprimer la tension d'un ressort), des forces et des champs, est nécessaire pour initier et fonder le raisonnement (difficile de projeter une force sans l'avoir représentée sur un schéma). Les candidats ne savent pas écrire le théorème du moment cinétique scalaire et le « bras de levier » n'est quasiment pas utilisé. Ils se perdent dans des calculs de produits vectoriels chronophages et sources d'erreurs. La notion de couple de forces n'est pas comprise. Une confusion récurrente a été remarquée entre puissance et travail.

La mécanique du solide, souvent vue au cours des années de préparation en corrélation avec les Sciences de l'Ingénieur, a été bien traitée. Mais le théorème de Gauss gravitationnel a été mal exprimé : le champ de gravitation à l'intérieur de la Terre n'est pas le même que celui qui règne au-delà de sa surface.

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

### Électronique

Le niveau global est insuffisant. La loi des mailles et la loi des noeuds sont fréquemment citées, mais l'absence, sur le schéma électrique, du fléchage des tensions et des intensités du courant,

l'absence de distinction entre « convention récepteur » et « convention générateur », entraînent des erreurs de signes qui aboutissent à une équation électrique fausse : lorsque les coefficients de l'équation différentielle ne sont pas de même signe, le système décrit est divergent et sa solution non bornée, ceci est en désaccord avec le phénomène stable le plus souvent étudié.

Les candidats ne savent pas identifier dans quel régime fonctionne le circuit (libre ou forcé, transitoire ou stationnaire, sinusoïdal forcé ou continu). L'analyse du circuit en régime sinusoïdal forcé s'effectue trop souvent dans le domaine temporel, l'impédance n'est pas utilisée et la notation complexe en lien avec l'équation différentielle mal connue. Beaucoup de candidats confondent la fréquence propre d'un filtre avec la fréquence de coupure de sa fonction de transfert. Si les asymptotes se « coupent » effectivement à la fréquence propre dans le diagramme de Bode asymptotique, elle n'est pas pour autant la fréquence de coupure du filtre pour le diagramme réel.

Les candidats manquent de culture et d'expérience en électronique, ils ne connaissent pas les principes de fonctionnement et les ordres de grandeur des paramètres caractéristiques d'appareils courants tels que l'oscilloscope, la GBF, les batteries, piles et moteurs...

La reconnaissance des fonctions attachées à divers Amplificateurs Linéaires Intégrés (ALI) est acquise, elle s'accompagne néanmoins d'erreurs sur leur utilisation dans l'analyse élémentaire des circuits électriques. Les raisonnements sont effectués sur des montages simples qui ne nécessitent que l'utilisation des lois de Kirchhoff ou des ponts diviseurs (souvent difficilement reconnus). Si le théorème de Millman est utilisé (non exigible selon le programme), il doit l'être avec rigueur : les étudiants doivent avoir en tête qu'il est une réécriture de la loi des noeuds. En conséquence, les courants doivent être exprimables, ce qui n'est pas le cas en sortie de l'ALI.

Les questions en rapport direct avec les activités expérimentales d'électronique (analyse de montages et de chronogrammes par exemple) donnent lieu à des réponses calculatoires fastidieuses alors que sont attendus : analyse préalable du circuit électrique, décomposition de son fonctionnement, discussion sur les réglages ou dimensionnement des composants utilisés. Les formes canoniques précisant la nature des filtres sont données aux candidats ; ils doivent être capables de les reconnaître et d'en tracer le diagramme de Bode asymptotique. Cette épreuve ne peut pas être calculatoire au regard de l'esprit du programme ; l'analyse par schémas-bloc d'un système électronique simple s'avère nécessaire. La modulation-détection a beaucoup inspiré les candidats pour sa partie modulation d'amplitude, beaucoup moins pour la démodulation synchrone. Les ordres de grandeur des fréquences utilisées pour les signaux radio AM, FM et la téléphonie mobile (ou le Wi-Fi) sont mal connus. Le programme indique clairement les valeurs numériques que chacun doit retenir. En électronique numérique, la condition de Nyquist-Shannon est à revoir, ainsi que le phénomène de repliement de spectre.

## Électromagnétisme

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

Il y a confusion entre effet de peau et onde évanescante. Elle provient du fait que ces deux phénomènes impliquent une décroissance exponentielle de l'amplitude du champ électromagnétique. Cependant : l'effet de peau concerne la distribution du courant dans les conducteurs et entraîne une dissipation d'énergie, tandis que l'onde évanescante résulte de conditions de propagation

particulières à l'interface entre deux milieux et n'implique pas de transfert d'énergie significatif d'un milieu à l'autre. Contrairement à l'effet de peau, l'onde évanescante ne présente pas de paramètre d'espace dans le terme variable temporellement  $\cos(\omega t)$ .

Il y a aussi confusion entre dispersion et absorption, ces deux phénomènes affectent la propagation des ondes, mais de manières différentes : la dispersion désigne le phénomène par lequel la vitesse de propagation d'une onde dépend de sa fréquence (dans un milieu dispersif, les fréquences se propagent à des vitesses différentes, ce qui entraîne une déformation du signal sans perte d'énergie) et l'absorption est le processus par lequel l'énergie d'une onde est dissipée dans le milieu (il y a diminution de son amplitude au cours de la propagation).

Les phénomènes d'induction pourtant omniprésents dans le programme ne sont pas identifiés ou mal compris. Des erreurs sont à noter dans les conventions de signe ou d'orientation (f.e.m., forces de Laplace, travail moteur ou résistant). L'induction est étudiée comme devant produire un courant induit alors que celui-ci n'existe que dans un circuit fermé. La recherche d'une tension induite n'est pas spontanée. Pour le calcul du flux magnétique, le passage par le flux élémentaire est très souvent omis et a pour conséquence une erreur dans l'expression du flux global obtenu par un calcul d'intégrale.

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

### Conversion de puissance

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

Le fonctionnement du hacheur série assurant l'alimentation d'un moteur à courant continu à partir d'un générateur de tension continue, l'onduleur et le transformateur ainsi que ses applications sont en revanche bien assimilés.

### Physique des ondes

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

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

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

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

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

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

### **Optique géométrique**

L'optique géométrique, limitée aux lois simples et à quelques tracés illustratifs, n'a pas donné de bons résultats. L'optique « pratique » fait totalement défaut aux candidats : ils ne peuvent pas démarrer la résolution du problème car ils ne savent pas exploiter les données fournies (grossissement, caractéristiques d'une lunette, d'un viseur...). Le vocabulaire de l'optique est mal maîtrisé. Les termes grandissement, grossissement et agrandissement sont sans distinction pour un bon nombre de candidats. C'est un écueil récurrent qui met tout de suite en évidence le manque de compréhension et d'analyse. Une réflexion préalable à l'utilisation des formules de conjugaison est indispensable. Les candidats sont invités à mettre en place un « schéma de conjugaison » indiquant les points conjugués et les systèmes avant de se lancer dans une exploitation mathématique des formules. Il est aussi nécessaire de réfléchir aux questions relatives à la fibre optique qui restent inabordables pour beaucoup d'étudiants.

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

### **Chimie**

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

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

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

L'application des principes de la thermodynamique à une transformation chimique est très approximative. Le jury constate toujours les confusions usuelles entre  $\Delta_r G$  et  $\Delta_r G^\circ$ , ainsi qu'entre constante d'équilibre et quotient réactionnel. Les candidats méconnaissent la notion d'état standard. Faute de connaissances en thermochimie et de compréhension des outils mis en jeu, les candidats ne peuvent dépasser le stade de la récitation de quelques formules. Par exemple, pour la détermination d'une température de flamme, beaucoup livrent une expression toute faite sans réflexion ni justification et omettent systématiquement la présence du diazote.

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

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

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

### **Capacité numérique en langage Python**

Les capacités numériques, comme la syntaxe et la compréhension d'algorithmes simples, sont parties intégrantes des compétences exigibles du programme. Les progrès des candidats sur ces sujets ont été remarqués, ils ont mieux fait le lien entre les paramètres du code et leurs interprétations physiques. Néanmoins, la méthode d'Euler (pour résoudre une équation différentielle du premier ordre) est mal connue et l'indentation dans des programmes fournis pose problème (par exemple : est-ce que cette ligne de code est dans la boucle ou non ?). À cause de la fragilité de certains candidats en informatique, il a été choisi de garder une double entrée sur l'exercice (physique/chimie ou informatique) de sorte que le candidat peut s'exprimer sans blocage tout au long de l'entretien et se mettre en valeur sous l'angle qu'il maîtrise le mieux, le jury pouvant poursuivre dans l'un ou l'autre des domaines selon le niveau de la performance ; par exemple : un exercice qui aboutit à l'expression d'une période obtenue sous forme analytique au moyen d'une intégrale peut être prolongé sur proposition de l'interrogateur par le calcul de cette intégrale en Python dans la séquence finale d'ouverture.

### **Conseils aux candidats**

La résolution du problème est fondée sur une maîtrise parfaite du cours qui constitue une « boite à outils » nécessaire, l'exercice proposé en étant le plus souvent une version masquée. Sa mobilisation et sa restitution sans faille ont une influence majeure sur la note globale. La démarche adoptée, de façon méthodique (systématique), s'articule de la façon suivante :

- **Introduction : s'approprier le problème**
  - introduire le sujet en précisant la problématique ;
  - l'illustrer par un schéma modèle ;
  - extraire les informations utiles de l'énoncé.
- **Analyser (établir une stratégie de résolution)**
  - identifier les séquences du programme concernées ;
  - quelles sont les hypothèses à adopter ?
  - quelles sont les lois à mobiliser ?
- **Réaliser (mettre en œuvre la stratégie de résolution)**
  - énoncer les lois ;
  - développer le raisonnement en précisant chaque étape (contrôler les homogénéités) ;
  - encadrer le résultat.
- **Conclusion : valider (avoir un regard critique sur le résultat obtenu et le modèle adopté)**
  - interpréter le résultat ;

- répond-il bien à la problématique ?
- vérifier sa pertinence ;
- si nécessaire, améliorer le modèle et revenir sur les hypothèses adoptées.

## Ouverture

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

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

Le problème s'intègre dans l'entretien scientifique, il ouvre le débat autour d'une proposition de résolution (choix du modèle, établissement des hypothèses, stratégie de résolution) dont une première approche de simple observation, effectuée sans calculs, est le préambule à un traitement élégant et épuré. On attend que les candidats jugent seuls de la pertinence de leurs résultats, identifient les erreurs (inhomogénéité ou dénominateur qui peut s'annuler) et les corrigent spontanément sans l'intervention du jury. La conclusion, aussi réaliste soit-elle, ne doit pas se restreindre à une valeur livrée sans justification ni être issue d'une méthode standardisée, sous peine de risquer le hors sujet. Les candidats ne doivent pas non plus limiter leur résolution à une approche purement mathématique, sans dégager à chaque étape sens physique et interprétation.

En s'appuyant sur le schéma, les candidats doivent communiquer l'avancée de leur raisonnement initié en salle de préparation et élaborer leur solution « en direct ». La difficulté majeure de cet entretien entre les candidats et les deux membres du jury est liée à son caractère interactif et spontané. Cette épreuve exige initiative, écoute et réactivité. L'aptitude du candidat au dialogue est essentielle, elle lui permet de recadrer sa démarche en cas de hors sujet ou de difficulté. La prise de parole de l'interrogateur a pour objectif d'obtenir des éclaircissements et d'aider le candidat, c'est une situation normale dans cette épreuve d'entretien, il faut être en communication, rester attentif et concentré pour rebondir sur le sujet en restant mobilisé et rigoureux.

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

Il est recommandé aux candidats d'équilibrer leurs révisions entre les programmes de première et de seconde année, en physique et en chimie, et de ne pas omettre les capacités numériques.

## 31.5. Conclusion générale

La double nature de cet oral rend compte des liens qui unissent les cultures générale et scientifique. Cette épreuve sollicite la **culture générale** des candidats : ils doivent donner la preuve de leur capacité à s'intéresser aux questions existentielles contemporaines. La culture générale s'avère indispensable dans les échanges entre ingénieurs français et étrangers : dans le monde

professionnel, elle constitue un mode privilégié de partage et de rapprochement des points de vue.

**La maîtrise de la langue française** s'avère indispensable pour communiquer, affirmer un point de vue, le développer pour mieux le justifier et convaincre ses interlocuteurs. Pour y parvenir, il faut avoir des références et donc suivre l'actualité de la recherche scientifique.

**Le jury est bienveillant** : il apprécie les candidats volontaires et dynamiques qui exposent leur pensée avec logique et précision. L'oral leur donne l'opportunité de s'exprimer sur un sujet scientifique d'actualité : la réflexion personnelle, argumentée et structurée, est beaucoup plus appréciée que la récitation conformiste de formules convenues.

En dépit de ces remarques, destinées à inciter les candidats à faire preuve d'une motivation renouvelée pour viser toujours le meilleur, les interrogateurs ont reconnu leur sérieux et leurs efforts pour se soumettre aux exigences de l'épreuve. Le jury salue la dignité avec laquelle ils ont affronté la chaleur caniculaire qui s'est abattue sur Paris durant la session 2025. Les fortes températures ne les ont pas incités à déroger à une tenue vestimentaire adaptée : aucun écart concernant une présentation appropriée à un oral de concours n'est à déplorer. Félicitons donc notre belle jeunesse capable de se transcender pour réussir à mettre en œuvre ses ambitions.