



RAPPORT
SUR LES
ÉPREUVES ÉCRITES

CONCOURS

2026

Observations des correcteurs

Ponts ParisTech, ISAE-SUPAERO, ENSTA Paris, TELECOM Paris, MINES Paris,
MINES Saint Étienne, MINES Nancy, IMT Atlantique, ENSAE Paris, CHIMIE ParisTech - PSL

Ce rapport est la propriété du GIP CCMP. Il est publié sur le site selon les termes de la licence :

[Licence Creative Commons Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Pas de Modification 3.0 France.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/)



Table des matières

Le mot du directeur général du CCMP	3
1 Mathématiques	5
1.1 Remarques générales et conseils	5
1.2 Mathématiques 1 - filières MP et MPI	7
1.3 Mathématiques 2 - filière MP et MPI	7
1.4 Mathématiques 1 - filière PC	10
1.5 Mathématiques 2 - filière PC	11
1.6 Mathématiques 1 - filière PSI	12
1.7 Mathématiques 2 - filière PSI	13
2 Physique	16
2.1 Remarques générales	16
2.2 Physique 1 - filières MP et MPI	18
2.3 Physique 2 - filière MP	19
2.4 Physique 2 - filière MPI	21
2.5 Physique 1 - filière PC	23
2.6 Physique 2 - filière PC	24
2.7 Physique 1 - filière PSI	25
2.8 Physique 2 - filière PSI	27
3 Chimie	29
3.1 Remarques générales	29
3.2 Chimie - filière MP	30
3.3 Chimie - filière PC	31
3.4 Chimie - filière PSI	32
4 Informatique	34
4.1 Informatique commune aux filières MP, PC et PSI	34
4.2 Informatique option MP	35
4.3 Informatique 1 filière MPI	36
4.4 Informatique 2 filière MPI	39
5 Sciences Industrielles	41
6 Français	43
7 Langues Vivantes	44
7.1 Modalités de l'épreuve de langues vivantes	44
7.2 Allemand	45
7.3 Anglais	49
7.4 Arabe	53
7.5 Espagnol	56
7.6 Italien	59
7.7 Russe	61

8 Annexes	62
A Mathématiques 1 MP/MPI	62
B Mathématiques 2 MP/MPI	64
C Mathématiques 1 PC	68
D Mathématiques 2 PC	70
E Mathématiques 1 PSI	72
F Mathématiques 2 PSI	73
G Physique 1 MP-MPI	76
H Physique 2 MP	77
I Physique 2 MPI	79
J Physique 1 PC	82
K Physique 2 PC	84
L Physique 1 PSI	87
M Physique 2 PSI	89
N Chimie MP	92
O Chimie PC	94
P Chimie PSI	98
Q Informatique commune MP, PC et PSI	100
R Informatique option MP	101
S Informatique 1 MPI	102
T Informatique 2 MPI	105
Partie 3 — Recherche rapide d'un chemin avec heuristique	107
Partie 4 — Arbres BSP et dérécursivation	107
U SI MP	109
V SI PSI	110
W Français	113



Le mot du directeur général du CCMP

Lisez ce rapport attentivement

Élèves et enseignants des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs, ce rapport sur les épreuves écrites de la session 2026 du Concours commun Mines Ponts (CCMP) vous est destiné. Il traduit la perception des correcteurs du travail présenté dans les copies.

La lecture attentive de ce document doit vous permettre de comprendre ce qui est attendu des épreuves.

Orientation pour la session 2027

La Banque Mines Ponts est constituée du CCMP et du CMT. Le Concours Mines-Télécom (CMT) utilise les épreuves écrites du CCMP pour les filières MP, MPI, PC et PSI.

Sur le site www.concoursminesponts.fr des informations pratiques sont fournies. Une « Notice des écoles du CCMP » présente les écoles. Le « Règlement du Concours » fixe les modalités du concours dont les épreuves évaluent les candidats et les notes permettent de les classer les uns par rapport aux autres.

Le concours a pour ambition de permettre aux 18 500 candidats et candidates passant l'écrit de la Banque Mines-Ponts, de mettre en avant leurs qualités dans le respect de l'équité.

Les épreuves écrites, réparties sur quatre jours, sont exigeantes et permettent aux candidats d'exposer leurs connaissances et leurs capacités de raisonnement.

Il convient d'aborder chaque épreuve avec concentration et résilience.

Présentation des copies

Je voudrais insister sur le soin à apporter aux copies, à la présentation et à l'écriture.

La présentation de la copie est prise en compte dans la notation. Il est facile d'imaginer la tâche des correcteurs qui subissent des écarts d'orthographe et de vocabulaire ou qui se livrent à un jeu de piste et de déchiffrement de copies mal écrites ou mal rédigées.

Le soin mérite d'être en permanence travaillé pendant les années de classes préparatoires.

Réclamations

Chaque réclamation fait l'objet d'une analyse minutieuse par le concours. J'invite les candidats et candidates, conseillés par leurs professeurs, à faire preuve de discernement dans l'utilisation des réclamations.

Elles n'ont pas pour but de chercher à améliorer les notes ou à compenser des impressions amplifiées par l'émotion, mais de considérer qu'il y a eu un dysfonctionnement ou un problème dans la notation, sans chercher à négocier sa note, l'étude de la réclamation pouvant conduire à une majoration comme à une minoration de la note.

Il faut considérer que c'est bien la justesse et la qualité de raisonnements précis et concis, qui sont notées et non pas des développements longs, imprécis, voire faux.

Aménagements

Il est conseillé aux candidats et candidates bénéficiant d'un aménagement de lire correctement la page dédiée du règlement du CCMP.

En 2026, ceux qui bénéficient d'un aménagement avec ordinateur fourni dans la majorité des cas par le concours, recevront une fiche explicative avec leur décision d'aménagement.

Avec les membres du jury, j'encourage les candidats et les candidates dans leur engagement personnel pour préparer le concours 2027. Ils révéleront le meilleur d'eux-mêmes et obtiendront la réussite qu'ils méritent.

Éric Hautecloque-Raysz
Directeur général du Concours commun Mines Ponts

1 Mathématiques

1.1 Remarques générales et conseils

Nous incitons les candidats à apprendre leur cours de mathématiques de première et de deuxième année en profondeur, de manière à maîtriser les notions et les théorèmes du programme. Nous leur conseillons également de s'entraîner intensivement au calcul, en particulier à la manipulation des inégalités.

Plusieurs erreurs relevées l'an dernier ont été commises de nouveau cette année.

Une **présentation soignée** (écriture nette, absence de ratures, résultats encadrés) dispose très favorablement le correcteur. Les correcteurs ont été étonnés par le manque de soin, beaucoup de copies ressemblent plus à un brouillon qu'à une épreuve de concours.

Les encres pâles sont encore fréquentes, et un nombre croissant de candidats a obligé les correcteurs à utiliser la loupe tant leur écriture est minuscule.

On recommande aux candidats d'employer une encre foncée, restant bien visible après numérisation. Le texte et les calculs sont souvent agrémentés de petites zones de texte coloré insérées avec des flèches par des candidats ne prenant pas la peine de rédiger une phrase pour justifier une assertion ou une expression.

Il est demandé de numérotter les copies de façon cohérente, les correcteurs n'aimant pas être confrontés à un jeu de piste.

Il est fortement conseillé d'aborder et de rédiger les questions dans l'ordre de l'énoncé.

On recommande de bien traiter une partie des questions plutôt que de produire un discours inconsistant pour chacune d'entre elles. Certaines copies obtiennent une note très faible en prétendant répondre à la quasi-totalité des questions. Nous rappelons que les questions « faciles » doivent être correctement rédigées pour être complètement prises en compte, surtout en début de problème.

La rédaction est un élément essentiel d'appréciation. Elle est en fait difficilement dissociable du fond. On attend notamment des candidats la vérification de l'existence des objets manipulés, une déclaration claire des objets utilisés, un maniement soigneux des inégalités (notamment distinction entre inégalité large et inégalité stricte). Chaque théorème utilisé doit être clairement et complètement énoncé.

La rédaction des preuves doit être courte et complète ; tous les arguments sont attendus.

Les tentatives de bluff n'apportent aucun point et préviennent très défavorablement le correcteur quant à l'ensemble de la copie.

Nous suggérons également aux candidats de se relire, de manière à éviter de laisser subsister dans leur travail des absurdités criantes (par exemple, des inégalités entre nombres complexes).

Nous soulignons également l'importance d'une lecture rigoureuse de l'énoncé, qui guide la réflexion et permet d'éviter certaines erreurs.

Les copies doivent être rédigées en Français. Les paragraphes doivent commencer à gauche de la page et non au milieu, les phrases doivent commencer par une majuscule et se terminer par un point. Quant aux connecteurs logiques $\Leftrightarrow$ et $\Rightarrow$, ce ne sont pas des marques d'inférence et ils ne doivent donc pas remplacer « donc », « ainsi », « c'est pourquoi », etc.

Les abréviations sont pléthore, au point de rendre la lecture parfois difficile en raison de l'ambiguïté qui peut en résulter : comment savoir que ISMQ signifie « il suffit de montrer que » ?

L'orthographe et la syntaxe sont souvent défectueuses ; des démonstrations par l'absurde se terminent par « donc impossible ».

Trop régulièrement les candidats redéfinissent sur leur copie les objets déjà définis par l'énoncé (par exemple ils écrivent « Soit $A = \dots$ » à la première question). Inversement, trop de candidats ne

prennent pas la peine d'introduire leurs propres notations.

Beaucoup de symboles mathématiques sont utilisés comme abréviations, et certains candidats utilisent des abréviations surprenantes (dc, sq, dz, sars, ...) potentiellement inconnues du correcteur. Attention aux notations non définies dans le programme et potentiellement ambiguës : par exemple, utiliser $\sim$ pour désigner la similitude entre matrices est porteur de confusion avec l'équivalence entre matrices, et la signification de cette notation doit donc être précisée dans la copie dès sa première utilisation.

1.2 Mathématiques 1 - filières MP et MPI

1.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de la première épreuve de mathématique portait sur le calcul des variations qui a pour but de déterminer le minimum d'une application qui associe une intégrale à une fonction.

Le sujet comprenait cinq parties qui n'étaient pas indépendantes, mais il n'y avait pas de blocage, tous les résultats à utiliser étaient donnés.

La longueur et la difficulté étaient raisonnables puisque les meilleurs candidats ont pratiquement terminé l'épreuve et ceci a permis un classement convenable, avec des résultats très contrastés à cause de la structure du sujet : les questions onze, douze et seize reposent sur la même technique, utilisée dans trois contextes différents.

La présentation s'est encore dégradée par rapport à l'année dernière, et le problème était amplifié par la nature du sujet, la lecture des dérivées partielles au milieu des ratures pouvant s'avérer impossible. Si on n'arrive pas à lire, il met zéro à la question.

1.2.2 Conseils et conclusions

On peut ajouter, comme recommandations aux futurs candidats, la révision du programme de première année, puisque le programme des concours est celui des deux années de classes préparatoires. D'autre part, on peut leur conseiller de travailler la précision des rédactions, à titre d'exemple l'application d'un théorème suppose d'en vérifier toutes les hypothèses.

Il y a eu un certain nombre de réclamations sur cette épreuve, provenant peut-être de candidats qui avaient survolé le sujet en produisant des justifications incomplètes, et qui espéraient une note meilleure que celle qu'ils ont obtenue. Il y a eu très peu de notes modifiées et aucune de ces modifications n'a provoqué un changement de statut d'admissibilité du candidat.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe A](#).

1.3 Mathématiques 2 - filière MP et MPI

1.3.1 Remarques générales et conseils

Nous incitons les candidats à apprendre leur cours de **mathématiques** de première et de deuxième année en profondeur, de manière à maîtriser les notions et les théorèmes du programme. Nous leur conseillons également de s'entraîner intensivement au calcul, en particulier à la manipulation des inégalités.

Une présentation soignée (écriture nette, absence de ratures, résultats encadrés) dispose très favorablement le correcteur. À l'inverse, une copie mal présentée sera pénalisée.

Les encres pâles sont encore fréquentes, et un nombre croissant de candidats a obligé les correcteurs à utiliser la loupe tant leur écriture est minuscule. On recommande aux candidats d'employer une encre foncée, restant bien visible après numérisation. Le texte et les calculs sont souvent agrémentés de petites zones de texte coloré insérées avec des flèches par des candidats ne prenant pas la peine de rédiger une phrase pour justifier une assertion ou une expression.

Il est demandé aux candidats de numéroter leurs copies de façon cohérente : les correcteurs n'aiment pas être confrontés à un jeu de piste.

Enfin, les correcteurs ont été étonnés par le manque de soin ; beaucoup de copies ressemblent plus à un brouillon qu'à une épreuve de concours.

La rédaction des preuves doit être courte et complète ; tous les arguments sont attendus. Les tentatives de bluff n'apportent aucun point et préviennent très défavorablement le correcteur quant à l'ensemble de la copie.

On recommande de bien traiter une partie des questions plutôt que de produire un discours inconsistant pour chacune d'entre elles. Nous rappelons que les questions « faciles » doivent être correctement rédigées pour être complètement prises en compte, surtout en début de problème.

Certaines copies obtiennent une note très faible en prétendant répondre à la quasi-totalité des questions. Un travail consistant est attendu.

Cependant, le jury tient également à rassurer et encourager les candidats : beaucoup de questions étaient abordables, et un élève sérieux pouvait facilement augmenter sa note avec un peu d'opiniâtreté. Loin d'encourager le « grapillage », le jury tient cependant à encourager le candidat à lire le sujet en entier, à chercher certaines questions au brouillon quand il pense avoir terminé ce qu'il sait faire : cela peut parfois débloquer une ou plusieurs questions et augmenter significativement la note finale.

La rédaction est un élément essentiel d'appréciation. Elle est en fait difficilement dissociable du fond. On attend notamment des candidats la vérification de l'existence des objets manipulés, une déclaration claire des objets utilisés, un maniement soigneux des inégalités (notamment distinction entre inégalité large et stricte). Chaque théorème utilisé doit être clairement et complètement énoncé.

Nous suggérons également aux candidats de se relire, de manière à éviter de laisser subsister dans leur travail des absurdités criantes (par exemple, des déterminants de matrices colonnes). De façon générale, les « échecs de type » (matrice égale à un scalaire, déterminant d'un vecteur colonne, etc.) sont lourdement sanctionnés.

Nous soulignons également l'importance d'une lecture rigoureuse de l'énoncé, qui guide la réflexion et permet d'éviter certaines erreurs.

Les copies doivent être rédigées en français. Les paragraphes doivent commencer à gauche de la page et non au milieu, les phrases doivent commencer par une majuscule et se terminer par un point.

Enfin, il y a eu un très grand nombre de copies très longues (d'une quinzaine ou vingtaine de pages) ne contenant aucune réponse juste, ou presque, donc avec beaucoup d'arguments faux, voire même avec de nombreuses « tentatives d'arnaques ». Dans un très grand nombre de copies, certaines questions s'arrêtent au milieu d'un mot ou d'un calcul, sans aucun mot d'explication. Cela met le correcteur dans de mauvaises dispositions pour la suite.

1.3.2 Présentation du sujet

Le sujet de cette année portait sur les matrices orthogonales et celles de déterminant 1 et était constitué de quatre parties relativement indépendantes.

Dans la première partie, on commençait par démontrer certaines propriétés de $O_n(\mathbf{R})$. Les questions étaient indépendantes entre elles et beaucoup étaient très abordables.

La deuxième partie traitait de calcul différentiel et s'intéressait aux extrema de la norme euclidienne au carré sur $SL_n(\mathbf{R})$. Elle demandait une bonne connaissance du cours de calcul différentiel.

La troisième partie s'intéressait aux morphismes de groupes continus de $\mathbf{U}$, l'ensemble des complexes de module 1, dans $GL_n(\mathbf{R})$. Certaines questions étaient très abordables, même en première année, mais d'autres étaient assez techniques et nécessitaient d'avoir bien compris certaines notions topologiques.

Enfin, la quatrième partie (comme la première d'ailleurs) demandait de démontrer certains résultats très classiques, cette fois pour en déduire la forme générale d'un certain type de morphismes de groupes continus de $\mathbf{R}$ dans $GL_n(\mathbf{R})$.

Ce sujet était assez long mais les parties étaient quasiment indépendantes, de sorte qu'un candidat

bloqué pouvait passer à la suite et tout de même arriver à traiter d'autres questions : contrairement à la grande majorité des sujets, les dernières questions ont par exemple été traitées (correctement ou non) par un grand nombre de candidats. Beaucoup de questions étaient abordables et d'autres, sinon abordables, du moins assez classiques pour qu'une grande majorité de candidats les aient rencontrées lors de leurs années de classes préparatoires.

1.3.3 Remarque sur la rédaction et la présentation des copies

Comme l'an dernier, le jury déplore une très mauvaise présentation de la majorité des copies, les rendant très difficiles à lire, et rappelle donc des règles élémentaires enseignées dès l'école primaire :

- Il faut écrire sur les lignes. Le Jury se sent obligé de préciser qu'un correcteur voyant une copie présentée comme un cahier d'élève de CE1, ne part pas dans des dispositions les plus favorables pour la suite.
- Il faut utiliser une encre de couleur foncée.
- Il faut un stylo qui ne bave pas.
- Il faut écrire lisiblement. Certains candidats oublient le fait que leur copie va être lue, et qu'un correcteur n'attribue aucun point à ce qu'il ne comprend pas.
- Il faut éviter les ratures. Évidemment, il est possible de faire des erreurs, mais tout d'abord un brouillon peut servir à éviter cela et, le cas échéant, il est de loin préférable de barrer avec une règle que de gribouiller dans tous les sens, ce qui ne fera que transformer la copie en véritable torchon.
- Il faut mettre les résultats en valeur, en soulignant ou en encadrant.

De plus, le jury a eu la désagréable surprise de constater que les règles de grammaire élémentaires étaient de moins en moins maîtrisées : un s au pluriel, accorder un verbe avec un sujet, mettre un e quand un adjectif est au féminin. Tout cela devient un luxe que les correcteurs sont reconnaissants de trouver dans certaines copies (peu nombreuses).

Rappelons que les copies mal présentées mais aussi truffées de fautes sont sanctionnées car cela rend la correction extrêmement difficile, et que l'orthographe et la grammaire ne sont pas facultatives, que ce soit en français ou en mathématiques. En effet, le jury a, comme l'année dernière, décidé d'inclure dans le barème un malus pour tout ce qui a trait à la présentation. Il n'est peut-être pas inutile de préciser que ce malus était alourdi si, en plus, le soin, l'orthographe et la grammaire étaient catastrophiques.

Sur un autre registre, les quantificateurs ne sont utilisés que comme des abréviations dans les phrases, et presque jamais lorsqu'ils sont indispensables : ils sont alors remplacés par « où » ou « avec ». De même, $\Rightarrow$, « donc » et $\iff$ sont systématiquement confondus, quand ils ne sont pas utilisés à tort et à travers pour conclure sans avoir fourni un seul argument. Les mots et les quantificateurs ont un sens précis et on attend de futurs ingénieurs qu'ils les utilisent à bon escient. Enfin, beaucoup de candidats se contentent finalement de paraphraser l'énoncé et annoncent froidement que tout est évident (il ne sert à rien, par exemple, d'écrire « on montre facilement » et de ne pas le faire).

1.3.4 Conseils aux futurs candidats

Le jury a eu la désagréable surprise de voir que les candidats, dans une grande majorité, ne ressentaient pas le besoin de justifier quand ils appliquaient un théorème. Tout résultat doit être justifié, et il faut vérifier que les hypothèses sont vérifiées avant d'appliquer un théorème. Par exemple, le candidat était systématiquement sanctionné de la note 0 s'il utilisait le théorème d'optimisation sous contrainte sans

vérifier les hypothèses ou si les hypothèses étaient incorrectes. Évidemment, la phrase « D'après le théorème d'optimisation sous contrainte, on a le résultat de l'énoncé » n'apporte aucun point et agace le correcteur.

En résumé, pour les prochaines années, le jury attend surtout des efforts de la part des candidats pour que leurs copies soient lisibles et agréables à parcourir, pour améliorer la justesse des propos et la rigueur de leurs argumentations. Cela nécessitera inévitablement une bonne connaissance du cours, des techniques et compétences exigibles, dans le cadre des programmes.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe B](#).

1.4 Mathématiques 1 - filière PC

1.4.1 Présentation du sujet

Ce joli problème présente, dans un espace vectoriel sur $\mathbf{C}$ de dimension finie, les endomorphismes qui peuvent s'écrire comme une somme finie d'endomorphismes de carré nul. Dans un premier temps on démontrera que l'ensemble de ces endomorphismes coïncide avec l'ensemble des endomorphismes dont la trace est nulle et, au passage, on prouve que l'on peut majorer le nombre de termes nécessaires pour décomposer ce type d'endomorphismes par $\dim(E)^2 - 1$. Il est alors naturel de se demander si l'on ne peut pas diminuer ce nombre. Le sujet construit alors un endomorphisme de trace nulle qui ne peut pas s'écrire comme la somme de trois endomorphismes de carré nul. Le nombre minimal de termes nécessaires sera donc supérieur ou égal à quatre et la dernière partie du sujet propose, de manière très progressive, de démontrer qu'effectivement tout endomorphisme qui peut s'écrire comme une somme finie d'endomorphismes de carré nul peut s'écrire comme une somme de quatre endomorphismes de carré nul.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe C](#).

1.4.2 Commentaires généraux

On a observé un bon étalement des notes. Le sujet proposé a parfaitement joué son rôle pour classer les candidats. La première partie fait appel à des notions de bases d'algèbre linéaire, les bons candidats l'ont très bien réussi, par contre il est regrettable de constater que dans de nombreuses copies, le cours n'est pas su. La deuxième partie qui commence par du calcul matriciel de base a été plutôt bien réussi au début, puis il fallait démontrer une égalité d'ensemble. La rigueur du raisonnement était fondamentale. La troisième partie, un peu plus délicate a permis aux très bons candidats de se distinguer. Les quatrième et cinquième parties, progressives, permettaient de mettre en œuvre les connaissances du cours tout en stimulant l'imagination des candidats.

1.4.3 Conseils aux futurs candidats

Nous encourageons les candidats à bien connaître leur cours, à faire preuve de rigueur dans l'argumentation et à justifier systématiquement les résultats énoncés. Nous rappelons également que lorsqu'une question fait appel à des résultats précédents il faut citer précisément les numéros des questions utilisées. D'autre part les calculs doivent être menés avec rigueur, le correcteur voit immédiatement les erreurs, il est inutile de recopier en dernière ligne le résultat de l'énoncé si une étape est fautive, il est bien plus pertinent de reprendre son calcul et de se corriger. Enfin, et c'est essentiel, les copies doivent

être lisibles, on ne peut pas demander au correcteur de deviner les mots ou les chiffres écrits par le candidat.

1.5 Mathématiques 2 - filière PC

1.5.1 Présentation générale du sujet

Le problème s'intéressait à l'existence de solutions bornées ou périodiques de certaines équations différentielles linéaires d'ordre deux avec second membre. Les questions étaient pour la plupart très simples et le sujet raisonnablement court de sorte que le jury s'attendait à ce que les candidats abordent, avec un certain succès, une très large partie des questions. Cette attente a très souvent été largement déçue.

Le programme de PCSI traite des équations différentielles linéaires du premier ordre avec second membre à coefficients non constants en introduisant le concept de superposition décrivant l'ensemble des solutions à partir d'une solution particulière et de celles de l'équation homogène en mettant en exergue le problème de Cauchy. Les équations différentielles du second ordre ne sont traitées que pour les coefficients constants. Outre ces notions, des rudiments d'algèbre linéaire intervenaient à plusieurs endroits notamment aux questions 9, 17, 19, 20, 22. Du côté de l'analyse, la caractérisation de la convexité pour les fonctions de classe C^2 était utilisée dans la question 11, ainsi que le théorème de dérivation des séries à la question 16.

Le jury voudrait rappeler aux candidats qu'ils sont vivement encouragés à utiliser un brouillon et à ne pas écrire directement sur la copie tous leurs essais infructueux en espérant que le correcteur trouvera quelques points à distribuer. Cette pratique désagréable très répandue est en fait néfaste aux candidats qui la pratiquent surtout quand celle-ci est couplée avec un jeu de piste où l'ordre des questions traitées ne suit aucune logique.

Au final, si on oublie les 20% de copies les plus faibles, une très large majorité des candidats a pu aborder quasiment l'ensemble du problème, c'est à dire les 21 premières questions. Les notes ont ainsi reflété la précision des arguments, notamment quand il s'agissait de faire appel à son cours.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe D](#).

1.5.2 Conseils pour les futurs candidats

Le jury ne saurait trop conseiller aux candidats de n'écrire sur leurs copies que les arguments aboutis et non pas toutes les strates de leurs réflexions. Il est par ailleurs toujours vivement conseillé de soigner la présentation des copies en mettant en évidence les résultats voire les arguments essentiels de la preuve afin, non seulement de faciliter la lecture du correcteur, mais aussi de mettre en valeur le raisonnement et le résultat.

Bien qu'il soit évidemment conseillé de faire appel aux théorèmes du cours quand cela est nécessaire, les candidats doivent éviter les arguments d'autorité pour plutôt réfléchir sérieusement aux implications ou équivalences qu'ils assèment.

D'une manière générale, le jury déplore une augmentation des copies rendues illisibles par des ratures chaotiques, des numéros de questions omis, et des écritures hiéroglyphiques avec une encre si peu contrastée qu'elle devient peu déchiffrable après la numérisation.

1.6 Mathématiques 1 - filière PSI

1.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le but du problème est d'étudier, pour u , un endomorphisme d'un $\mathbf{C}$ -espace vectoriel E de dimension finie, la décomposabilité de u en somme d'endomorphismes de carré nul. Notons que le sujet math II PSI 2017 s'intéressait déjà au cas d'endomorphismes décomposables en somme de deux endomorphismes de carré nul, en établissant diverses caractérisations, dont l'une est admise et utilisée dans ce problème (théorème de Wang et Wu).

Grâce à des considérations générales sur les endomorphismes nilpotents établies en partie A, on observe que tout endomorphisme décomposable en somme d'endomorphismes de carré nul est de trace nulle, et la suite du sujet est dévolue à l'étude de la réciproque :

- dans le cas d'une somme de cardinal arbitraire en partie B,
- dans le cas d'une somme de trois endomorphismes en partie C (où il est démontré à l'aide d'un contre-exemple que la réciproque est fausse lorsque $n \geq 5$),
- enfin, dans le cas d'une somme de quatre endomorphismes en partie E où le théorème suivant est établi (question 25) :

Th. *Tout endomorphisme de E de trace nulle est décomposable en somme de quatre endomorphismes de carré nul.*

La preuve de ce théorème s'appuie sur les notions de matrices de Hessenberg et de matrices presque triangulaires supérieures définies et étudiées respectivement en parties D et E.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe E](#).

1.6.2 Thématiques abordées et généralités sur les copies

Ce sujet très intéressant mathématiquement aboutit à la preuve d'un beau théorème. Il semble cependant d'une longueur et d'une difficulté technique délicate par rapport à la durée de l'épreuve et aux attendus du programme de la filière PSI.

La première partie, la plus abordable, a permis aux étudiants rigoureux et maîtrisant les fondamentaux du cours de se mettre en valeur. On y passait en revue des résultats classiques sur les endomorphismes de carré nul, en particulier leur réduction simple dans une base bien choisie.

La seconde partie (où l'on abordait le problème sous un angle matriciel), permettait de montrer que toute matrice de trace nulle est décomposable en somme de matrices de carré nuls (à l'aide des matrices canoniques $E_{i,j}$ (avec $i \neq j$) et des matrices élémentaires $F_{i,j}$ définies dans l'énoncé), la décomposition utilisant au plus $n^2 - 1$ matrices de ce type ; cette majoration sera très nettement améliorée en partie E. Cette partie encore abordable mais plus délicate a permis un tri efficace des candidats. Elle a en outre fait apparaître chez un nombre important d'entre eux des difficultés dans le maniement des matrices canoniques, en particulier de leur produit. Plus généralement ces deux premières parties ont révélé de grandes lacunes dans la maîtrise des raisonnements et des concepts de base chez de nombreux candidats (inclusion, équivalence, implication, liberté d'une famille...).

Dans la partie C le sujet fait démontrer (pour $n \geq 5$), en utilisant le contre-exemple d'un endomorphisme de trace nulle, avec un espace propre associé à la valeur propre 1 de dimension strictement supérieure à $3n/4$, qu'un endomorphisme de trace nulle n'est pas nécessairement somme de trois endomorphismes de carré nul. La preuve utilise le théorème de Wang et Wu (voir le sujet 2017, épreuve 2). La question 9, qui consistait à construire un contre-exemple a valorisé la créativité des candidats.

Pour les trois suivantes (la question 11 aura probablement paru bien peu naturelle à des candidats ne disposant pas de la notion de sous-espace caractéristique) seulement quelques bribes de réponse ont été vues dans les copies. La question 13, plus souvent traitée, a favorisé l'esprit de synthèse des bons candidats.

La partie D, fondamentale pour la suite du problème, demandait beaucoup d'initiative et d'habileté technique à un moment où les candidats ne disposaient plus de beaucoup de temps. Elle a néanmoins permis de classer les meilleures copies entre elles.

Dans la partie E les questions 19 à 21 ont permis de récompenser la créativité de très bon candidats.

En conclusion, ce sujet a permis de classer efficacement les candidats.

Terminons par quelques mots sur la forme. Le jury déplore une nouvelle fois la mauvaise présentation d'un trop grand nombre de copies. En particulier beaucoup de candidats ne font pas l'effort d'encadrer ou de souligner leurs résultats. Nous ne saurions trop insister sur le fait qu'il est dans l'intérêt des candidats d'adopter une présentation claire et structurée, mettant en valeur les points importants de leurs raisonnements (encadrement, tirets, passages à la ligne...).

1.7 Mathématiques 2 - filière PSI

1.7.1 Présentation générale et intérêt scientifique du sujet

Les deux premiers tiers du sujet étaient consacrés au thème classique des nombres de Bernoulli (ici notés b_n), qui y étaient définis comme les nombres dérivés successifs en 0 du prolongement $\mathcal{C}^\infty$ de $x \mapsto \frac{x}{e^x - 1}$. Naturellement, le sujet étudiait leur lien avec les valeurs aux entiers pairs (strictement positifs) de la fonction ζ de Riemann, ce qui permettait en particulier un calcul explicite de $\zeta(2)$ et $\zeta(4)$.

Le dernier tiers du sujet était consacré à l'apparition de valeurs de ζ lors du calcul de certains phénomènes asymptotiques en probabilités. Il est classique que, lorsqu'on tire uniformément et indépendamment deux entiers dans $\llbracket 1, n \rrbracket$, la probabilité qu'ils soient premiers entre eux tend vers $\frac{1}{\zeta(2)}$ lorsque n tend vers $+\infty$. Le sujet proposait une variante de ce phénomène, en considérant plutôt la probabilité $q_n(k)$ pour qu'un entier, tiré uniformément entre 1 et n , ne soit *pas* divisible par la puissance k -ième d'un nombre premier (où k est fixé et strictement positif). On montrait alors, avec des méthodes assez similaires à celles habituellement déployées pour démontrer le premier résultat cité, que $q_n(k)$ tend vers $\frac{1}{\zeta(k)}$ lorsque n tend vers $+\infty$.

1.7.2 Structure du sujet

Le sujet s'articulait selon quatre parties, dont les deux premières étaient consacrées aux développements eulériens, à la fonction zêta et aux nombres de Bernoulli, et les deux dernières à la résolution de la question de probabilités évoquée plus haut.

Dans la partie **I**, on établissait le développement $\forall x \in \mathbf{R}^*, \frac{2\pi x}{e^{2\pi x} - 1} = 1 - \pi x + \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2x^2}{n^2 + x^2}$. en travaillant sur les fonctions $t \mapsto \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\cos(nt)}{n^2(n^2 + x^2)}$ et $t \mapsto \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\cos(nt)}{n^2}$ et en résolvant une équation différentielle qui les unit.

Dans la partie **II**, on développait $x \mapsto \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2x^2}{n^2 + x^2}$ en série entière, faisant apparaître les valeurs de ζ aux entiers pairs, et on concluait par le développement en série entière de $x \mapsto \frac{x}{e^x - 1}$ et le calcul des nombres de Bernoulli b_2 et b_4 , avec application aux valeurs de $\zeta(2)$ et $\zeta(4)$.

Dans la partie **III**, on démontrait que la probabilité $q_n(k)$ évoquée plus haut a pour valeur limite $\sum_{i=1}^{+\infty} \frac{\mu(i)}{i^k}$ quand n tend vers $+\infty$. Dans la dernière partie, on démontrait que cette limite n'est autre

que $\frac{1}{\zeta(k)}$.

Une partie des difficultés des parties **II** et **IV** reposait sur l'absence, dans le programme de la filière PSI, d'un théorème de Fubini ou de regroupement par paquets sur les sommes doubles (le programme étant explicite sur le fait que ces théorèmes, indispensables pour faire reposer le cours de probabilités de PSI sur des bases solides, ne peuvent faire l'objet d'évaluation aux concours). Une bonne partie des questions de ces parties consistaient donc en des voies de contournement pour obtenir les mêmes résultats de manière élémentaire.

Remarques générales sur la présentation et la rédaction

Le jury déplore un net relâchement dans le soin apporté aux copies : présentation et rédaction sont trop régulièrement désinvoltes, et la structure des raisonnements n'est souvent pas facilement identifiable faute d'une organisation spatiale claire ou d'insistance suffisante sur les hypothèses et les conclusions.

Autres problèmes généralement constatés :

- beaucoup trop de candidats tentent des majorations/minorations dans **C** ;
- pour un nombre trop important de candidats, les quantificateurs sont presque toujours absents des formules ou théorèmes invoqués ;
- les confusions série-somme et fonction-valeur sont systématiques dans certaines copies ;
- le vocabulaire des probabilités n'est pas toujours maîtrisé.

Dans l'ensemble, dès qu'une subtilité apparaît dans une question (par exemple, le fait que le résultat de la question **5** n'ait pas été établi pour $x = \pi$, ce qui handicapait légèrement la résolution de la question **8**), très peu de candidats en tiennent compte.

Enfin, il y a un manque d'effort évident pour rendre les calculs compréhensibles par le correcteur. Cela devrait relever d'une évidence, mais il est peut-être utile que les candidats intègrent que le but premier d'une rédaction n'est pas de permettre au candidat de se convaincre lui-même qu'il a compris les ressorts de la solution : c'est le correcteur qui est destinataire de la correction et doit être convaincu. Ainsi, un raccourci des calculs essentiels sans explication, typiquement en réalisant plusieurs transformations en série sur la même expression, n'est pas de nature à faciliter cette compréhension. Enfin, la copie n'est pas un brouillon : rien n'irrite plus les correcteurs que ces copies où le candidat réalise un calcul d'une demi-page avant de conclure qu'il a fait fausse route et part ensuite sur une toute autre piste.

1.7.3 Remarques sur les difficultés rencontrées

La première partie du sujet semble avoir cueilli les candidats à froid : cette partie était assez technique, et la plupart des candidats n'ont su se mettre en valeur que sur la question **1**, les parties les plus élémentaires de la question **3** (le calcul de dérivée, la réécriture de la partie imaginaire de l'intégrale) et enfin les deux questions d'application immédiate du cours sur les séries de fonctions (questions **4** et **6**). Les calculs de la question **7** ont en général été réussis, mais la rédaction qui les a accompagnés a très souvent été défailante. La question **9** de conclusion, qui nécessitait très peu de calculs, a souvent été réussie. Les autres questions de cette partie, nécessitant une assez grande autonomie (la résolution de l'équation différentielle à la question **8**) voire des initiatives peu évidentes (la question **5**), ont été très mal réussies.

La partie **II** présentait moins de difficultés techniques et a dans l'ensemble été mieux réussie que la première.

Une grande partie des candidats n'est pas allée au-delà de cette deuxième partie. Pour ceux ayant tenté de se confronter à la partie consacrée aux probabilités, des questions parmi les **15** à **18** furent généralement traitées. Très exceptionnellement des candidats se sont aventurés au-delà (par exemple en traitant le très facile début de la question **21**), mais rarement avec succès.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe F](#).

1.7.4 Ultimes conseils aux futurs candidats

Terminons comme toujours par réitérer quelques conseils importants pour les futurs candidats.

- Maîtriser parfaitement son cours.
- Être très attentif à la précision de l'énoncé.
- Bien réfléchir, aidé d'un brouillon, à la structure du raisonnement ou du calcul avant de le coucher sur le papier. Au moment de la rédaction, donner toutes les justifications pertinentes (et rien qu'elles !), et structurer correctement ses raisonnements.
- Il est toujours préférable d'analyser un nombre réduit de questions en profondeur plutôt que de traiter superficiellement la totalité du sujet. Beaucoup de candidats ont réussi à avoir une note décente en ne traitant correctement que 6 ou 7 questions.
- Les tentatives de picorage désespéré sur les questions tardives sont le plus souvent vouées à l'échec et irritent les correcteurs.

2 Physique

2.1 Remarques générales

Plusieurs remarques indiquées pour les épreuves de mathématiques s'appliquent aux épreuves de physique.

Les encres pâles sont encore fréquentes, et un nombre croissant de candidats a obligé les correcteurs à utiliser la loupe tant leur écriture est minuscule.

Une présentation soignée (écriture nette, absence de ratures, résultats encadrés) dispose très favorablement le correcteur. Les correcteurs sont étonnés par le manque de soin ; beaucoup de copies ressemblent plus à un brouillon qu'à une épreuve de concours. Nous citons O. Rey, chercheur à l'institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques : « Être attentif aux mots que l'on emploie et à la syntaxe est au fondement de tout – y compris en sciences, où nombre de difficultés rencontrées par les élèves, à l'heure actuelle, tiennent tout simplement à une maîtrise insuffisante de la langue ». C'est là une compétence qui se travaille dans toutes les disciplines avec les éléments de langage qui leur sont propres.

Il est demandé aux candidats de numéroter leurs copies de façon cohérente : les examinateurs apprécient assez peu de se voir confrontés à un jeu de piste.

Les abréviations sont pléthoriques, au point de rendre la lecture parfois difficile en raison de l'ambiguïté qui peut en résulter.

On tient aussi à insister sur le soin apporté à l'orthographe. Il est inadmissible que des étudiants se destinant à être ingénieurs rendent des copies truffées de fautes.

L'accord des masculins et féminins semble difficile pour certains. On ne compte pas les copies avec des « principe fondamentale de la dynamique ». Les pluriels, les accords des participes passés (quand ils ne sont pas transformés en infinitifs) ne sont hélas pas en reste. Et que dire de ces étudiants qui, après une année de Spé, parlent encore d'équations de « Maxwelle » ? L'orthographe est une question de concentration et d'exigence vis-à-vis de soi-même.

Il est important que les candidats lisent l'énoncé et répondent à la question qui leur est posée.

Ils ne doivent pas se contenter de réponses superficielles, mais produire des raisonnements construits et étayés. Les réponses à certaines questions nécessitent un bon sens physique, une certaine autonomie et de la rigueur pour poser le problème correctement et y répondre par une modélisation précise.

Nous recommandons un travail approfondi des compétences « appropriation et analyse de l'énoncé ». En physique, cela se traduit notamment par ces questions : *quel est le système étudié ?*, *quelle est la signification de telle ou telle grandeur qu'on peut avoir à exprimer ?*, *comment choisir les paramètres d'étude ?* Ces compétences se travaillent tout au long des deux années de préparation dans une grande variété de contextes proposés par les enseignants.

Il est indispensable de travailler en profondeur les cours de première et de deuxième année, de connaître les théorèmes avec leurs hypothèses et d'arriver au concours avec une parfaite maîtrise des cours, qui permet de traiter en confiance les situations classiques comme inédites.

Les tentatives de bluff, moins nombreuses cette année, sont lourdement sanctionnées.

On recommande de bien traiter une partie des questions plutôt que de produire un discours inconsistant pour chacune d'entre elles.

On a pu noter des lacunes importantes chez de nombreux candidats dans la maîtrise des outils mathématiques de base : projections dans une base, manipulations d'une base mobile, trigonométrie, écriture d'équations où un scalaire est égal à un vecteur.

Sur le fond, on rappelle qu'une application numérique donnée sans unité vaut 0 (et que le « S.I. »

n'est en général pas admis), qu'une courbe dont la légende des axes n'est pas indiquée vaut aussi 0, que paraphraser la question n'a jamais fait office de réponse.

Des résultats donnés sans justification et sans la moindre rédaction ne peuvent pas être pris en compte. Rédiger consiste à faire une phrase complète, et on ne commence pas une réponse par « parce que ».

Nous rappelons les consignes habituelles en physique : encadrer un résultat littéral, souligner une application numérique et la présenter *au format scientifique* (et jamais sous forme de fractions numériques) avec un nombre de chiffres significatifs convenable et une unité. Choisir l'unité de manière raisonnable (par exemple, une charge en coulomb plutôt qu'en farad.volts !)

2.2 Physique 1 - filières MP et MPI

2.2.1 Généralités et présentation du sujet

Plusieurs remarques indiquées pour les épreuves de mathématiques s'appliquent aux épreuves de physique. Une présentation soignée (écriture nette, absence de ratures, résultats encadrés), dispose très favorablement le correcteur. On recommande aux candidats d'employer une encre foncée, restant bien visible après numérisation.

Les correcteurs sont étonnés par le manque de soin ; beaucoup de copies ressemblent plus à un brouillon qu'à une épreuve de concours.

Il est demandé aux candidats de numéroter leurs copies proprement : les examinateurs apprécient assez peu de se voir confrontés à un jeu de piste.

On tient aussi à insister sur le soin apporté à l'orthographe. Il est inadmissible que des étudiants se destinant à être ingénieurs, rendent des copies truffées de fautes.

Il est important que les candidats lisent l'énoncé et répondent à la question qui leur est posée. Ils doivent être attentifs à lire l'intégralité des sous-questions imbriquées sous un même numéro. Ils ne doivent pas se contenter de réponses superficielles mais doivent produire des raisonnements construits et étayés. Les réponses à certaines questions nécessitent un bon sens physique, une certaine autonomie et de la rigueur, pour poser le problème correctement et y répondre par une modélisation précise. On recommande de bien traiter une partie des questions plutôt que de produire un discours inconsistant pour chacune d'entre elles. Il est également conseillé de présenter sur sa copie les réponses aux questions dans l'ordre.

Il est indispensable de travailler en profondeur les cours de première et de deuxième année, ce qui permet de traiter en confiance les situations classiques comme inédites.

Certaines copies obtiennent une note très faible en prétendant répondre à la quasi-totalité des questions. Les tentatives de bluff n'apportent aucun point et préviennent très défavorablement le correcteur.

On a pu noter des lacunes importantes chez de nombreux candidats dans la maîtrise des outils mathématiques de base : projections dans une base, manipulation d'une base mobile, trigonométrie, écriture d'équation où un scalaire est égal à un vecteur.

Sur le fond, on rappelle qu'une application numérique donnée sans unité vaut 0 (et que le "S.I." n'est en général pas admis), ainsi qu'une courbe dont la légende des axes n'est pas indiquée vaut aussi 0, que paraphraser la question n'a jamais fait office de réponse.

Nous rappelons les consignes habituelles en physique : encadrer un résultat littéral, souligner une application numérique et la présenter *au format scientifique* (et jamais sous forme de fractions numériques) avec un nombre de chiffres significatifs convenable et une unité. Choisir l'unité de manière raisonnable (par exemple une charge en coulomb plutôt qu'en farad.volts).

Le sujet traite de la construction historique de la mécanique quantique, basée sur l'étude des spectres de raies des lampes à gaz et aux développements théoriques qui ont en ont découlé. Le sujet s'articule en trois parties. La première porte sur l'analyse du spectre de raies de l'atome d'hydrogène et l'obtention de la formule de Balmer. La deuxième traite du modèle semi-classique de Bohr de l'atome d'hydrogène et mobilise les connaissances des candidats sur les champs de forces centrales. La troisième partie est centrée sur l'équation de Schrödinger et ses solutions en états stationnaires.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe G](#).

2.2.2 Commentaires généraux

La longueur du sujet est bien adaptée. Il s'agit d'un sujet classique, ne présentant pas de difficulté majeure et abordant des parties du programme des deux années. Les connaissances du cours relatives à la mécanique quantique et en particulier l'équation de Schrödinger sont acquises pour la majorité des candidats.

Il subsiste encore un nombre bien trop important de fautes de dimension dans les résultats proposés par les candidats. Il y a de plus une confusion dans certaines copies entre dimension et unité, d'autant plus regrettable qu'une présentation sur les dimensions était réalisée en début du sujet. Par exemple la dimension masse « M » est parfois confondue avec l'unité « mètre » « m » de longueur par certains candidats. Les résultats d'applications numériques sont encore trop souvent fantaisistes mais plusieurs candidats ont fait preuve de recul et ont émis un commentaire critique vis-à-vis de la valeur obtenue. Des oublis du référentiel sont encore constatés en mécanique.

Le jury a été très désagréablement surpris par le manque de soin concernant le tracé de figures en optique géométrique et par les lacunes criantes en géométrie et trigonométrie de base. Il est inacceptable que le spectre électromagnétique, et en particulier les domaines ultra-violet et infra-rouge, soient mal connus.

On regrette que certaines questions proches du cours soient traitées quasiment en mode pilote automatique, avec des blocs de cours récités sans aucune adaptation à la question posée. On pense notamment aux solutions stationnaires de l'équation de Schrödinger.

2.2.3 Conseils aux futurs candidats

Le premier conseil porte sur la forme. Il ne faut pas être dévalué à cause du soin de la copie. On veillera donc à aérer la copie, à séparer et numérotter les questions, à encadrer les résultats, à utiliser une encre adaptée. Un schéma clair est souvent plus efficace qu'un long discours.

Sur le fond, il est recommandé de lire très attentivement les questions, de veiller à l'homogénéité des formules, à la cohérence scalaire-vecteur, aux tracés des schémas et des graphiques. Le jury insiste sur l'importance de la connaissance et de la maîtrise de l'ensemble du cours de physique de première et deuxième année du programme.

2.3 Physique 2 - filière MP

2.3.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet, intitulé *De la physique avec les galaxies*, s'intéresse à quelques problèmes de physique relatifs à l'observation de galaxies parfois lointaines :

- La première partie (I) traite d'optique : on s'intéresse à la taille d'une galaxie et donc à la résolution angulaire de systèmes optiques. Après une courte introduction d'optique géométrique, l'étude développe essentiellement la mise en place et l'observation d'interférences.
- La deuxième partie (IIA) est centrée sur la mécanique céleste et les champs gravitationnels. On évalue la vitesse de révolution d'étoiles dans une galaxie et on cherche à quantifier la quantité de matière noire qui rendrait compte des observations.
- Une dernière partie (IIB) s'intéresse de manière phénoménologique au taux de formation d'étoiles dans une galaxie. Il s'agit d'exploiter quelques documents, de développer un modèle heuristique

d'évolution de la masse d'une galaxie, et de calculer des ordres de grandeur. Aucun prérequis n'était nécessaire.

Les parties sont totalement indépendantes. La première partie représente la moitié de l'épreuve. Les questions d'une sous-partie sont souvent liées et commencent en général par un rappel du cours.

Dans une très large mesure, le sujet reste proche du cours et développe des questions très classiques.

Les questions Q1, Q2, Q7, Q8, Q14, Q15, Q16 sont des questions de restitution du cours qu'il convenait de traiter avec soin. Les questions Q4, Q5, Q6, Q9, Q16 (2^e partie) et Q19 relèvent d'une exploitation immédiate de l'énoncé et du cours rappelé juste avant. Les questions Q4, Q10 font appel à des applications numériques immédiates ; les questions Q14, Q18, Q21 et Q22 à des applications numériques qu'il faut développer. Il n'y avait pas de calculs littéraux bien compliqués, beaucoup sont classiques, on les relève en Q12, Q14, Q16, Q17, Q18 et Q20. Les savoir-faire étant : calculer une intégrale déjà posée par l'énoncé, calculer des masses intérieures à des volumes fermés (Q18 : avec une masse volumique variable), intégrer une équation différentielle du premier ordre non linéaire par séparation de variables (Q20). La dernière partie (Q19 à Q22) n'exigeait aucune connaissance particulière en physique et relevait de l'étude documentaire scientifique.

Ce sujet, principalement centré sur l'optique, la mécanique céleste et les champs gravitationnels, permettait essentiellement d'évaluer le travail d'assimilation et de compréhension du cours et de quelques savoir-faire généraux : appropriation de l'énoncé, analyse de données, méthodes classiques de calcul, d'ordre de grandeur, d'analyse dimensionnelle.

Le sujet est très abordable et progressif.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe H](#).

2.3.2 Commentaires généraux

Chaque année, le jury déplore le manque de soin des copies. Cette année encore il regrette d'avoir à insister autant sur ce point. Ce n'est pas parce que le temps de composition est limité qu'il ne faut pas prendre le temps d'un brouillon. Proposer une copie où l'on voit des calculs commencés mais non aboutis, des ratures partout, des raisonnements interrompus puis repris autrement, ne rend pas service au candidat car le travail de l'examineur n'est pas d'apporter de la cohérence à une réponse décousue ni d'en extraire d'éventuels éléments valorisables.

Les qualités d'une copie bien présentée sont connues des candidats et sont exigées par leur enseignant : il s'agit donc de les mettre en oeuvre.

Nous corrélons bien souvent une mauvaise appropriation de l'énoncé et une copie affreusement présentée traduisant un défaut de hiérarchisation des informations nécessaires au raisonnement.

Les acronymes non introduits (PRIL, BAME et autres RFD et PFD) ne sont pas acceptables. Les physiciens qui nous ont légué les lois qu'ils ont découvertes méritent d'être respectés et on n'écrit pas « j'utilise Malus pour dire... ».

En optique géométrique, les conditions de Gauss imposent les petits angles. Les $\arctan(\sin \epsilon)$ et autres formes d'écritures comparables ne sont pas acceptées.

Toutes les applications numériques étaient gratifiées, il est regrettable de les ignorer. Elles doivent être achevées : le résultat se présente au format scientifique, avec le nombre de chiffres significatifs spécifiés (ici, un seul pour des calculs faits à la main), et avec une unité. Un résultat sous forme de fraction ou de racine n'est pas pris en compte.

L'énoncé demande explicitement de commenter certains calculs : on attend alors une phrase courte qui exprime une idée de physique, une conséquence (et non pas une banalité sous forme de truisme). Un commentaire ne peut se réduire à une affirmation sans justification : c'est une perte de temps pour le candidat comme pour l'examineur.

Il vaut mieux maîtriser le vocabulaire technique et l'employer à bon escient que se lancer dans des explications hasardeuses et mal formulées. Le cours d'optique introduit ainsi les expressions : différence de marche, ordre d'interférence, front d'onde, cohérence, longueur de cohérence... Justifier n'est pas nécessairement expliquer, c'est bien souvent citer un critère du cours avec le vocabulaire choisi. La concision et la précision se travaillent. On peut faire les mêmes remarques quand il s'agit de décrire une observation : la précision du vocabulaire s'impose et s'apprend.

2.3.3 Conseils aux futurs candidats

Nous réitérons aux candidats l'éternel conseil d'arriver au concours avec une parfaite maîtrise de leur cours, qui leur permettra de traiter en confiance les situations classiques.

Nous leur recommandons d'accorder un soin correct à leur copie et à leur expression. Cela favorise une meilleure appropriation de l'énoncé. Des schémas grands, clairs, légendés, sont souvent une aide utile, surtout en optique et en mécanique.

Cette compétence se travaille tout au long des deux années de préparation, dans une grande variété de contextes proposés par les enseignants.

2.3.4 Conclusions

Le sujet, très progressif, proche du cours, proposant des applications ou des situations très classiques, a permis de trier avec beaucoup d'efficacité les candidats sur leur sérieux et leur assiduité dans l'appropriation de leur cours le long des deux années de préparation.

Nous avons eu le plaisir de corriger d'excellentes copies qui respectaient l'essentiel de nos préconisations : travail soigné, vocabulaire choisi, expression claire, raisonnements fluides, et qui témoignent de la qualité du travail effectué pendant leurs années de CPGE.

2.4 Physique 2 - filière MPI

2.4.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet portait sur l'étude du « jumping ring » d'Elihu Thomson, qui est une des premières expériences de lévitation magnétique par induction.

- La première partie portait sur l'étude du champ magnétique créé par une bobine au voisinage de son axe.
- La deuxième partie portait sur l'étude de la force de Laplace s'exerçant sur l'anneau pour le faire léviter.
- La troisième partie portait sur l'étude de l'envol et du vol de l'anneau.
- La quatrième partie portait sur l'étude thermodynamique de l'anneau pour déterminer s'il peut fondre.

Les questions **Q1, Q2, Q4, Q7, Q9, Q10, Q14 à Q16, Q18, Q24, Q25, Q27** étaient assez classiques et proches du cours, bien que certaines étaient peut-être moins guidées.

Les questions **Q5, Q6, Q11 à Q13, Q17, Q26** nécessitaient des prises d'initiative et des calculs plus développés.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe I](#).

2.4.2 Commentaires généraux

Présentation des copies

- Le défaut de soin apporté à certaines copies atteint un niveau réellement préoccupant, au point qu'il devient difficile de suivre des candidats dans leurs exposés. Il n'a parfois pas été possible de décrypter certains éléments de réponses. De nombreux candidats raturent leur copie sans grand soin.
- Les questions doivent être convenablement numérotées, la réponse devant correspondre au numéro de la question posée.
- Bien que les parties puissent être traitées indépendamment et dans l'ordre souhaité, les questions au sein de chacune des parties sont posées dans un ordre cohérent et doivent donc être traitées dans cet ordre là. Il est préférable de laisser la place pour revenir sur une question bloquante et la traiter à sa bonne place, que de faire de nombreux renvois. Certaines copies sont devenues de vrais jeux de piste ! Cette attitude démontre une volonté de « grappiller des points » et non de mener un raisonnement scientifique construit.
- On apprécie un résultat littéral ou numérique encadré.
- Nous rappelons que les phrases doivent commencer par une majuscule et se terminer par un point.

Contenu des copies

- Il n'a pas été rare de trouver des abréviations dans les copies. Un futur ingénieur se doit de rédiger convenablement en utilisant un vocabulaire précis.
- Certaines copies obtiennent une note très faible en prétendant répondre à la quasi-totalité des questions. Les tentatives de bluff n'apportent aucun point et préviennent très défavorablement le correcteur.
- Nous rappelons qu'en physique, un schéma clair permet souvent d'illustrer et justifier facilement une question.
- Les flèches sur les vecteurs sont assez souvent absentes : oubli ? étourderie ? méconnaissance de la nature des grandeurs manipulées ? Nous encourageons les futurs candidats à être vigilants sur ce point.
- Les calculs doivent être menés de façon uniquement littérale, sans valeurs numériques au milieu de grandeurs littérales.
- Pour les applications numériques, les résultats doivent être fournis au format scientifique, avec un nombre de chiffres significatifs adéquat et une unité.

Il est à noter un fort contraste entre les parties du programme de MP2I et de MPI. Le jury tient à rappeler qu'il évalue l'ensemble des deux années de CPGE.

2.4.3 Conseils aux futurs candidats

Arriver aux concours avec une parfaite maîtrise du cours permettra au candidat de traiter en confiance les situations classiques et de pouvoir aborder des situations plus nouvelles, mais s'appuyant nécessairement sur des connaissances ou compétences travaillées dans l'année.

Il est conseillé aux candidats :

- d'être vigilants sur l'homogénéité des expressions littérales,
- d'être vigilants sur la rigueur dans la manipulation des grandeurs vectorielles ou scalaires,
- de s'entraîner aux calculs numériques sans calculatrices et conversions, afin de gagner en efficacité les nombreux points attribués aux applications numériques,
- d'avoir un esprit critique sur les résultats numériques obtenus et de commenter leurs incohérences si besoin.

2.4.4 Conclusion

L'épreuve a permis de réaliser une sélection satisfaisante des candidats tout en leur permettant de traiter un nombre important de questions et ainsi d'exprimer leurs compétences dans des domaines variés : questions de cours, raisonnements approfondis et prises d'initiatives.

Le jury souhaite bonne chance aux futurs candidats.

2.5 Physique 1 - filière PC

2.5.1 Remarques générales et conseils

Le jury invite les candidats à maîtriser en profondeur le cours de physique de première et de deuxième années. Les questions directement issues du cours exigent des réponses précises et rigoureusement justifiées et doivent également faire l'objet d'une rédaction soignée, afin d'être pleinement prises en compte car chaque argument pertinent est valorisé, notamment en début de problème.

Il est vivement conseillé de rédiger les questions dans l'ordre de l'énoncé et de numéroter correctement ses copies. Il vaut mieux laisser de la place pour revenir sur les questions plus tard, plutôt que de mélanger l'ordre des questions. Cependant le traitement des questions sur le brouillon peut se faire dans le désordre. Cela invite à revenir sur ses résultats de manière critique, à corriger ce qui doit l'être et à rendre une copie juste, sans rature avec une rédaction claire et concise : ce qui est attendu.

La rédaction des copies est globalement satisfaisante, mais il reste une part non négligeable des copies très mal présentées : écriture difficilement lisible, ratures abondantes, questions en désordre voire non numérotées pour certaines, raisonnement peu structuré. Le jury rappelle qu'une copie agréable à lire, avec des résultats mis en évidence, peu de ratures et une présentation claire et soignée, est un attendu du programme et du jury et prédispose favorablement le correcteur.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe J](#).

2.5.2 Généralités et présentation du sujet

Le problème propose une étude progressive de plusieurs aspects fondamentaux de la physique quantique et atomique. À travers l'analyse du spectre de l'atome d'hydrogène, du modèle de Bohr, de

l'équation de Schrödinger et de la diffraction des électrons, il met en évidence la dualité onde-corpuscule et la quantification des états microscopiques.

Le sujet, cohérent et relativement dense, associait applications directes du cours, raisonnements physiques et interprétations qualitatives, avec une difficulté croissante au fil des questions. La progressivité du sujet a permis de bien distinguer les niveaux des candidats, aussi bien pour le CCMP que pour le CMT. La dernière partie, consacrée à l'équation de Schrödinger en trois dimensions, plus délicate, a été peu abordée.

Cette année encore, les candidats disposant d'une bonne maîtrise du cours et des outils mathématiques associés ont généralement réussi l'épreuve. Les questions proches du cours (Q6, Q7, Q8, Q9, Q13 et Q14) étaient particulièrement valorisées et permettaient, lorsqu'elles étaient correctement traitées, d'obtenir une note supérieure à la note moyenne des candidats.

Le jury souligne toutefois les nombreuses insuffisances dans les applications numériques : résultats laissés sous forme de fractions, erreurs sur les puissances de dix ou absence de valeur numérique exploitable. De telles réponses ne permettent pas d'obtenir les points associés. Les calculs numériques doivent être réalisés avec rigueur, notamment lorsque deux chiffres significatifs sont attendus. L'épreuve sans calculatrice vise aussi à évaluer cette compétence. Dans l'ensemble, les unités sont présentes, cependant le jury rappelle que l'absence d'unité, une unité fautive ou une unité de type « SI » ne permettent pas de valoriser la réponse.

Le jury rappelle enfin que toute réponse doit être justifiée. Une affirmation isolée ne constitue pas une démonstration. De même, un résultat illisible ou ambigu, notamment à cause de ratures, ne peut être validé. En cas de doute, le correcteur fait le mauvais choix, tout le temps !

2.5.3 Conseils aux futurs candidats

De nombreuses copies révèlent encore des lacunes dans la connaissance du cours, des difficultés à construire un raisonnement structuré ou à mener correctement des calculs classiques. Toutefois, certains candidats se distinguent par leur capacité à mobiliser efficacement leurs connaissances et à les relier aux différentes questions du problème. L'apprentissage approfondi et régulier du cours, des méthodes et des compétences exigibles par le programme de première et de deuxième année permettent de traiter de façon satisfaisante le sujet.

Un entraînement régulier est indispensable pour acquérir de l'aisance dans les calculs numériques sans calculatrice, compétence attendue chez tout futur ingénieur.

Pour les prochaines sessions, le jury attend principalement des efforts sur la lisibilité des copies, la précision des réponses et la rigueur des raisonnements.

2.6 Physique 2 - filière PC

2.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet proposait de s'intéresser à quelques réflexions sur la physique de Richard Feynman (11 mai 1918 - 15 février 1988) qui est l'un des physiciens les plus influents de la seconde moitié du XX^e siècle. La première partie commençait par une étude de l'hypothèse atomique dans laquelle le candidat devait évaluer le rayon classique de l'électron et la taille de l'atome. La seconde partie du sujet s'intéressait au paradoxe de Feynman en commençant par étudier l'énergie et l'impulsion du champ électromagnétique et en se clôturant par l'étude de la mise en rotation d'une coquille uniformément chargée en surface par extinction d'un moment magnétique. Enfin la troisième et dernière partie du sujet permettait d'étudier la force de l'électron sur lui-même en s'intéressant d'abord au moment cinétique d'un atome puis à la

stabilité d'un atome classique et à la manière dont la mécanique quantique peut permettre de remédier aux problématiques soulevées par ces questions.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe K](#).

2.6.2 Commentaires généraux

Le jury a remarqué et apprécié qu'une majorité de copies soient bien rédigées et présentées. De plus, il a été apprécié de constater qu'une majorité de candidats ont bien avancé dans le sujet et ont traité une grande partie des questions.

Le jury rappelle qu'une application numérique sans unité ou non aboutie (présence de fractions, de facteurs π ...) ne saurait donner lieu à l'attribution des points associés. Il est aussi à noter que, comme précisé dans le préambule du sujet, il était attendu que les applications numériques soient réalisées avec deux chiffres significatifs. En conséquence, le jury a décidé d'attribuer la moitié des points de l'application numérique lorsque le premier chiffre significatif était correct et l'ensemble des points en présence des deux chiffres significatifs.

Plusieurs candidats utilisent un feutre/marqueur noir pour masquer complètement des réponses fausses. Cette pratique ne facilite pas la lecture des copies et l'encre a tendance à traverser la feuille pour marquer les réponses au verso. Le jury conseille donc d'éviter ce type de feutre/marqueur et de simplement barrer proprement une réponse fausses au stylo.

2.6.3 Conseils aux futurs candidats

Le jury souhaite que les futurs candidats s'approprient les conseils donnés dans le présent rapport et souligne qu'une bonne connaissance du cours est une condition nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve. Le jury insiste sur l'importance de l'honnêteté et de la rigueur des copies.

2.6.4 Conclusions

L'épreuve a permis de réaliser une sélection satisfaisante des candidats en leur permettant de traiter un nombre important de questions et ainsi d'exprimer leurs compétences dans des domaines variés : questions de cours, raisonnements approfondis et prises d'initiatives.

2.7 Physique 1 - filière PSI

2.7.1 Généralités et présentation du sujet

Les sujets proposés aux candidats sont naturellement longs, et peu d'entre eux peuvent espérer achever la résolution de toutes les questions posées ; le barème en tient naturellement compte. Il n'existe donc aucun point prévu pour ceux qui « abordent » (ou, en fait, survolent) un grand nombre de questions sans aboutir à des résultats tangibles. « Essayer pour voir » n'est pas interdit, mais les candidats disposent plutôt de feuilles de brouillon à cet effet !

Dans le même ordre d'idées, même si de nombreuses parties ou questions sont évidemment indépendantes, choisir de rédiger en ordre dispersé des bribes de réponses, sans donc comprendre la construction générale du sujet, ne peut jamais être en faveur du candidat. Aborder et rédiger dans l'ordre de l'énoncé est évidemment la bonne méthode (les sujets ne sont pas composés au hasard).

Plus généralement le candidat doit bien comprendre qu'il n'est pas du tout de son intérêt de chercher à « grappiller » des points : il risque d'obtenir l'inverse du résultat attendu car, en face d'une question

à la rédaction douteuse, le correcteur pourra légitimement choisir de ne pas valider la proposition qu'il aurait considérée favorablement au sein d'une rédaction respectueuse de la logique de l'énoncé.

Certaines questions, notamment au début de partie, peuvent constituer des vérifications directes des connaissances du programme. Lorsqu'un candidat identifie une telle *question de cours*, il est de son intérêt d'en proposer une rédaction soignée, complète et commentée : le barème de correction valorisera évidemment cette attitude. Croire qu'une question, parce qu'elle semble « simple », peut être « expédiée » voire « bâclée » de manière rapide et incomplète, est évidemment une grave erreur de stratégie.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe L](#).

Commentaires généraux

Le sujet proposé cette année portait essentiellement sur la mécanique des fluides : l'étude des jets d'eau d'abord dans une conduite (souple puis rigide) puis ensuite à l'air libre. Après une courte partie **I** mettant en place certains résultats essentiels à l'étude dynamique et énergétique des systèmes ouverts, le sujet comportait trois parties largement indépendantes.

La partie **II**, centrée sur les notions de bilans de grandeurs extensives (masse, quantité de mouvement ou énergie cinétique) se proposait de décrire les efforts en jeu au sein ou autour d'une lance à incendie : le tuyau est un système souple soumis à des forces de tension ; il est parcouru par un liquide en surpression, et l'ensemble est maintenu en place au niveau de son extrémité terminale par l'action d'un opérateur extérieur (le pompier qui tient cette lance). L'étude se concluait par quelques ordres de grandeur des forces à exercer. Manifestement l'unité de base (le Newton) n'est pas très familière à beaucoup de candidats qui proposent sans sourciller des valeurs étalées de 10^{-2} à 10^{+14} Newton...

La partie **III** s'intéressait aux applications et aux limites des relations (ou théorèmes) de Bernoulli, pour l'étude notamment de la hauteur atteinte par les gouttes d'eau d'un jet vertical libre dans l'air, en fonction de la surpression à la base. La prise en compte des pertes de charge pour l'étude de la « chute de pression dans une conduite horizontale » (c'est la formulation du programme de la filière PSI) s'est malheureusement avérée très difficile pour la plupart des candidats.

Enfin, la partie **IV**, plus difficile et donc peu abordée dans la plupart des copies, proposait une étude de l'influence des phénomènes de tension superficielle sur la fragmentation en gouttes d'un jet d'eau libre. Toutes les connaissances nécessaires étaient bien sûr introduites dans l'énoncé mais la résolution des questions exigeait à la fois un bon niveau de calcul formel et des raisonnements physiques élaborés.

Malgré la difficulté de plusieurs questions, peu et mal abordées par les candidats, le sujet a permis un *étalement très satisfaisant* des notes. Certains candidats parmi les plus faibles ont ainsi été classés sur la base des questions les plus proches du cours, tandis que d'autres ont été séparés de manière significative par leur abord de tout ou partie des questions les plus difficiles du sujet, pour lesquelles le jury s'est donné les moyens de valoriser chaque effort significatif dans la rédaction des questions, même si elles n'étaient pas abouties.

L'*étude statistique* des copies de cette année montre qu'il n'existe pratiquement aucune corrélation entre le nombre de questions abordées et la note finalement attribuée. En fait le jury n'a attribué *aucun point* à plus d'un tiers des questions abordées par les candidats ! Parcourir tout le sujet pour fournir des bribes de réponses incomplètes, invraisemblables, inhomogènes ou simplement affirmées sans aucune justification ne sert à rien.

2.7.2 Conseils aux futurs candidats

La première condition de la réussite aux épreuves du concours est bien évidemment la maîtrise du cours. Il ne suffit en aucun cas de disposer d'une collection de « formules » : il faut en réalité connaître

les conditions d'application de chaque résultat, ainsi que ses applications les plus usuelles. Et lorsqu'une question posée dans l'énoncé relève directement des bases du cours, il est essentiel de savoir la rédiger de manière détaillée, complète, exacte et illustrée par des schémas clairs et légendés.

Le jury conseille aussi aux candidats de prendre le temps de relire leur copie après la rédaction de chaque question, pour vérifier le caractère complet, justifié et pertinent de la réponse proposée. Il ne s'agit pas du tout de temps perdu, mais au contraire de vérifier que le travail fourni trouvera sa reconnaissance complète lors de l'évaluation. Ce peut être aussi l'occasion de vérifier la numérotation, la mise en valeur des résultats, la lisibilité de la rédaction, etc.

Rappelons enfin qu'une réponse à une question de physique ne peut être pertinente que si elle vérifie plusieurs critères. Le premier est bien sûr l'homogénéité de la relation proposée. Le second est la vraisemblance : le signe d'une grandeur ou le sens d'un vecteur, l'influence des différents paramètres dont elle dépend, . . . , sont-ils bien conformes au bon sens ? Il s'agit de deux critères si importants que le jury est à la fois déçu et un peu agacé de voir des copies passer à côté de points qu'il aurait aimé attribuer, si le candidat avait fait ce petit effort !

Dans le même ordre d'idées, la vérification explicite des résultats des applications numériques est indispensable. En l'absence de calculatrice, le jury n'est bien sûr exigeant que quant aux ordres de grandeur et aux unités. On peut raisonnablement attendre d'un candidat au concours qu'il dispose de quelques bases de comparaison pour les grandeurs usuelles (en mécanique, les forces, vitesses, puissances, pressions, etc.)

2.8 Physique 2 - filière PSI

2.8.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet traite de la conversion de puissance électromécanique. Il étudie d'abord un *moteur électrostatique* fonctionnant avec un condensateur à capacité variable, son alimentation par tension en crêteaux et la puissance mécanique obtenue, celle-ci pouvant être augmentée par une version multicouche. Une architecture de type « brushless » sans contact glissant permet de limiter les pertes par frottement (importantes à petite échelle). Les parties suivantes portent sur un *moteur électromagnétique* monophasé à inductance variable. La comparaison des lois d'échelle entre ces deux types de moteurs permet de conclure que le moteur électrostatique est très performant pour réaliser des micromoteurs ou des micro-actionneurs alors que l'échelle macroscopique reste réservée aux moteurs électromagnétiques.

2.8.2 Commentaires généraux

Le sujet était peu calculatoire. Il privilégiait la compréhension du fonctionnement des dispositifs présentés, l'analyse de documents (cartographies de lignes de champ, solutions numériques d'équations différentielles, courbe de Paschen . . .) et l'interprétation des résultats. Il a mis en évidence un certain nombre de défauts, plus sur la forme que sur le fond.

Une fois de plus, il faut rappeler aux candidats qu'ils doivent fournir une composition propre, lisible et structurée, les questions doivent être numérotées et les résultats mis en évidence. La présentation et l'écriture se sont encore fortement dégradées jusqu'à rendre certaines explications inaccessibles. Rappelons aux candidats qu'en cas d'illisibilité, la réponse est fautive, sans bénéfice du doute.

Lorsque des commentaires sont exigés, ils manquent trop souvent de clarté, s'avérant parfois incompréhensibles, redondants ou excessivement longs par manque d'un vocabulaire adapté. Les fautes de grammaire et de syntaxe nuisent grandement à la lecture. De même, les schémas se révèlent

maladroits, mal ou non paramétrés, voire inexploitable ; ces lacunes en font des supports stériles qui débouchent inévitablement sur des conclusions approximatives et fausses.

Chaque réponse doit être justifiée, argumentée, le raisonnement structuré sans omettre les étapes nécessaires, les calculs littéraux simplifiés et achevés. Il ne faut pas attendre que le correcteur complète ces absences.

Il est bien entendu indispensable de vérifier l'homogénéité des expressions, le sens physique et la pertinence des résultats qu'ils soient définitifs ou intermédiaires. Lorsque ceux-ci sont numériques, ils doivent être fournis sous forme décimale et accompagnés de leur unité (le sigle « USI » n'est pas accepté).

L'épreuve a été souvent survolée, sans progression chronologique et les points acquis par-ci par-là sans que les fonctionnements des moteurs ne soient compris.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe M](#).

2.8.3 Conseils aux futurs candidats

Le minimum pour aborder cette épreuve est de connaître parfaitement le cours (de seconde, mais aussi de première année) et de bien maîtriser ses applications les plus élémentaires. Il faut aussi lire attentivement l'énoncé de façon à bien comprendre le fonctionnement des dispositifs présentés, d'anticiper l'orientation du problème et d'éviter les hors sujets pour les questions posées, surtout si elles conditionnent la suite. Ensuite, il est important d'optimiser la longueur des réponses tout en gardant l'argumentation et la rigueur du raisonnement, cela permet de gagner du temps et d'aller au plus loin dans le problème. Lorsque des explications ou des commentaires sont exigés, il vaut mieux les limiter à quelques lignes, en étant concis mais précis, avec un vocabulaire adapté, à la fois courant et scientifique. Parfois un schéma ou un tableau suffisent, ils valent mieux que des explications confuses. Lorsqu'il y a plusieurs items dans une question, il faut structurer la réponse, ne pas répondre dans le désordre et mettre en évidence les résultats intermédiaires utiles ainsi que la conclusion.

2.8.4 Conclusions

La principale difficulté du sujet reposait sur la capacité à appréhender successivement plusieurs dispositifs techniques, en assimilant et en analysant rapidement leurs principes de fonctionnement. Le jury a constaté avec satisfaction que de nombreux candidats ont su faire preuve d'intuition, de réflexion et d'un réel sens physique/technique. Longue, cette épreuve offrait à chacun l'opportunité de s'exprimer à travers des séquences variées et complémentaires. Pour accéder à la note la plus élevée, les candidats se sont montrés investis et actifs, cette belle énergie a parfois basculé dans la précipitation, nuisant gravement à la propreté, à la lisibilité et à la clarté de la rédaction. Pour éviter que cette énergie ne demeure « désordonnée », un travail rigoureux doit être mené durant les années de préparation : une présentation négligée altère l'impression d'ensemble et pénalise la note finale.

3 Chimie

3.1 Remarques générales

Comme tous les ans, les calculatrices ne sont pas autorisées. Il convient donc de savoir faire les opérations élémentaires : additions, soustractions, divisions et multiplications. Aucun calcul de cette épreuve n'est trop compliqué pour être fait à la main. Les candidats sont invités à simplifier les calculs à l'aide d'approximations qui leur permettent de donner un résultat dans le bon ordre de grandeur.

Il ne faut pas négliger les applications numériques demandées. Elles permettent de faire un commentaire critique d'un résultat ou d'une modélisation et sont indispensables dans une démarche scientifique. Le temps nécessaire à ces applications numériques faites « à la main » est bien évidemment pris en compte dans le barème et les candidats qui mènent leur(s) calcul(s) au bout se voient toujours récompensés.

Le jury rappelle une nouvelle fois qu'un résultat ne saurait être donné sous forme d'une fraction. L'application numérique finale doit être un nombre réel suivi obligatoirement de son unité. Un résultat sans unité pour une grandeur dimensionnée ne donne lieu à aucune attribution de points.

La présentation est prise en compte dans le barème de notation. Il n'est pas très compliqué d'encadrer un résultat et de mettre en valeur une copie. Les phrases explicatives doivent être simples et compréhensibles. Les ratures doivent être limitées et peuvent être faites proprement lorsqu'elles sont nécessaires. Le jury tient à rappeler que le soin apporté à la copie, qu'il s'agisse de la présentation, de l'écriture ou de la rédaction, permet de mettre le correcteur dans de bonnes conditions d'évaluation. À l'inverse, un candidat qui ne respecte pas les numéros des questions, fait des schémas bâclés ou rend une copie difficilement lisible perdra des points. Le correcteur n'a pas à déchiffrer des gribouillis ni à choisir lui-même la réponse à une question quand deux réponses sont écrites dans la copie.

Il est primordial de bien lire l'énoncé du sujet afin de répondre à la question posée sans digression, car aucun point n'est attribué dans ce cas. De plus, relire la question que l'on vient de traiter avant de passer à la suivante permet de s'assurer d'avoir répondu à la totalité de la question.

Il est conseillé aux candidats d'aborder et de rédiger les questions dans l'ordre de l'énoncé.

Rappelons que les réponses rédigées au crayon à papier ne sont pas corrigées, de même que celles non associées au numéro de la question.

Les définitions, le vocabulaire, les lois classiques doivent être maîtrisés si l'on souhaite réussir les épreuves.

Enfin, le jury rappelle que les règles de l'orthographe et de la grammaire s'appliquent aussi à une copie scientifique.

3.2 Chimie - filière MP

3.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet avait pour thème *La chimie et le traitement des eaux*. Il comportait deux parties indépendantes : une première sur le traitement des eaux par le procédé électro-Fenton, et une deuxième sur le traitement des eaux par des procédés biologiques. Les domaines abordés étaient variés : oxydoréduction, chimie des solutions, cinétique et cristallographie dans la partie 1, et thermodynamique et oxydoréduction dans la partie 2.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe N](#).

3.2.2 Commentaires généraux

La première partie portait sur l'électrochimie, les diagrammes potentiel-pH, la chimie des solutions, la cinétique et la cristallographie. Elle est globalement abordée, mais les justifications restent souvent insuffisantes et implicites. Des confusions persistent en électrochimie (pile/électrolyse, polarités, sens des électrons) ainsi qu'une maîtrise fragile des montages expérimentaux. L'exploitation des diagrammes et des équilibres est souvent incomplète, malgré des calculs globalement corrects lorsque la méthode est connue. La cristallographie est mieux réussie, même si certaines notions comme la coordinence restent mal maîtrisées. Les applications numériques sont fréquemment inachevées ou entachées d'erreurs.

La deuxième partie portait sur la thermodynamique chimique et l'oxydoréduction. Elle a rarement été traitée dans son intégralité. Les principales difficultés concernent la rigueur dans les équations de réaction et l'application de la relation de Nernst. Les grandeurs thermodynamiques et les constantes d'équilibre sont globalement connues, mais leur exploitation numérique reste fragile et incomplète. Les justifications sont souvent absentes ou implicites.

Dans l'ensemble, le sujet comportait un grand nombre de questions accessibles à des candidats préparés. Il apparaît que peu de copies sont restées totalement vides et que les candidats ont, dans leur majorité, tenté de traiter les différentes parties du sujet, souvent en cherchant à valoriser les questions les plus abordables. Le jury constate toutefois un manque de rigueur récurrent : réponses insuffisamment justifiées, lecture parfois superficielle de l'énoncé et erreurs fréquentes en applications numériques. La présentation des copies reste perfectible, notamment sur la numérotation des questions, la lisibilité et la mise en valeur des résultats.

3.2.3 Conseils aux futurs candidats

Il est primordial de bien lire l'énoncé du sujet afin de répondre à la question posée sans digression car aucun point dans le barème n'est attribué dans ce cas. De plus, relire la question que l'on vient de traiter avant de passer à la suivante permet de s'assurer d'avoir répondu à la totalité de la question.

Il est conseillé aux candidats d'aborder et de rédiger les questions dans l'ordre de l'énoncé, et de numéroter correctement chacune de leurs réponses. Les applications numériques doivent être clairement explicitées et menées jusqu'à leurs termes. Les valeurs numériques présentées sous forme de fraction ne sont pas acceptées. Le résultat final doit être accompagné de son unité adéquate.

Les définitions, le vocabulaire, les lois classiques doivent être maîtrisées si l'on souhaite réussir cette épreuve. Ainsi, pour cette épreuve sur le traitement des eaux, il fallait notamment :

- connaître des notions simples autour des électrolyseurs,
- savoir interpréter des courbes intensité-potentiel,

- avoir des notions d'atomistique,
- savoir attribuer les domaines d'un diagramme E-pH,
- exprimer une constante de solubilité,
- connaître le lien de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration d'une solution,
- établir l'expression de la concentration en fonction du temps pour une réaction d'ordre 1 et exprimer le temps de demi-réaction,
- connaître les définitions en cristallographie (population, condition de contact, coordinence, masse volumique) et maîtriser la maille cubique à faces centrées,
- ajuster les coefficients stœchiométriques d'une équation de réaction ou d'une demi-équation électronique,
- maîtriser les formules utiles en thermochimie et savoir faire des calculs simples,
- connaître la loi de Nernst et l'appliquer correctement,
- calculer une constante d'équilibre d'oxydoréduction.

3.2.4 Conclusion

Même si le sujet présentait quelques difficultés, le barème valorisait toute démarche cohérente et argumentée.

Le jury souligne qu'une bonne connaissance du cours est nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve. Certains candidats se sont distingués par des connaissances solides et des réponses très bien argumentées.

3.3 Chimie - filière PC

3.3.1 Présentation de l'épreuve

L'épreuve de chimie comportait deux parties totalement indépendantes.

La première étudiait certains aspects de la synthèse d'une molécule d'intérêt thérapeutique : la cynéine A. Cette partie abordait les thèmes de chimie organique, spectroscopie, chimie orbitale (réactivité et cycle catalytique), thèmes qui sont traités dans les programmes de première et seconde année.

La seconde partie abordait les questions soulevées par le recyclage des métaux présents dans les déchets issus de l'utilisation des batteries lithium/ion. Les thèmes abordés sont l'oxydoréduction en solution aqueuse (thermodynamique de l'oxydoréduction, diagrammes potentiel/pH, courbes courant/potentiel), la cinétique chimique, les réactions en solution avec l'utilisation d'un système à deux solvants non miscibles et les structures des édifices chimiques (formules de LEWIS et cristallographie).

Dans le détail

Le jury souhaite à la fois partager avec les enseignants et futurs candidats un état des connaissances constaté dans les copies de la session 2026 et préciser les attentes du jury pour les sessions à venir. Il a constaté une dégradation notable de la présentation des copies rendant pour certaines la lecture et la correction difficiles voire impossibles dans certains cas. Il tient donc à rappeler aux futurs candidats la

nécessité de prendre en compte les conseils et critiques de leurs professeurs sur le fond mais également sur la forme de leurs copies lors des deux années de préparation.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'[annexe O](#).

3.3.2 Conseils pour les futurs candidats

La règle fondamentale à suivre est de justifier les réponses proposées. Les candidats ne sont probablement pas toujours conscients que leur façon de présenter un résultat est insuffisante pour convaincre le correcteur. Ceci est particulièrement vrai pour la détermination des descripteurs stéréochimiques. La probabilité d'une réponse juste étant de 0,5, le jury doit s'assurer que le résultat annoncé n'est pas dû au hasard.

La chimie étant une discipline expérimentale, il est normal de confronter un modèle aux résultats obtenus. Les épreuves proposent souvent de comparer les données issues des expériences aux prévisions théoriques. Il s'agit souvent de commenter des courbes. Là aussi, il ne suffit pas d'un vague « on voit bien », « il apparaît que... » : il faut faire référence à la figure précise (numérotée), et bien rappeler que le comportement attendu de la grandeur x (à bien préciser) en fonction de la grandeur y (à bien préciser) est bien suivi.

3.3.3 Conclusion

Certaines copies se sont révélées remarquables par la pertinence de leur démarche scientifique, l'efficacité de leur raisonnement, la justesse du vocabulaire employé et leurs prises d'initiative.

3.4 Chimie - filière PSI

3.4.1 Remarques générales et conseils

Le jury souhaite rappeler aux candidats quelques remarques essentielles à leur réussite :

- une copie doit être correctement présentée, le numéro des questions doit apparaître clairement, les réponses doivent être rédigées dans un français correct, les résultats doivent être mis en valeur (encadrés ou soulignés). Le jury déplore cette année encore une recrudescence de réponses non numérotées/mal numérotées, et des réponses parfois libellées en style télégraphique (remplacement de mots par des symboles, parfois très personnels et difficilement compréhensibles),
- lors du développement d'un raisonnement, l'établissement d'expressions littérales *suivies par* l'application numérique correspondante sont attendus,
- Toute réponse doit être justifiée,
- Les applications numériques (sans calculatrice) sont souvent négligées. Les futurs candidats auraient tout intérêt à s'entraîner aux calculs à la main au cours de leurs années de préparation. Le jury indique qu'une marge de tolérance est appliquée aux réponses conduisant à une valeur numérique (la marge de tolérance est indexée sur la difficulté à mener le calcul),
- Les applications numériques sans unité sont évidemment comptées fausses,
- La malhonnêteté ne paye pas (trouver un résultat attendu ou connu en développant un raisonnement erroné à la base).

3.4.2 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de la session 2026 avait pour thème « La chimie et le traitement des eaux ». Il comportait des questions largement indépendantes sur l'étude et l'analyse de courbes intensité-potentiel, de la cinétique chimique, des études structurales, l'exploitation de diagrammes potentiel-pH, des réactions d'oxydoréduction, et une étude thermodynamique. L'énoncé proposé permettait aux candidats de ne pas rester bloqués. Le sujet était très proche du cours et a permis de classer les candidats de façon efficace, en récompensant les candidats qui se sont investis dans l'apprentissage et le travail du cours de chimie.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe P](#).

3.4.3 Conseils aux futurs candidats et conclusions

Le jury conseille aux futurs candidats :

- de mener un travail rigoureux du cours de chimie tout au long de l'année,
- de justifier systématiquement les réponses apportées, tout en faisant preuve de concision,
- de soigner les applications numériques,
- de présenter des copies claires et lisibles.

4 Informatique

4.1 Informatique commune aux filières MP, PC et PSI

4.1.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet d'informatique commune portait cette année sur le jeu Quixo à deux joueurs. Il avait pour objectifs de coder le jeu pour 2 joueurs humains puis de mettre en place des algorithmes de théorie des jeux permettant de trouver des stratégies gagnantes.

Le début du sujet portait sur la mise en place du jeu et faisait appel à des notions d'algorithmique étudiées en première année. La suite du sujet portait sur l'implémentation de l'algorithme de théorie des jeux min-max. Cet algorithme faisant partie du programme de seconde année, les questions le traitant ont permis d'évaluer la capacité des étudiants à adapter un algorithme vu lors de leur formation au jeu spécifique de Quixo. Une amélioration de cet algorithme était ensuite proposée avec l'algorithme alpha-beta. Cet algorithme, inconnu pour la majorité des candidats, a mis en évidence la capacité de certains à comprendre et s'approprier un algorithme nouveau. Le sujet se terminait avec des questions de SQL. Dans l'ensemble du sujet, des questions portaient sur la compréhension des règles du jeu et des algorithmes proposés.

Le sujet était composé de 21 questions balayant une partie conséquente du programme d'informatique des deux années de CPGE. L'épreuve a donc permis d'évaluer la capacité des candidats à relier les notions étudiées lors de leur formation au jeu de Quixo.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe Q](#).

4.1.2 Commentaires généraux

- Il a été noté une détérioration de la propreté et de la lisibilité des copies. Il est demandé aux candidats d'utiliser un brouillon avant de remplir le document-réponse.
- Pour une majorité de questions, le document-réponse donne une indication du nombre maximum de lignes nécessaires pour la traiter. Les réponses proposées doivent pouvoir tenir dans l'espace dédié dans le document-réponse et il est demandé aux candidats de limiter l'usage d'astérisques et de systèmes de renvoi dans les copies.
- Il est rappelé aux candidats que si des commentaires sont indispensables lors de l'écriture de codes complexes, il est rarement utile d'écrire un paragraphe de plusieurs lignes pour présenter l'idée générale d'un code Python. De plus, les commentaires doivent servir à expliciter une astuce ; ils ne sont pas nécessaires pour les idées classiques ou évidentes.
- Une attention particulière est attendue lors de la définition et l'utilisation des variables : il est conseillé d'utiliser des noms de variables cohérents avec son utilisation et de ne pas utiliser des noms déjà utilisés.
- La manipulation des booléens manque de précision. Nous rappelons qu'il est parfois nécessaire d'utiliser des parenthèses lors de la création d'un booléen et `(a,b)==(b,c)` n'est pas équivalent à `a,b==c,d`. Les règles de Morgan ne sont pas maîtrisées et cette méconnaissance engendre des erreurs. Sans être incorrect, l'utilisation du code `if a==b : return True ... else : return False` montre le manque de familiarisation avec les booléens.
- Des erreurs de syntaxe python sont récurrentes dans les copies : utilisation de `assert` à la place de `if`, oubli de parenthèses lors de l'utilisation de `range`, oubli du double signe `=` lors des tests d'égalité, utilisation des syntaxes propres aux tableaux numpy avec des listes.

- Certaines copies proposent des réponses incorrectes à cause d’une mauvaise compréhension des consignes. Il est demandé aux candidats de lire attentivement ce qui est demandé.
- Lorsqu’il est demandé qu’une fonction retourne une valeur, il est nécessaire de vérifier que c’est le cas. Dans l’exemple ci-dessous, si la condition1 est vérifiée mais pas la condition2, la fonction ne retourne rien.

```
if condition1 :  
    if condition2 :  
        return True  
    else :
```

4.1.3 Conseils aux futurs candidats

- Nous conseillons aux futurs candidats une lecture attentive du rapport du jury afin d’éviter les erreurs récurrentes dans les copies.
- Nous conseillons de se familiariser avec le programme officiel d’informatique commune afin de vérifier la maîtrise des points exigibles aux concours.

4.2 Informatique option MP

4.2.1 Généralités

Le sujet s’intéresse à la manipulation d’automates dont l’alphabet est composé des vecteurs binaires de taille fixe. Il est composé de cinq parties : une première partie met en place quelques fonctions élémentaires, une seconde partie s’intéresse à la détermination de ces automates, une troisième partie traite de l’utilisation de ces automates pour quelques opérations arithmétiques, une quatrième partie s’intéresse à l’arithmétique de Presburger et une dernière partie à l’utilisation de ces automates pour la satisfiabilité de certaines formules.

30 questions composent le sujet.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l’annexe R](#).

4.2.2 Commentaires généraux

Les programmes présentés par les candidats respectent les règles d’indentation avec des retours à la ligne facilitant la lecture du code. On constate une certaine agilité et efficacité dans le codage.

Beaucoup de copies restent malgré tout mal présentées voire même illisibles pour le correcteur, sans indentation, avec de grosses ratures, des renvois avec des flèches en bas de page, etc. Ces copies sont très difficiles à interpréter.

Plusieurs compositions utilisent des fonctions auxiliaires, ce qui est une bonne chose pour décomposer un programme. Il est recommandé d’utiliser des noms significatifs à l’image de ce que font les concepteurs des sujets. Un commentaire additionnel permet de mieux évaluer la compréhension du sujet ou de la question par les candidats.

On constate dans beaucoup de copies le refus du formalisme (même simple) : cela donne des descriptions longues, confuses et des argumentations qui n’en sont pas.

Une certaine méconnaissance de notions classiques a pu être constatée : algorithme de détermination d'un automate, calcul rapide des puissances, calcul de l'écriture binaire d'un entier, ainsi que des négligences sur des concepts de base : double inclusion, état final ou initial, mauvaise lecture de l'énoncé et des consignes, présentation d'explication là où du code ou des automates sont demandés

4.3 Informatique 1 filière MPI

4.3.1 Généralités

L'épreuve était composée d'un problème unique comportant 30 questions. Le problème était divisé en cinq sections. En explorant la décidabilité de l'arithmétique de Presburger par la construction d'automates synchrones, il permettait de tester les candidats sur de nombreux aspects du programme, dont la programmation en OCaml, la manipulation d'automates et de langages réguliers, l'utilisation de la représentation en base 2 des entiers, la logique du premier ordre et la déduction naturelle, ainsi que la théorie de la complexité.

La première section introduisait des préliminaires techniques autour de la manipulation d'entiers naturels représentables sur n bits et leur implémentation en OCaml.

La deuxième section commence par l'étude et la conception d'automates synchrones, permettant la lecture simultanée de plusieurs mots binaires de même taille. Elle demande de rappeler et d'implémenter en OCaml une partie des algorithmes de manipulation d'automates au programme.

La troisième section, plus courte, permet aux candidats et candidates d'étudier la reconnaissance de mots représentant des opérations arithmétiques à l'aide d'automates, avec la reconnaissance par un automate du langage associé à la somme et la non-régularité du langage associé à la multiplication.

La quatrième section introduit la logique du premier ordre sur l'arithmétique de Presburger. Après quelques questions introductives, elle propose aux candidats et candidates la mise sous forme simple de ces formules et la construction d'arbres de preuve en déduction naturelle sur des formules sans et avec quantificateurs.

La cinquième et dernière section introduit aux candidats et candidates le problème TAUTOLOGIE-PRESBURGER. Après la conception d'une réduction depuis FNC-SAT, il introduit les éléments nécessaires à la construction d'un automate par induction sur les formules de Presburger permettant de tester leur validité, ainsi que l'implémentation de cette construction en OCaml.

Le sujet comporte des questions de programmation en OCaml de difficulté variable, des questions de cours implémentant des algorithmes de cours, des questions d'application directe des notions de cours ou introduites dans le sujet. Une grande majorité des candidats et candidates ont compris les notions introduites par le sujet et ont pu proposer des réponses cohérentes. Cependant, la restitution et l'application directe des théorèmes et algorithmes de cours ont souvent été insuffisamment réussies. La maîtrise de ces notions de cours assurait aux candidats et candidates d'obtenir une note honorable, même en ne traitant qu'une partie du sujet. Le niveau global des candidats et candidates est bon, et le jury a remarqué quelques excellentes copies. Néanmoins, le pourcentage de réussite sur les questions de cours n'est pas à la hauteur de la filière MPI en informatique.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe S](#).

4.3.2 Mise en forme des copies

Une grande majorité des copies est présentée de manière lisible, facile à lire et en utilisant un niveau de langage et de structuration des raisonnements adapté. Les questions vérifiant la bonne compréhension

du sujet ont souvent été bien comprises et réussies. Cependant, une partie non négligeable des copies n'applique pas rigoureusement les consignes habituelles de présentation d'épreuves scientifiques écrites de concours : un peu plus d'un tiers des copies ont subi un malus de points lorsque la présentation de leur copie rendait difficile leur correction.

Le jury rappelle quelques consignes à respecter.

- L'utilisation d'effaceur, blanco ou souris correctrice est à éviter absolument.
- Si un candidat ou une candidate souhaite retirer une partie de ses propositions à la lecture de l'examineur, il convient de barrer le paragraphe associé. Mettre ce paragraphe entre parenthèses est inopportun et peu lisible. Même pour un mot seul au milieu d'une phrase, on préférera le barrer par un trait droit plutôt que d'étaler un pâté d'encre pour le cacher. Pour barrer une zone de la copie, le jury apprécie qu'un trait soit tracé avant et après la zone pour la délimiter et que cette zone soit barrée à l'aide d'une grande croix propre. Si le jury ne trouve pas anormal de trouver quelques ratures propres dans une copie, il est attendu une bonne gestion du brouillon pour éviter qu'une trop grande partie de la copie soit barrée.
- Les réponses rédigées doivent utiliser un vocabulaire précis, notamment en utilisant les connecteurs logiques adaptés à la structure de la réponse et aux notions telles qu'énoncées dans le sujet.
- Une orthographe, une grammaire ou une graphie négligées ont pu rendre difficile la lecture de certains raisonnements, de même que l'utilisation d'acronymes : par exemple, on préférera "tel que" à "tq", "Montrons que" à "Mq", "par hypothèse" plutôt que "hyp", etc. Les copies proposant des rédactions d'un niveau de langue inadapté ou une utilisation abusive d'acronymes ont pu être sanctionnées d'un malus de point global.
- Il est malvenu de diminuer ou de critiquer ses propres réponses, par exemple en disant "Je pense que l'automate suivant est correct". Cependant, le jury a valorisé les réponses indiquant explicitement les parties d'un raisonnement qu'ils n'ont pas su démontrer, en indiquant éventuellement les stratégies de résolution qu'ils n'ont pas su compléter.
- Il est attendu de présenter ses questions dans l'ordre du sujet. Les élèves qui souhaiteraient ne pas les traiter dans l'ordre peuvent prévoir un espace suffisant lorsqu'ils passent des questions afin de pouvoir y répondre plus tard. Il ne faut pas oublier de numéroter les questions auquel on répond, ainsi que de numéroter les copies dans l'encadré inclut dans les en-têtes en incluant le numéro de la dernière. Il est inutile de recopier le numéro ou les intitulés des parties.

4.3.3 Remarques spécifiques aux questions de programmation

Une grande majorité des copies a rédigé ses programmes OCaml de manière claire, structurée et indentée de manière à rendre lisible la structure du code. Celles qui proposaient des codes peu indentés, donc peu lisibles, ont été régulièrement sanctionnées d'un malus.

Dès qu'une fonction OCaml utilise une fonction auxiliaire, ou dès qu'elle utilise une stratégie présentant une subtilité, il est attendu d'expliquer leurs choix de stratégie. Pour cela, les candidats et candidates ont plusieurs outils à leur disposition : d'abord l'utilisation de noms pertinents de variable et fonctions auxiliaires, puis des explications sur le rôle et types manipulés par ces dernières.

Au contraire, il est inutile de commenter son code en le paraphrasant. La place privilégiée de ces commentaires est avant les codes associés, donc sans avoir besoin de les encadrer par les délimiteurs de commentaire OCaml ou les différencier par une couleur différente. On peut éventuellement placer les commentaires à côté ou à l'intérieur de codes s'ils se limitent à quelques mots et ne gênent pas la lisibilité du code. L'absence de commentaires, ou l'utilisation de noms de variable non pertinents, ont

pu conduire au retrait d'une partie des points associés à la question, et jusqu'à la totalité des points lorsque l'absence de ces commentaires n'a pas permis au correcteur de comprendre la stratégie utilisée.

Si le jury se montre tolérant dans le cadre d'un écrit de concours sur la syntaxe des langages de programmation au programme, les erreurs de syntaxe répétées et celles changeant la sémantique des codes ont été sanctionnées. Les erreurs les plus courantes sont rappelées dans le paragraphe suivant. Notamment, il était essentiel d'utiliser les mêmes types que ceux utilisés par le sujet, en évitant par exemple de confondre les types de tableaux et de listes chaînées.

Parmi celles-ci, le jury rappelle que :

- l'utilisation de fonctions d'affichage, par exemple `Printf.printf` que les jury ont rencontré dans les copies, n'étaient jamais pertinentes ;
- l'utilisation de `;` à l'intérieur de `if ... then ...` peut imposer de parenthéser le corps de la conditionnelle ;
- le corps d'une boucle `for` ou `while` doit être de type `unit` : il est donc impossible de sortir d'une boucle sans utiliser une autre structure de contrôle. Le jury a valorisé les copies qui ont utilisé le rattrapage d'exceptions ou des fonctions récursives terminales pour remplacer ces boucles lorsque cela était nécessaire pour assurer une bonne complexité dans le pire cas ;
- les fonctions `Array.make`, `Array.length` et `List.length` sont à connaître parfaitement, notamment leurs complexités ;
- certaines questions nécessitaient d'être attentif aux types utilisés, notamment entre les tableaux de booléens représentés par un `bool array` et les tableaux de bits représentés par des `int array`.

Les réponses à des questions de programmation proposant une complexité bien plus importante que la solution attendue n'ont pas obtenu tous les points, notamment dans les cas où la solution attendue était rapide à écrire et ne présentait pas de subtilités particulières.

4.3.4 Remarques spécifiques aux questions demandant un raisonnement

Les consignes de présentation habituelles des épreuves scientifiques d'un concours d'entrée aux écoles d'ingénieur s'appliquent aussi en informatique. Les raisonnements développés doivent utiliser un vocabulaire précis, préciser le type de raisonnement utilisé et formaliser ses réponses. Lorsqu'un raisonnement utilise une preuve par induction, il convient de commencer par préciser qu'on l'utilise, en précisant l'ensemble sur lequel porte l'induction, la variable sur laquelle la preuve sera faite et la propriété que l'on va démontrer. Lors de l'étape d'hérédité ou le traitement des cas inductifs, les hypothèses qu'on y utilise doivent être indiquées.

Lorsqu'une question demande de rappeler une définition, une construction ou un algorithme de cours, il est nécessaire d'en donner une définition formalisée. Il est possible de s'aider d'un schéma pour introduire des notations et notions utilisées dans une preuve. Cependant, le schéma ne se substitue ni à une preuve rédigée du raisonnement, ni à une introduction formelle des objets qui seront utilisés dans la preuve. Par exemple, pour la question 9, il était attendu de préciser formellement quels étaient les états de l'automate déterministe proposé, ainsi que ses transitions, état initial et états finaux. Un exemple de construction d'un tel automate ne constituait pas une réponse correcte à elle seule.

En logique, il faut être particulièrement précis sur le vocabulaire utilisé. Par exemple, on ne peut parler d'une formule "vraie" qu'en précisant l'assignation ou valuation choisie. Il ne faut pas confondre cette notion avec la notion de tautologie ou de satisfaisabilité. Il faut faire la différence entre le connecteur logique d'équivalence (noté $\leftrightarrow$) et l'équivalence sémantique (noté $\equiv$). Dans une preuve de déduction naturelle, il convient de n'utiliser que les règles de déduction proposées en annexe. Lorsqu'une

règle de déduction possède une condition pour pouvoir être appliquée, il faut faire apparaître cette condition dans la réponse.

Le sujet proposait une définition d'automates finis non déterministes, mais qui ne comportaient pas de ε -transitions et qui n'étaient pas des automates généralisés. Les automates finis déterministes complets y étaient définis comme un cas particulier de ces automates finis non déterministes. Lorsqu'une question demandait la construction d'un tel automate, il fallait être attentif à bien indiquer l'état initial et les états finaux.

Lorsque le sujet introduit une notation, il faut éviter de prendre des libertés avec ces notations. Par exemple, il fallait éviter d'écrire v_1 à la place de $v_1(m)$, ou encore $q_1 \times q_2$ ou $\{q_1; q_2\}$ à la place de (q_1, q_2) pour un couple. Il convient également de nommer ses objets de façon à facilement les identifier entre eux : $t_1, t_2 \dots$ pour des termes, $x_1, x_2, y_1 \dots$ pour des variables, $q_1, q_2 \dots$ pour des états, etc.

Pour les questions demandant de justifier une complexité, on peut annoter légèrement le code pour indiquer des éléments de complexité, mais ces éléments doivent être justifiés et rédigés par la suite.

4.4 Informatique 2 filière MPI

4.4.1 Remarques générales

Le sujet, intitulé « Regards contemporains sur des algorithmes des années 1990 : conception et optimisation pour moteurs de jeux vidéo », portait sur la représentation et le parcours d'un univers de jeu vidéo rétro modélisé comme un graphe orienté pondéré : des salles reliées par des passages unidirectionnels, chacun associé à un coût.

Il se composait de quatre parties largement indépendantes réunies autour de ce thème commun, pour un total de 38 questions : représentation relationnelle des données (SQL) ; représentation en mémoire et navigation dans le monde (listes chaînées puis format CSR, parcours de graphe) ; recherche rapide de chemin avec heuristique (BFS, Dijkstra, A* et A* pondéré) ; enfin, arbres BSP et dérécursivation.

Le sujet était long et mobilisait des compétences variées : modélisation relationnelle et SQL, programmation C autour de deux représentations de graphe, calculs de complexité mémoire, démonstrations algorithmiques. Il fallait savoir aller à l'essentiel. Les parties étant indépendantes, les résultats des questions précédentes pouvaient toujours être admis pour traiter les suivantes.

Les meilleures copies se sont distinguées par des démonstrations structurées et un code conforme à la syntaxe C attendue. À l'inverse, une faiblesse récurrente est apparue dans la maîtrise du C — allocations mal gérées (`salle**` au lieu de `salle*`, `malloc` oubliés), coefficients faux dans les formules de complexité et dans le traitement des questions théoriques, souvent réduites à leur conclusion sans que le raisonnement demandé soit déroulé.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe T](#).

4.4.2 Programmation

S'agissant de l'épreuve d'informatique de MPI, une attention particulière a été portée à la validité du code C et SQL. Le code étant rédigé sur papier, une indulgence raisonnable a été accordée pour l'oubli d'un « ; » ou d'une « } », mais aucune pour du code invalide : `()` au lieu de `[]` pour l'accès à un tableau, opérateur d'affectation « `←` », appel de méthodes sur des structures, `None` au lieu de `NULL`, passage de `void` en paramètre, définition d'une fonction dans le corps d'une autre, etc.

En SQL, l'écriture des jointures ainsi que le bon emploi de `GROUP BY`, `COUNT`, `MIN`, `HAVING` et `ORDER BY` étaient au programme. Les erreurs les plus fréquentes ont été les jointures sur la mauvaise clé

étrangère (**sortie** au lieu de **entree**, ou l'inverse), l'oubli du **GROUP BY** et surtout l'emploi de **WHERE** à la place de **HAVING** pour filtrer sur un agrégat.

En C, la gestion de la mémoire reste le point le plus discriminant. Lorsqu'une fonction doit renvoyer une structure qu'elle construit, il faut l'allouer dans le tas avec **malloc**, et non déclarer une variable locale renvoyée par adresse ; inversement, lorsqu'un paramètre est déjà une référence vers une structure existante, aucune allocation n'est nécessaire — de nombreux **malloc** inutiles ont été observés. L'initialisation des structures doit être complète et rigoureuse : champs mis à **NULL**, indices initiaux correctement posés, bornes de boucle exactes. Les confusions liées à **sizeof** (notamment entre la taille d'une structure et celle d'un pointeur) et les erreurs d'indice (« off-by-one ») dans le format CSR ont coûté des points.

Le parcours d'une liste chaînée doit suivre les chaînages (champ **suivant**), et non itérer sur des indices de tableau. Cette confusion, déjà signalée les années précédentes, trahit une incompréhension de la structure de données et a été pénalisée à chaque occurrence.

4.4.3 Présentation

Le jury apprécie la mise en valeur du code et des résultats principaux (encadrement de la réponse finale). Pour les questions de démonstration, l'usage de schémas (représentation CSR d'un graphe, illustration d'un chemin) a été valorisé lorsqu'il clarifiait le raisonnement.

Est-il besoin de rappeler que le soin est essentiel ? Certaines copies restent difficiles à corriger tant les ratures et corrections rendent le code presque illisible. Le rôle du correcteur est de vérifier la validité d'un code ou d'une démonstration, non de deviner les mots, voire les lettres, tracés par le candidat : une réponse illisible n'est pas corrigée.

5 Sciences Industrielles

5.0.1 Introduction

Le support d'études commun aux deux sujets des filières MP et PSI était une machine à gravure laser hautes performances. Chaque sujet proposait dans une large mesure des parties différentes en lien avec les spécificités de chaque filière.

Le dispositif d'étude intervient dans le procédé de fabrication d'un guide d'onde, utile pour la réalisation d'un contrôle optique non destructif, appelé « backlight ». Pour réaliser des gravures de profondeur micrométriques, le système dispose de deux axes linéaires pilotés en vitesse et position, avec des accélérations très importantes, de l'ordre de 20 m.s^2 . L'optique de gravure étant supportée par l'un des axes, la structure mécanique simple mise en place permet de réaliser l'usinage en découplant chaque axe de travail.

L'originalité du support provient du choix de moteurs linéaires synchrones pour répondre au besoin de précision importante en position et vitesse tout en travaillant à des vitesses de gravure importantes et des accélérations hors gravure importantes. En effet, ces axes ont des capacités de travail très élevées, si l'ensemble en mouvement ne génère pas de charges trop importantes sur l'axe en translation. Ce système innovant a permis de mener des études couvrant une bonne partie des connaissances du programme des filières MP et PSI en Sciences Industrielles : modélisation géométrique, cinématique, dynamique et systèmes linéaires. Il a aussi été possible de mener le candidat tout au long du sujet dans une démarche d'analyse lui permettant d'arriver à établir, étape par étape, les écarts entre les performances évaluées par cette étude et celles imposées par le cahier des charges.

5.0.2 Analyse générale des copies et conseils aux candidats

Les sujets des filières PSI et MP ont globalement été étudié jusqu'au bout. Quelques copies manquent toutefois de soin et certaines deviennent difficilement lisibles. L'usage d'un brouillon est fortement recommandé afin de limiter les ratures et les erreurs de recopie. Beaucoup de résultats faux auraient pu être évités par une simple vérification de l'homogénéité.

Il est recommandé aux candidats de faire attention aux notations introduites dans le sujet et de les respecter rigoureusement. De nombreux résultats numériques sont donnés sans unité ou avec des unités incorrectes. Il est rappelé également que, lorsqu'il est demandé de vérifier une exigence du cahier des charges, les candidats ne peuvent se contenter d'indiquer qu'elle est validée sans rappeler l'exigence concernée, donner la valeur déterminée et comparer explicitement les deux. Cette valeur doit provenir d'un calcul ou d'un tracé justifié. Les réponses brutes n'ont pas été valorisées.

L'utilisation d'abréviations (TMS, PFD, etc.) devrait être limitée au maximum au profit de leur écriture complète et rigoureuse. Pour les études en lien avec les exigences de précision en SLCI notamment, certains candidats utilisent des terminologies non standards comme « tableau des erreurs » ou « tableau à X cases ». Un moyen mnémotechnique ne saurait constituer une justification.

5.0.3 Présentation du sujet en filière MP

Le sujet MP comprend 24 questions pour une durée de 3 heures. Il se décompose en 8 parties :

- Partie 1 : Présentation.
- Partie 2 : Restriction du cadre de l'étude.
- Partie 3 : Étude de la durée d'un cycle de gravure pour l'axe X.
- Partie 4 : Comparaison entre MLS et (moteur rotatif + système vis écrou).
- Partie 5 : Dimensionnement d'un MLS.

- Partie 6 : Étude du synchronisme pour un MLS.
- Partie 7 : Conception de l’asservissement d’un MLS.
- Partie 8 : Synthèse.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l’annexe U](#).

5.0.4 Présentation du sujet en filière PSI

Le sujet PSI comprend 35 questions pour une durée de 4 heures. Il se décompose en 9 parties :

- Partie 1 : Présentation.
- Partie 2 : Analyse géométrique partielle de la machine et précision des guidages.
- Partie 3 : Restriction du cadre de l’étude.
- Partie 4 : Étude de la durée d’un cycle de gravure pour l’axe X.
- Partie 5 : Comparaison entre MLS et (moteur rotatif + système vis écrou).
- Partie 6 : Modélisation et dimensionnement d’un MLS.
- Partie 7 : Modélisation du comportement électromécanique d’un MLS et étude du pilotage en couple.
- Partie 8 : Conception de l’asservissement d’un MLS.
- Partie 9 : Synthèse.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l’annexe V](#).

6 Français

En 2026, le rapport de l'épreuve écrite de Français a fait l'objet d'un rapport indépendant.

Il est disponible sur le site du CCMP à l'adresse suivante :

[Rapport de français](#)

7 Langues Vivantes

7.1 Modalités de l'épreuve de langues vivantes

L'épreuve de langues vivantes, d'une durée de 1h30, se compose de trois exercices, sans que soit prescrite une durée d'exécution pour chacune des composantes. Elle est constituée d'un thème (littéraire ou journalistique), puis de deux exercices d'expression, prenant souvent un article de presse comme point d'appui. La première question, de synthèse, vise à vérifier que la compréhension de ce document est assurée. La seconde question, d'expression personnelle, sert à évaluer la capacité des candidats à poursuivre une réflexion plus vaste sur les enjeux qu'ils perçoivent, dans une langue correcte et nuancée.

- Le thème (sur 8 points). Cette traduction permet de vérifier que le candidat comprend le texte d'origine, dans son déroulement et dans son détail, pour ensuite le transposer dans la langue choisie. Le correcteur peut ainsi évaluer la maîtrise syntaxique et grammaticale, ainsi que la fidélité lexicale.
- La question de compréhension (sur 4 points). À partir d'un texte journalistique traitant d'un sujet d'actualité, choisi durant l'année universitaire en cours, le candidat doit restituer l'ensemble des éléments qui le composent. Le nombre de mots est limité à 80, avec une tolérance de plus ou moins 10%. La sélection doit être opérée avec pertinence. Elle doit être formulée de façon précise et correcte. Le correcteur peut ainsi s'assurer de la compréhension exacte de la situation présentée, et de son expression dans une langue dense et articulée.
- La question d'expression personnelle ou *essai* (sur 8 points). Le texte proposé sert ici de support à une réflexion plus large sur les enjeux qu'il fait valoir. Il ne s'agit pas de reproduire le contenu idéologique et stylistique du document, mais de développer un approfondissement individuel, organisé et concluant, des problèmes soulevés par cet article. Des exemples étayeront la dimension théorique de la pensée ainsi élaborée. Ils doivent être judicieusement choisis afin d'être probants. Ce travail se fait impérativement en 180 mots, avec une tolérance de plus ou moins 10%. L'introduction, nécessaire, se doit de placer le raisonnement dans son contexte et dans son actualité, et de faire ressortir un problème. La conclusion, utile, tirera les leçons de la démonstration qui vient d'être effectuée. Ces étapes ont pour but de poser le cadre d'un propos argumenté, de conduire une démonstration dynamique et concrète, de la renforcer par des exemples concluants, et d'ouvrir des perspectives. La répétition de l'argumentaire présenté dans le sujet est déconseillée.

7.2 Allemand

7.2.1 Remarques générales

Le jury souhaiterait rappeler qu'en préparant sérieusement l'épreuve, en maîtrisant bien les modalités des trois exercices proposés (thème et deux questions d'expression écrite) et en rendant une copie complète et lisible, les germanistes s'octroient automatiquement une note plus qu'honorable supérieure à 12/20. Et de fait, le jury a eu le plaisir une fois encore de corriger majoritairement de bonnes, voire de très bonnes copies !

7.2.2 Thème

Le texte proposé cette année était un texte tiré de *Bitna, sous le ciel de Séoul* du prix Nobel de littérature J. M. G. Le Clézio, texte paru en 2018. Voici le tableau des fautes les plus récurrentes à éviter, des plus lourdes aux plus acceptables :

Fautes à éviter	Ce qu'il fallait écrire
Syntaxe, place du verbe conjugué	
Denn du vielleicht nicht rauchst ? Weil du rauchst ja nicht ?	Denn du rauchst vielleicht nicht ? Weil du vielleicht nicht rauchst ?
Formes verbales (prétérit, participe II, verbes de modalité, subjonctif II)	
sprachte/sprache streitete lässte rauchtete solltest wurde ihr sagen gelaßt gekommt gestreitet gesetzt gekannt	sprach stritt ließ rauchte solltest würde ihr sagen gelaße gekommen gestritten gesetzt gekannt
Constructions verbales	
• Verbe de modalité avec infinitif SANS 'zu' Du solltest zu ihr zu sagen • Verbes à régime prépositionnel fixe ... wo ich für sie gewartet hatte	Du solltest Ø ihr sagen wo ich auf sie gewartet hatte
Prépositions : sens et construction (cas)	
an ≠ auf Sie hat sich an die Terrasse hingesetzt auf = sur (avec contact) ≠ of (GB) die Schwester auf meiner Mutter an = au bord de , près de / lors de (jour & parties du jour) an dem Schulausgang	Sie hat sich auf die Terrasse hingesetzt die Schwester (von) meiner Mutter beim Schulausgang
Compléments de temps	
einen Nachmittag (duratif)	≠ eines Nachmittags (ponctuel)

	evtl : an einem Nachmittag
Fautes qui fâchent en thème et dans l'expression écrite	
Anglicismes	
reden Zeit spenden Werte als Demokratie vermitteln verlinken Es kann also ein Hebel sein, um... Als kulturelle Werke einen immer wichtigeren Platz in unserem Alltag einnehmen, ...	lesen (lire) <i>reden = parler, tenir un discours</i> Zeit verbringen <i>spenden = faire un don</i> Werte wie Demokratie vermitteln : <i>als ≠ wie</i> verbinden (= <i>relier</i>) Es kann auch ein Hebel sein, um... <i>also = donc, par conséquent</i> <i>aussi, également = auch</i> Da kulturelle Werke einen immer wichtigeren Platz in unserem Alltag einnehmen <i>da = étant donné que, puisque</i>
Genre des noms	
das Unterschied die Einfluss das Rolle die Bewusstsein die Wissen die Leben	DER Unterschied DER Einfluss DIE Rolle DAS Bewusstsein DAS Wissen DAS Leben
Fautes d'orthographe	
vieleicht/villeicht sechszig Errinnerung / Errinerung sölte Stadt / Unrechtsstadt personlich mann (kann sagen, dass...)	vielleicht sechzig Erinnerung sollte Staat / Unrechtsstaat persönlich man kann sagen, dass...

Proposition de traduction :

Du hast doch Lebenserfahrung, sagte meine Tante, indem sie sich an mich richtete - Was meinte sie aber mit „Lebenserfahrung“ - Du solltest ihr sagen, ihr schlechtes Benehmen zu verbessern, sie tut nichts mehr für die Schule, sie sagt, sie möchte sogar nicht mehr weiter, es habe keinen Zweck...

Eines Nachmittags, als ich sie nach der Schule abgeholt hatte, habe ich sie dann getadelt. Da sind wir in ein Café gegangen...] Sie hat sich auf die Terrasse /Außenterrasse (hin)gesetzt, um rauchen zu können/dürfen.

„Vielleicht solltest du nicht so jung rauchen, habe ich zu ihr gesagt.

- Weil du vielleicht nicht rauchst ?

- Mit/In deinem Alter rauchte ich noch nicht.

- Und macht es jetzt einen Unterschied ?“

Ich gab dann auf. Alles in allem konnte/kann sie draußen / in der Öffentlichkeit oder heimlich/insgeheim rauchen, es ging/geht mich nichts an.

7.2.3 Expression Écrite

Le texte de cette année traitait des nouveaux jeux vidéo en tant que média éducatif.

La **question 1** (réponse en 80 mots) portait sur les possibilités que peuvent offrir ces nouveaux jeux dans l'éducation des jeunes. Le jury rappelle le conseil de méthode tout simple : il faut répondre à la question directement, sans introduction ni accroche. Penser aussi à bien noter le nombre de mots utilisés à la fin de votre texte (Voir [fiche méthodologique](#)).

Voici un exemple de réponse possible :

Serious Games wollen über Unterhaltung hinaus Wissen und humanistische Werte vermitteln. Da sechs von zehn Deutschen, darunter viele Jugendliche, Videospiele spielen, sind Bildungsinstitutionen daran interessiert. Einerseits können Serious Games wahre historische Ereignisse auf lebendige Weise erzählen. Denn die Spieler tauchen als Akteure in die Geschichte ein, wie im Spiel „The Darkest Files“, wo sie sich als Staatsanwälte mit dem Unrecht der NS-Zeit befassen. Andererseits können Videospiele wie „Das Ilios-Experiment“ brisante gesellschaftliche Themen wie Antisemitismus behandeln und vielleicht beim Spieler Werte wie Toleranz fördern. (84 Wörter)

La **question 2** (essai en 180 mots environ) portait ensuite sur le rôle de l'éducation et de l'école (Bildung) : transmettent-elles un savoir ou bien des valeurs ? Beaucoup ont commencé par bien ancrer le sujet dans l'actualité (PISA-Schock / Rechtsruck und Nachlassen der demokratischen Werte usw.), et une bonne accroche est toujours un bonus ! Mais attention ensuite à ne pas renverser la question en ne traitant qu'une partie du sujet (le savoir ou les valeurs). Beaucoup d'auteurs ont été cités, et c'est très bien : Theodor Storm, Bertolt Brecht, Elfriede Jelinek, Max Frisch ou Friedrich Dürrenmatt, mais aussi Wolfgang Herrndorf et son roman « Tschik » ainsi que le philosophe Hans Jonas. ... Il faut toutefois non seulement citer l'auteur, mais trouver l'argument qui vient étayer ensuite le raisonnement. La connaissance du système éducatif en Allemagne était bienvenue, le système scolaire et les programmes dépendant essentiellement de chaque Land.

Côté expression, l'ensemble des essais ayant été plutôt réussi, peu de fautes graves sont à déplorer. Cependant, il nous a semblé qu'il n'y avait pas assez de marquage du positionnement personnel : *Meiner Meinung nach + Verb ... Meines Erachtens + Verb ... In meinen Augen + Verb ... Ich finde auch, dass ... Für mich + Verb ... usw.*

Des fautes de langue redondantes pour exprimer « les jeunes » ou la « jeune génération » sont aussi à signaler, comme en 2025 :

ne pas dire ...	mais ...
die Jungen	Ø junge Menschen
jugendliche / Jungentliche	die jungen Leute (Pl.)
viele Jugendlichen	die Jugendlichen : viele Jugendliche
die junge Menschen	die Jugend (Sg.)
	die Generation Z
	der Nachwuchs (Sg.)

Et le vocabulaire plus spécifique de l'école et de l'enseignement est à revoir :

ne pas dire ...	mais ...
in der Schule gut arbeiten	fleißig sein / gut lernen
Wissen/Werte lehren	bei/bringen / vermitteln (= enseigner, transmettre)
den Schülern etwas lehren	die Schülerinnen und Schüler über etwas (Akk.) / in etwas (DAT.) unterrichten
die Lehre (von Werten)	die Vermittlung/Übermittlung von Werten
	<i>die Lehre = la doctrine, la théorie</i>

En résumé, travaillez bien régulièrement les trois types d'exercice qui requièrent chacun des compétences différentes. Vous pouvez aussi vous aider des ouvrages suivants :

- Chamäleon. La grammaire allemande sur le bout de la langue – Knörzer, Heidi, Hähnel-Mesnard, Carola, 2009

- VOX Allemand, Le vocabulaire incontournable des examens et des concours, de Francine Rouby et Herbert Scharfen, 2^{ème} édition revue et complétée, ellipses 2018.

Ecoutez et lisez régulièrement de l'allemand : deutschlandradio.de ou bien www.dw.com

7.3 Anglais

7.3.1 Remarques générales

En propos liminaire, ce rapport débute par un constat un peu amer. Bien que l'épreuve de langues vivantes du concours commun Mines-Ponts soit la même depuis plus de quinze ans, force est de constater que la méthodologie est loin d'être acquise dans un nombre non-négligeable de copies. Nous rappelons qu'il s'agit de trois exercices : une partie compréhension/expression à partir d'un article, à travers une question courte, une question de type *essay* et un exercice de traduction, en l'occurrence du thème.

Le jury souhaite rappeler que s'il est bien conscient de l'exigence de l'épreuve à traiter en une heure et demie, il ne faut cependant pas oublier que cette dernière requiert une méthodologie rigoureuse qui ne s'improvise pas. Malheureusement, la session 2026 reflète un manque de prise en compte des exigences méthodologiques, ce qui est regrettable. Toutefois, cela a permis à de nombreux candidats bien entraînés et bien préparés à se démarquer des autres et obtenir d'excellentes notes entièrement méritées.

Au-delà de la méthodologie qui sera dans les parties consacrées aux questions d'expression, le jury s'inquiète d'un nombre grandissant de copies indéchiffrables ou qui manquent cruellement de soin. C'est une épreuve marathon, soit, le jury en convient, pourtant, une copie indéchiffrable risque tout simplement ne pas être comprise et être évaluée en conséquence. Le jury ne peut passer des heures à estimer s'il s'agit d'un *a* ou d'un *o*, d'un *e* ou d'un *i*, ce qui pour l'exercice de thème notamment entraîne des décisions douloureuses. Outre une graphie brouillonne ou défaillante, les ratures, astérisques ou encore gribouillages divers trahissent une pensée confuse et maladroite, rendant dès lors le propos décousu voire incohérent. A l'heure de la prolifération des écrans et autres tablettes, l'écriture manuscrite tend à se raréfier. En ces temps de coupe du monde de football, le jury a recours à la métaphore sportive : si vous ne vous entraînez pas, vous perdez en qualité de jeu, ce qui se traduira souvent par une contre-performance. Musclez votre graphie !

Le jury salue néanmoins les copies, pas assez nombreuses à ses yeux, qui proposent une présentation aérée (sauts de ligne), organisée, structurée et une graphie convenable voire agréable à lire. L'impression donnée aux correcteurs en est d'autant plus positive.

7.3.2 Le thème

Le thème proposé cette année était un extrait du quinzième roman de l'écrivain David Foenkinos, publié en 2018 dont le titre est *Vers la beauté*. Il s'agit d'un roman sensible qui montre comment l'art peut devenir un refuge et un chemin de reconstruction face aux blessures les plus profondes, notamment celle de Camille.

L'extrait démarre *in media res* où le lecteur apprend qu'au moment des faits, Camille venait d'avoir seize ans. Le passage s'inscrivait dès lors dans le passé ... du passé. En effet, le récit est raconté au passé et narre des événements antérieurs au moment-repère du récit. Si le lexique ne présentait aucune difficulté particulière, le jury fut néanmoins surpris de la méconnaissance de certains candidats du lexique de base comme « comportement » ou « quotidien ». Pour le candidat bien préparé, celui qui avait lu le rapport de jury 2025, les points de grammaire auraient dû être une formalité. Ils étaient évidemment classiques.

Le lexique

D'entrée la différence se faisait entre les candidats sur la structure « venir d'avoir + âge ». Il s'agissait bien évidemment d'une structure idiomatique *to turn + age*. Certaines expressions ont permis à des

candidats de se démarquer et par conséquent d'être bonifiés. L'exemple le plus concret est « brillant » : une majorité écrasante de candidats a proposé *brilliant*, ce qui est tout à fait recevable. Ainsi, des propositions comme *outstanding*, *proficient* ou encore plus idiomatique *straight A*, ont permis aux correcteurs de bonifier ces propositions.

- « Rechigner » : certaines copies démontrent une méconnaissance du français, c'est-à-dire ne comprenaient pas le sens de « rechigner » en français. L'immense majorité des candidats a sous-traduit en proposant *to refuse* ou *didn't want*, ce qui a permis à certains, dont le lexique était riche, de se démarquer en suggérant *to be reluctant to* ou encore mieux *to drag her feet about* + V-ing, ce qui a été bonifié par le jury. Cet exemple démontre l'importance d'acquérir un vocabulaire riche et précis.
- « Petite » : on pourrait se dire qu'une telle expression ne devrait poser aucun problème. Et pourtant. Une partie non négligeable de candidats a proposé *small*, qui ne convient pas, puisque *small* désigne la taille, alors que *little*, qui convient ici, définit bien l'âge. Le jury a pu également apprécié des termes comme *toddler*.
- « Fit Camille » : le jury fut étonné de constater des erreurs ici. En effet, il tient à souligner encore une fois l'importance de faire des repérages et de réfléchir au contexte. Camille ne fait rien concrètement, ce qui exclut le recours à **do/did*, il s'agit bien d'une manière d'exprimer dire ou affirmer. Camille *said* / *stated* / *answered* étaient attendus.

Globalement, si le lexique ne représentait pas de difficulté particulière, le jury fut surpris de constater une certaine pauvreté lexicale sur des éléments de base. A ce stade de la formation des candidats, on attend une maîtrise de la différence entre « entendre » (*hear – heard – heard*) et « écouter » (*to listen*), entre « se lever » (*to get up*) et « se réveiller » (*to wake up*), entre « s'asseoir » (*to sit – sat – sat*) et « être assis » (*to be sitting*), ou encore entre « dire quelque chose » (*to say*) et « dire quelque chose à quelqu'un » (*to tell*). Le jury félicite les candidats qui ont su trouver l'expression adéquate, voire faire des suggestions idiomatiques que le jury a souhaité valoriser.

La grammaire et la syntaxe

L'extrait proposé regorgeait de temps divers et variés, d'où l'importance d'une approche précise et méthodique du thème. Il est illusoire de penser que les candidats ont le temps de rédiger un brouillon *in extenso* : il est néanmoins pertinent de procéder à une lecture active, c'est-à-dire surligneurs en main afin de repérer les temps et aspects et les marqueurs temporels, notamment les deux « depuis » présents dans le texte. La maîtrise du « depuis » + aspect parfait est un pré-requis (souligné à la fin du rapport 2025).

- « depuis » : dans le premier cas, le texte s'inscrivait dans un contexte passé. En effet, le récit est classiquement écrit au passé et le narrateur raconte des événements antérieurs à ce moment-repère, ce qui implique le recours au *past perfect*. De plus, le choix de « depuis » était forcément *for* puisqu'il s'agit d'une durée : *for several weeks, her behavio(u)r had been worrying her parents / her parents had been worried about her behavio(u)r*. Dans le deuxième cas, il s'agissait d'un contexte présent dans le cadre d'un dialogue, il fallait donc utiliser le *present perfect* cette fois-ci avec *since* puisque ce dernier indique un moment repère : *I've known you since you were a little girl*. Il est à noter que ces deux points de grammaire furent discriminants puisqu'ils ont clairement permis au jury de faire la différence entre les candidats qui ont travaillé régulièrement leur grammaire et les autres.
- « Elle qui a toujours été » : cette structure syntaxique semble avoir donné beaucoup de fil à retordre aux candidats. Il est regrettable de constater des erreurs de base avec notamment le choix erroné de **her*. La phrase d'origine traduit bien un contraste entre ce que Camille avait été

en amont du moment repère du récit au passé, à savoir qu'elle rechignait à se rendre au lycée. Il était dès lors judicieux d'opérer le choix d'une concessive : *although she had always been. . . , she was reluctant to. . .*

- *Le past perfect et le prétérit* : le jury fut assez décontenancé par le manque de maîtrise des temps et aspect. De toute évidence, certains candidats ne savent pas comment se forme le prétérit et proposent **she didn't wanted, *she didn't knew, *she doesn't wanted*. A l'issue de deux années intenses de formation en classes préparatoires aux grandes écoles, le jury ne peut être qu'intransigeant face à des points de grammaire qui sont censés être maîtrisés depuis la classe de cinquième. De plus, le jury regrette les nombreuses erreurs sur les verbes irréguliers qui abondaient le texte (*heard, told, left, knew*). Concernant le *past perfect*, il est étonnant qu'il ne soit pas globalement mieux maîtrisé alors que ce dernier se forme et fonctionne quasiment de la même façon qu'en français.
- *Want to* : le thème s'achevait sur cette structure infinitive classique qui, encore une fois, aurait dû être maîtrisée. Le jury souhaite rappeler que cette structure infinitive ainsi : *to want someone to do something*. Ainsi, on attendait la suggestion suivante : *she wanted everyone to leave her alone* ou *she wanted to be left alone* en ayant recours à la voix passive pour traduire le « on » français.

La ponctuation

C'est l'un des gros points noirs de cette session. Il semblerait que les points et les virgules soient portés disparus dans une partie non négligeable des copies. Le jury conçoit que la langue (notamment orale) évolue, mais il tient à préciser qu'il y a des règles de ponctuation à respecter.

Un autre point noir : les guillemets du dialogue. Plus de la moitié des candidats ne maîtrise pas les codes du dialogue. En anglais, il n'y a pas de tirets, ni de guillemets de type chevron **«.. »* comme en français. De plus, chaque réplique débute et s'achève par des guillemets du type *“...”*.

“You can tell me anything. You know I'm a friend of the family. I've known you since you were a little girl”

“I know”

Le jury s'interroge également sur le choix de certains candidats de réécrire entièrement le dialogue et le mettre au discours indirect : en traduction, cela n'a pas de sens.

Cette partie du rapport permet au jury d'insister encore une fois sur le nécessaire travail grammatical dans le cadre de la préparation à cette épreuve. Au-delà même de cette épreuve, il est indispensable pour la maîtrise de tous les exercices du concours, à l'écrit comme à l'oral. Le jury invite donc les candidats à ficher les points de grammaire inévitables présents dans le rapport de la session 2025.

7.3.3 L'expression écrite

La question de compréhension

À l'image des sessions précédentes, mais de manière bien plus marquée en 2026, la méthodologie est déficiente à de nombreux niveaux. Le jury a cessé de répertorier les réponses qui commençaient par **according to the Guardian*, ou **The Guardian states that*, ou qui reprenait l'entièreté de la question pour lister des réponses : **Asos is currently struggling to remain competitive because. . .* De plus, un nombre incalculable de copies a proposé des réponses en paragraphes, voire avec des introductions hors sujet. Le jury tient à insister sur la maîtrise méthodologique attendue de l'épreuve. Les candidats doivent prendre ces exigences avec sérieux.

Le jury attend une réponse directe, concise et précise à la question. Le candidat est invité à repérer quatre à cinq éléments de réponse dans l'article afin de structurer le propos. Tous les ans, ces attendus

sont répétés dans les rapports du jury et pourtant, le jury fait ce constat amer en 2026 d'une flambée de manque méthodologique même parmi les copies dont l'anglais est d'excellente tenue.

Le sujet proposé invitait les candidats à s'interroger sur les raisons des difficultés du groupe de fast fashion britannique Asos. Il fallait repérer qu'il n'avait pas anticipé l'après-covid et se retrouvait avec un très gros stock d'inventés pendant que ces concurrents (Shein ou Vinted) innovaient sur le plan technologique et proposaient des prix défilants toute concurrence. De plus, l'exemption de taxes de l'entreprise Shein participait à renforcer les difficultés du groupe. Enfin, le comportement des clients a changé puisque ces derniers dépensent leur argent autrement, se rendent en magasin, et sont plus attentifs au prix ou au développement durable.

L'un des éléments clé dans le cadre de la réussite à cette question est bien évidemment la reformulation. Une fois les éléments relevés, il est primordial de les retranscrire dans une langue personnelle et ne pas reprendre verbatim le texte d'origine. Toutefois, le jury tient encore une fois à préciser qu'une langue personnelle n'est pas synonyme de commentaire personnelle, bien au contraire. Il s'agit de retranscrire les faits et uniquement les faits.

Exemples de début de réponse : *While Asos misjudged demand after Covid and ended up with too much unsold stock, it now experiences stronger competition from brands like Shein or Vinted as they offer cheaper prices, faster fashion trends or technological innovation.*

Vous remarquerez que dans ce cadre-là, on observe une dynamique puisque des éléments de réponse sont directement donnés et mis en perspective.

L'expression personnelle ou essay.

Dans la continuité de la question courte, l'*essay* invitait les candidats à s'interroger sur le prix comme unique critère lorsqu'on effectue des achats. Encore une fois, le jury insiste sur la nécessité d'adopter et de respecter une méthodologie rigoureuse, à savoir une courte introduction qui contextualise et une problématisation du sujet. Le développement sera structuré en deux ou trois paragraphes avec une idée directrice et des arguments étayés d'exemples concrets. Enfin, une courte conclusion qui répond à la problématique est attendue. Une prise de position claire et nuancée est un critère essentiel. Trop de copies ne respectaient pas ces attendus et ont été sanctionnées. Attention également à procéder à une lecture attentive de la question et à ne pas proposer de problématisation qui confère parfois au hors-sujet. A contrario, le jury fut ravi de lire des *essay* organisés et structurés qui faisaient honneur aux attendus de l'épreuve.

L'un des problèmes posés par ce sujet était de voir si les acheteurs pouvaient se permettre de regarder autre chose que le prix. En effet, c'est là que les meilleurs candidats ont pu faire montre de leurs connaissances civilisationnelles grâce à un suivi régulier de l'actualité du monde anglophone : le contexte de l'inflation et de la guerre au Moyen-Orient, la crise du logement au Royaume-Uni, la victoire de Mamdani à New York sur le programme de pouvoir d'achat (affordability agenda). Le jury souhaite rappeler aux candidats qu'ils doivent aller au-delà de l'article, c'est-à-dire que la reprise d'exemples de l'article est à proscrire. Malheureusement, trop de candidats ont repris les éléments sur la fast fashion (Shein et Vinted), ce qui ne permettrait pas de se démarquer et rendait le propos plat et convenu. Les meilleurs candidats ont su dépasser ce stade afin de proposer une réflexion sur l'éthique (notamment à travers Elon Musk et Tesla ou Jeff Bezos et Amazon). Ces derniers ont aussi mis en avant que seuls une certaine classe sociale peut se permettre de réfléchir au-delà du prix.

Il est à noter également que le jury a valorisé des références culturelles et littéraires comme la surconsommation dans *le Meilleur des Mondes* de Huxley ou *Le Diable s'habille en Prada* (dont le deuxième volet sortait au cinéma au moment des épreuves). Les références dites de pop culture, si elles ont pertinentes, sont autant valorisées que les références de culture littéraire ou philosophique. Malheureusement, le jury déplore un manque cruel d'exemples dans un nombre significatif de copies.

Au-delà du fond et de la forme, la langue est enfin un critère essentiel dans l'appréciation de cet exercice. Le jury regrette la pauvreté lexicale et grammaticale alors que cet exercice peut permettre

aux candidats de démontrer leur connaissance de la langue anglaise en tentant de la complexifier (lexicalement et/ou syntaxiquement). Ainsi, l'exercice est particulièrement discriminant puisqu'il permet aux candidats ayant suffisamment acquis de lexique authentique, voire idiomatique de sortir du lot, ce que le jury a bien évidemment valorisé.

Exemples d'introduction :

In the wake of the war in the Middle East and the soaring oil prices, people are currently facing an affordability crisis. It thus raises the question whether they can actually afford to look beyond the price when making purchases.

Vous remarquerez la contextualisation suivie d'une problématisation.

Exemples de début de paragraphe :

*For a start, I truly believe that overconsumption plagues Western society. Indeed, witness how Amazon participates in luring people into buying all the time. Interestingly enough, Huxley in **Brave New World**, had already warned us about the danger of overconsumption.*

Le jury démontre ici l'importance d'une idée directrice qui est étayée à travers un exemple précis qui sera renforcé par une référence culturelle. De plus, une première prise de position est à noter.

7.3.4 Conseils pour les candidats

- Travaillez bien les points de grammaire,
- travaillez en temps réel pour finir dans le temps imparti,
- enrichissez votre lexique,
- structurez le propos de l'essai (contextualisation courte, reformulation à minima du sujet, développement en paragraphe avec idée directrice et exemples concrets, conclusion et prise de position),
- suivez régulièrement l'actualité du monde anglophone.

7.3.5 Conclusion

Au terme de ce rapport, le jury tient malgré tout à souligner le plaisir qu'il a eu à lire des copies solides sur les plans méthodologiques, linguistiques et culturels. Le niveau d'excellence de certaines copies est intéressant à bien des égards. Il démontre qu'un travail régulier et rigoureux sur les exigences de l'épreuve permet de réussir honorablement cette épreuve complète qui permet à tout candidat de tirer son épingle du jeu. Nous souhaitons aux candidats de 2027 de bien s'approprier ce rapport (et celui des années précédentes) afin de faire preuve de finesse méthodologique, analytique et linguistique.

7.4 Arabe

7.4.1 Remarques générales

L'épreuve de cette année fut, dans l'ensemble, bien réussie. En effet, de nombreux candidats ont témoigné d'une bonne maîtrise de la langue que ce soit sur le plan lexical ou grammatical. Cependant, le jury déplore l'augmentation significative des copies ne respectant pas les consignes, notamment le nombre de mots comme il déplore également la persistance voire la recrudescence de copies mal présentées : des ratures qui non seulement nuisent à la lisibilité de certaines copies mais compromettent,

parfois gravement, la cohérence du propos. Par ailleurs, il rappelle que la performance attendue ne se limite pas à une bonne maîtrise de la langue mais qu'elle exige un entraînement régulier à l'exercice exigeant de la traduction et qu'elle nécessite le respect des règles méthodologiques propres à chaque exercice et une culture générale solide et précise indispensable pour traiter la deuxième question de l'expression écrite.

7.4.2 Expression écrite

Première question

Hormis un nombre très limité de cas, la quasi-totalité des candidats a répondu correctement à la question posée. Cependant, le jury déplore encore le recours systématique à la paraphrase voire, dans certains cas, au plagiat qui, dans de trop nombreuses copies, constitue la majeure partie de certaines réponses. L'ensemble des correcteurs ne cesse de rappeler aux candidats que ce procédé est à bannir définitivement et qu'il attend des candidats qu'ils fassent appel à une expression personnelle fondée sur une compréhension fine et une interprétation juste du texte et non qu'ils se limitent à reprendre les mots et expressions du texte tels quels, sans aucun effort de reformulation.

Cette année, la question relevant de la compréhension invitait les candidats à évoquer les différentes raisons qui expliquent le déclenchement des manifestations du collectif Gen Z au Maroc, *en s'appuyant uniquement sur le texte*. Comme il est rappelé dans les précédents rapports, une réponse exhaustive n'est pas exigée mais le jury attend que les candidats dégagent au moins les causes principales évoquées par le texte. Or cela n'a pas toujours été le cas, ce qui a amené le jury à sanctionné, parfois lourdement, de nombreuses copies qui se sont limitées à produire une réponse « catalogue » insuffisante, décousue et confuse. Enfin, il est toujours utile de rappeler que, contrairement à la deuxième question, et compte tenu du nombre limité de mots à utiliser pour répondre à celle-ci (80 mots plus ou moins 10%, la conjonction de coordination **و**, ne constituant pas un mot à elle seule), les candidats ne sont pas obligés de commencer par une introduction ni de terminer par une conclusion. Ils ne doivent par ailleurs en aucune manière émettre un jugement, un commentaire personnel ou introduire des informations extérieures au texte.

Deuxième question

L'essai proposé cette année invitait les candidats à réfléchir à la question suivante puis à prendre position sur ce sujet : « La mobilisation de la « Génération Z » traduit-elle une transformation radicale du rapport au politique ou n'est-elle qu'un phénomène éphémère lié à l'essor du numérique ? »

Bien que l'essai soit court, il doit obéir à des règles strictes : une introduction, même très brève, pour contextualiser et reformuler la problématique posée ; un développement argumenté fondé sur un élargissement personnel, en cohérence avec ce qui a été annoncé dans l'introduction et qui répond à la question posée par le sujet ; une conclusion. Le jury se désole de l'augmentation significative du nombre de copies dont la réponse est constituée d'une seule traite sans paragraphe et il a lourdement pénalisé les copies ne respectant pas cette règle.

Il est toujours utile de rappeler aux futurs candidats l'intérêt de procéder à une analyse rigoureuse de l'énoncé, avant de se lancer dans la rédaction, de bien cerner ses enjeux et de délimiter ses contours, ce qui permet d'établir un plan précis et d'apporter une réponse claire, structurée et solide. De fait, les réponses des candidats qui n'ont pas ou ont peu analysé l'énoncé se sont révélées laconiques, sommaires et même parfois hors-sujet. Aussi de nombreux candidats se sont, malheureusement, limités à dénoncer, parfois de façon caricaturale, le collectif *GEN Z*, l'accusant de porter atteinte à l'ordre public et de déstabiliser le pouvoir en place, pire encore d'être téléguidé par « les ennemis de la patrie » : un réquisitoire contreproductif et surtout hors-sujet.

L'autre travers de certaines copies est d'évoquer le printemps arabe sans se poser la question des éléments qui s'inscrivent dans une logique de continuité ou plutôt de rupture avec le printemps

arabe alors qu'une comparaison minutieuse entre les deux évènements aurait pu éviter à ces candidats un écueil. Le jury attend des candidats qu'ils adoptent une approche nuancée et fondée, de bon sens, indépendamment du point de vue défendu.

Enfin, signalons aussi que le jury a fermement sanctionné un nombre important de copies qui s'est contenté de reproduire les exemples du texte sans rien proposer d'autre que ce que l'article contient déjà. Rappelons que dans ce type d'exercice, le jury évalue la capacité des candidats à produire un discours logique et nuancé ainsi que la culture générale personnelle sans parler naturellement du niveau de langue et de la richesse du vocabulaire.

Comme le signale le jury tous les ans, le non-respect du nombre de mots pour les deux questions d'expression est très sévèrement sanctionné ce qui entraîne une baisse significative de la note finale.

Thème

L'extrait proposé cette année était tiré du roman de Khaouther ADIMI, *La Joie ennemie*, paru aux Éditions Stock en 2025. Le jury a de nouveau constaté, comme évoqué dans les précédents rapports, que le niveau de langue française chez beaucoup de candidats est insuffisant. Cela explique certainement le nombre important de traductions partielles voire lacunaires sans parler des traductions insensées. On ne le redira jamais assez, la maîtrise de la langue française est indispensable pour réussir l'épreuve de traduction et il est donc essentiel que les futurs candidats consacrent un temps qu'ils jugent nécessaire et suffisant pour ce type d'exercice.

Par ailleurs, la majorité des candidats est malheureusement tombée dans l'écueil de la traduction littérale voire fantaisiste. Le jury s'étonne de la méconnaissance de mots aussi simples que « les martyres », « la révolution algérienne », « chemises repassées », « cheveux peignés », « mission », « récitation » traduits respectivement par :

الضحايا، النهضة الجزائرية، فساتين محدّدة، شعور مسرّحة، بعثة فرنسية، عرض

au lieu de,

الشهداء \ الثورة الجزائرية \ أقمصة مكويّة \ شعر ممشّط \ مهمّة \ استظهار

mots que l'on est en droit de penser connus des élèves de classes préparatoires.

Le jury se réjouit, en revanche, de la qualité de certaines traductions, très bonnes voire excellentes. Les candidats qui ont réussi cet exercice ont respecté les règles et les particularités de la langue de départ (le français), comme celle de la langue d'arrivée (l'arabe), et ont surtout témoigné d'une compréhension fine du texte.

Les autres problèmes relevés sont la traduction qui confine au calque

(par exemple : « lecture d'une histoire » traduit par قراءة تاريخ au lieu de حكاية \ قراءة قصة ou au non-sens (par exemple « rituel » traduit par عبادة au lieu de عادة)

Revoir et savoir appliquer les règles de base de la grammaire arabe pendant les deux années de la préparation est une nécessité pour s'exprimer dans une langue correcte. La qualité de la langue est un critère essentiel de la notation pour les trois exercices.

Le jury rappelle également que toute omission est fortement sanctionnée. Manifestement, certains candidats font face à ce genre d'exercice pour la première fois le jour du concours. Il va de soi que la traduction d'un texte dans les règles ne s'acquiert que par un entraînement régulier et une préparation sérieuse.

7.5 Espagnol

7.5.1 Généralités et présentation du sujet

L'épreuve en espagnol reste inchangée. Chaque année le jury propose un article de presse contemporaine sur un sujet d'actualité issu du monde hispanophone. Cette année le jury a proposé un sujet en lien avec les problématiques auxquelles la communauté gitane est confrontée au sein du système scolaire espagnol.

L'épreuve se compose de trois parties. Dans un premier temps, les candidats doivent traiter une question de compréhension écrite, puis répondre à une question d'expression écrite qui permet d'aborder et d'élargir le sujet de l'article et pour finir effectuer un exercice de thème.

7.5.2 Commentaires généraux

De façon générale, le jury a eu le plaisir de lire de très bonnes copies même s'il a été confronté à certaines copies dont le niveau ne correspondait absolument pas à celui attendu à ce concours. En effet, le contenu de certaines copies relevait plutôt d'un niveau d'utilisateur élémentaire (A1), les structures les plus basiques et élémentaires de la langue n'étant pas maîtrisées pour certains. Le jury trouve, encore une fois, regrettable qu'une grande partie des candidats n'accorde pas d'intérêt au soin de la copie. Trop de copies, même excellentes, présentaient des ratures, des astérisques, certains segments étaient illisibles. Cette négligence a été sanctionnée.

7.5.3 Analyse détaillée des questions

Compréhension écrite

Pour cette première question, le candidat doit faire une restitution d'informations, avec ses propres mots pour mettre en avant qu'il a bien compris les enjeux de l'article. La contextualisation n'est pas indispensable, l'objectif principal est de restituer les informations de manière claire, structurée et fidèle au contenu des documents ou des sources, sans nécessairement élargir ou introduire le sujet.

Le manque de connecteurs conduit souvent à une restitution peu claire de l'information, ce qui donne un effet de réponse en forme de catalogue sans logique interne.

Les candidats devaient donc identifier quels étaient les obstacles auxquels la communauté gitane doit faire face au sein du système scolaire espagnol.

Pour proposer une réponse complète, il fallait mettre en avant 5 idées : «el fracaso escolar importante», «el retraso en el currículo», «la falta de modelos», «la dificultad de integración» et «el futuro profesional incierto».

Il est nécessaire de ne pas proposer de raccourcis, le jury a pu lire des arguments tels que «*los profesores y los alumnos se oponen a la presencia de gitanos en las escuelas». Certes, la personne qui témoigne ainsi que «la directora general de la Fundación Secretariado Gitano» mettent en évidence les rencontres par la communauté mais l'article n'avance à aucun moment de tels propos. Pour éviter ce genre de contre-sens, il est indispensable de lire avec attention le support proposé.

Expression écrite

Pour cette 2^{ème} question, les candidats devaient exposer leurs connaissances du monde hispanique et expliquer les mesures prises par l'Espagne et l'Amérique Latine pour intégrer les communautés minoritaires présentes sur leur territoire. Le jury s'attendait à ce que les candidats élargissent la problématique et ne se cantonnent pas à la communauté gitane.

En ce qui concerne la méthodologie, une courte contextualisation est généralement appréciée, car elle permet d'introduire le sujet, d'en situer les enjeux et d'amorcer la réflexion avant le développement

de l'argumentation. Elle contribue à donner davantage de cohérence et de fluidité à la prise de position. Encore une fois, l'utilisation des connecteurs logiques est primordiale afin d'éviter une accumulation d'exemples. On attend d'abord une idée clairement formulée, puis un exemple venant l'illustrer et l'étayer, accompagné d'une brève analyse permettant d'en montrer la pertinence. De nombreuses copies ont répondu à cette attente. Néanmoins, trop de copies se sont contentées de donner des exemples flous et superficiels. De plus, certaines copies ont traité le sujet de loin sans répondre directement à la question. Effectivement, un certain nombre de copies ont plutôt donné des exemples qui dénonçaient la situation des minorités sans donner d'exemples concrets pour remédier au problème de leur inclusion.

Toutefois, c'est avec satisfaction que le jury a pu lire des arguments extrêmement pertinents et solides comme celui de l'influencer et rappeur gitan Omar Montes pour illustrer la culture comme une possibilité d'intégration sociale ou encore l'exemple de Bad Bunny à son spectacle au Super Bowl 2026. Ces deux exemples montrent que le champ culturel peut devenir un véritable vecteur d'intégration, de visibilité et de reconnaissance sociale. Omar Montes met en avant la culture gitane dans l'espace médiatique espagnol et transforme une identité souvent marginalisée en source de réussite et de popularité. De son côté, Bad Bunny illustre l'influence croissante des cultures latino-américaines à l'échelle mondiale, notamment à travers son spectacle au Super Bowl 2026, symbole d'une plus grande diversité culturelle dans les grands événements internationaux.

D'autres copies ont évoqué « l'ONCE » qui emploie en Espagne des personnes en situation de handicap, la reconnaissance des langues indigènes comme langues officielles dans plusieurs pays d'Amérique Latine, le projet de régularisation des migrants porté par le gouvernement de Pedro Sánchez, la possibilité de pouvoir parler toutes les langues co-officielles à l'Assemblée nationale en Espagne... Ces arguments sont un aperçu non exhaustif d'éléments de réponses possibles.

Le jury a également trouvé des arguments complètement hors-sols, qui ne répondaient en aucun cas à la question posée « *La présidente de la communauté de Madrid, Díaz Ayuso, augmente le budget du Real Madrid pour favoriser l'inclusion », le lien entre le narcotrafic et l'intégration des minorités n'a pas de pertinence, parler de « la población *indígena en Ibiza » met en avant les grosses lacunes lexicales des candidats. Les candidats doivent répondre avec des arguments appropriés afin de mettre en exergue leur savoir en lien avec la question posée.

Thème

Le texte à traduire cette année était tiré d'un roman de Rachi Benzine, *Les silences des pères*, paru en 2023. Une petite accroche donnait quelques indications sur la situation et devait notamment permettre aux candidats d'identifier la traduction du « vous » dans l'extrait proposé. Le texte comportait quelques difficultés de traduction pour lesquelles le candidat devait faire appel à sa maîtrise de la langue. Le jury rappelle que les candidats doivent traduire l'intégralité du texte, certaines copies ont omis des mots ou des segments complets.

Bilan des erreurs rencontrées :

- traduction de « il y en a qui ... d'autres qui », « los hay que... otros que », « unos... otros »,
- traduction de on, le jury a accepté deux traductions, « je » atténué : « uno » ou observation à valeur universelle « se + 3^{ème} personne » : « uno puede ver el miedo », « se les ve el miedo »,
- pour traduire correctement le vous, il fallait prendre en compte l'accroche, qui n'était pas à traduire, où il était indiqué que le narrateur exilé en France envoyait des enregistrements sonores à son père. Dans l'extrait, lorsque le narrateur utilise le vous il s'adresse à son père c'est donc « usted » qu'il fallait utiliser,
- « en » est la préposition requise par le verbe « pensar ».
- Lorsque l'espagnol coordonne des subordonnées circonstancielles, la langue se contente de juxtaposer les propositions circonstancielles en les séparant par une virgule ou en les coordonnant par

- une conjonction de coordination d'où la traduction « cuando pienso en usted y rezo »,
- « como si » est, en espagnol, toujours suivi du subjonctif imparfait. Le verbe llamar est un verbe régulier, il fallait traduire « como si nos llamara »,
 - emploi de « por » et « para », avec certains adjectifs qui expriment un sentiment ou une humeur la préposition requise est « por » ; certains sont passés à côté de la traduction de mais par « sino » dans une phrase à la forme négative. La traduction attendue était « No tanto por mí sino por los demás »,
 - la conjugaison du verbe « dormir » à la 1^{ère} personne de l'imparfait de l'indicatif a posé problème, c'est pourtant un verbe régulier sans difficulté majeure « yo dormía ».

Lorsque le candidat ne connaît pas la traduction exacte d'un mot, il doit trouver une équivalence cohérente qui a du sens. La traduction du verbe vomir « vomitar » a donné lieu à des traductions parfois suprenantes « *sacaban la comida por la boca », par exemple. Traduire par « algunos estaban enfermos » a été moins pénalisé.

7.5.4 Conseils aux futurs candidats

On ne peut que rappeler ici quelques conseils utiles pour bien se préparer à cette épreuve. Il est essentiel de pratiquer en cours d'année les exercices d'entraînement, tant pour la partie expression écrite que pour la partie thème. Les efforts doivent non seulement porter sur la correction de la syntaxe, une connaissance scrupuleuse de la morphologie verbale mais aussi sur la variété et la précision du lexique. Ce sont là des conditions primordiales pour éviter les pièges de la traduction, pour servir au mieux une pensée claire et un discours organisé qui saura convaincre le jury.

De plus, suivre l'actualité du monde hispanophone via la presse, les vidéos et les podcasts est un investissement qui permet aux futurs lauréats de se préparer au mieux pour cette épreuve.

Le jury encourage vivement les futurs candidats à lire les archives des rapports des années précédentes disponibles en ligne.

7.6 Italien

7.6.1 Considérations générales

La moyenne générale de l'épreuve est très satisfaisante cette année.

Comme chaque année, rappelons que l'épreuve écrite de Langue Vivante est composée de deux exercices distincts. Le premier est un exercice de traduction : il s'agit d'un thème, épreuve pour laquelle le jury d'italien propose habituellement le court extrait d'un roman ou d'un essai contemporain, en veillant à ce que le lexique et les structures grammaticales correspondent aux connaissances légitimement attendues d'un candidat parvenu à ce niveau d'études.

Le second exercice est l'étude d'un texte, qui repose sur deux questions : la première est une question de compréhension et permet de s'assurer que le candidat a bien saisi le sens des idées développées ; la seconde est une question dite d'ouverture, car elle invite le candidat à une analyse plus personnelle, à partir d'un sujet qui est toujours en rapport avec le texte proposé et en constitue dès lors un prolongement.

La plupart du temps le texte choisi par le jury est extrait de la presse, ce qui était le cas cette année.

7.6.2 Observations sur la session 2026

Pour les deux exercices, les sujets de la session 2026 étaient les suivants :

–Le **thème** proposé était un extrait d'une œuvre de Jean-Pierre Martin, *Mes fous*, Edition de l'Olivier, 2020.

Le texte permet d'évaluer l'acquisition d'un certain nombre de points de grammaire courants, tant au niveau morphologique que syntaxique. Les verbes sont principalement au présent de l'Indicatif, au conditionnel (« J'aimerais », « Je ne voudrais pas »), à l'infinitif.

Une petite difficulté a été l'emploi du verbe à l'imparfait du Subjonctif en italien après un conditionnel dans la principale, « Je ne voudrais pas qu'ils **s'éteignent** ».

À cela s'ajoute la traduction de « **venir de** + infinitif » (passé proche) ainsi que celle du verbe « arriver », traduit en italien par le verbe « **capitare** ».

Les termes employés sont courants, relevant du champ lexical de la communication téléphonique (téléphone, portable, agenda, la liste de contacts) des actions inhérentes à la communication téléphonique (appeler, raccrocher, sonner, multiplier, consulter), relevant du registre des émotions et sentiments (espoir, malheureux, solitude, mots d'affection, souffrance), du corps (les mains), du temps (le temps qui passe, ça file, cinq ou six fois par jour) et de la mort (perdre un ami, ranimer un ami perdu, s'éteindre).

Les adjectifs sont tout aussi simples (différent, étonnant, seul, vieil, central..).

À cela s'ajoutent les adjectifs possessifs à la première personne du singulier, les adjectifs et pronoms indéfinis (quelque/ quelqu'un) et quelques adverbes courants (à peine, souvent, encore, quelquefois, après, quand).

Les quelques difficultés lexicales peuvent aisément être contournées par l'usage de synonymes ou de périphrases. On pourra aussi vérifier l'aisance et l'habileté des candidats dans les quelques cas où la structure de la phrase française ne peut être reproduite.

–Pour la partie « **Expression Ecrite** », les candidats étaient invités à réfléchir sur un article extrait du *Corriere della Sera* du 28 juin 2025 qui présente un problème d'actualité très grave, celui de la forte hausse de la température en Italie. Ce problème nous concerne tous non seulement en Italie ou en France, mais dans le monde entier.

Le journaliste Paolo Virtuani fait l'amer constat de la canicule en Italie dès le mois de juin avec des

températures record en 2025 et tire la sonnette d'alarme sur le réchauffement climatique.

La première question demande donc aux candidats de rendre compte de la bonne compréhension de l'article.

La seconde question, comme il se doit, propose aux candidats d'argumenter plus personnellement sur la crise climatique et les mesures à prendre afin d'éradiquer, on l'espère un jour, ce grave problème.

Nos candidats sont susceptibles d'être intéressés car ils vivent ce changement. Parfois vivant dans des conditions de vie difficiles dans les cités universitaires ou dans des logements non climatisés les candidats sont à même de porter une réflexion plus sincère par leur propre témoignage.

À l'exception de quelques belles copies, la traduction a été moyennement réussie : beaucoup de fautes d'orthographe et des gallicismes. Les candidats ont fait l'impasse sur des mots simples, comme, à titre d'exemple, le mot "malheureux" traduit par *sfelice, *maloroso, *discontento ; le mot "étonnant", traduit par *disagiante, *surprenante, *stuppifacente.

De même, certains candidats ont fait l'impasse sur certains verbes irréguliers comme « volere » et « dire ». A titre d'exemple, le verbe "vouloir" à l'imparfait du subjonctif a été traduit par *volerebbe (verbe « **volare** »).

Il était vraiment très important de respecter les temps : des candidats ont mis le verbe au présent de l'indicatif au lieu du conditionnel présent ; ou encore le présent de l'indicatif au lieu de l'imparfait du subjonctif.

On a dû regretter la méconnaissance, chez certains candidats, des articles indéfinis, des articles contractés, de l'adjectif possessif et d'adverbes courants.

Dans quelques copies, ont été sanctionnées également des omissions de traduction.

Malgré la brièveté du temps de l'épreuve, les candidats doivent se montrer vigilants sur ce point et se contraindre à une **relecture** attentive du texte et de leur traduction en regard. Certaines fautes seraient certainement évitées.

Dans la première question, on a relevé la tendance détestable chez quelques candidats, heureusement peu nombreux, à proposer une réponse sous forme de catalogue dans la première question. C'est là un écueil qui procède davantage d'un défaut de méthodologie. La réponse doit être organisée et structurée pour synthétiser les idées du texte. Le jury ne saurait se contenter d'un inventaire, fût-il complet. Le candidat doit formuler une problématique liée au sujet, donner son opinion personnelle à travers une prise de position claire explicitée par différents exemples.

Quant à la seconde question, on a pu regretter parfois un manque d'ouverture. Bien au contraire, une réflexion personnelle plus large, étayée d'exemples variés, était la bienvenue.

Pour ce qui est de la forme, le jury s'est félicité de trouver dans quelques copies, une réelle richesse lexicale et une maîtrise de structures syntaxiques élaborées.

7.6.3 Conseils aux futurs candidats

À l'adresse des futurs candidats, on ne peut que rappeler ici quelques conseils utiles pour bien se préparer à cette épreuve. Il importe de multiplier, en cours d'année, les exercices d'entraînement, tant pour le thème que pour la partie « Expression ». Les efforts doivent porter, en toute priorité, sur la correction de la syntaxe, une connaissance scrupuleuse de la morphologie verbale, enfin sur la variété et la précision du lexique. Ce sont là des conditions indispensables pour éviter les pièges de la traduction, pour servir au mieux une pensée claire et un discours organisé qui saura convaincre le jury.

7.7 Russe

Le texte proposé portait sur la sous-culture des jeunes et semble avoir été d'un niveau adéquat.

Le thème contenait un vocabulaire en majorité quotidien : relations familiales, maison. . .

La majorité des candidats a montré un bon niveau de langue russe, en particulier par la richesse du vocabulaire.

Par contre, la compréhension du français (dans le thème) était parfois défaillante, ce qui s'est reflété par des erreurs ou des « oublis » dans la traduction.

Ces deux éléments laissent à penser que bon nombre des candidats sont issus de familles pratiquant le russe à la maison.

En ce qui concerne les questions posées :

- dans la première question portant sur la compréhension du texte, certains candidats ont oublié des éléments importants,
- L'essai a pu donner lieu à des compositions ne répondant pas toujours à la question posée (hors sujet, donc) ou écrits au fil de la plume sans plan construit.

Sur la forme :

Orthographe souvent défaillante (on écrit comme on prononce), ponctuation approximative (or, les règles de ponctuation du russe sont strictes), écriture parfois à la limite du déchiffrable, le nombre de mots n'étant pas toujours respecté.

Mais l'ensemble est tout de même plus que convenable puisque les notes vont de 10 à 16, avec une moyenne de 13,25.

8 Annexes

Ces annexes ne proposent pas un corrigé des épreuves, mais rassemblent les commentaires, question par question, des épreuves écrites par matière et pas filière. Les énoncés sont disponibles sur le site du concours à l'adresse :

www.concoursminesponts.fr

A Mathématiques 1 MP/MPI

Q1 - La première partie était consacrée au lemme fondamental du calcul variationnel et commençait par deux questions très classiques d'analyse réelle. Nous avons été très surpris par la faiblesse des copies sur ces questions, par exemple à la première nous avons trouvé une erreur de dérivation des fonctions composées, $x \mapsto P(\frac{1}{x})$ étant dérivé en $x \mapsto P'(\frac{1}{x})$ dans une proportion non négligeable des copies.

Q2 - A la deuxième question il fallait appliquer le théorème de prolongement de la dérivée qui nécessite une certaine précision dans les hypothèses, celle de continuité étant souvent absente. Il y a eu très peu de solutions complètes.

Q3 - L'utilisation de la question 2 pour construire une fonction convenable pour répondre à cette question, a été comprise par un certain nombre de candidats. Avec ce procédé, la justification était assez simple, mais elle était beaucoup plus compliquée avec d'autres fonctions, pour lesquelles on devait repartir à zéro pour démontrer le caractère C^∞ ... quand il était vérifié.

Q4 - Question classique et les bons candidats ont fait le raisonnement par l'absurde attendu. D'autres ont traité deux cas, les fonctions positives et les fonctions négatives... ou ont évoqué d'autres arguments manifestement faux.

Q5 - Les performances ont été plus satisfaisantes à cette question, l'important étant de préciser que la fonction $x \mapsto f(x, y(x), y'(x))$ était continue sur le segment $[a, b]$, donc intégrable sur ce segment.

Q6 - Question plus difficile, mais cela se voyait, donc un nombre non négligeable de candidats l'ont carrément sautée. Parmi ceux qui l'ont abordée, il y a eu de bonnes idées dans une proportion raisonnable des copies, et pour une petite minorité, des versions fantaisistes du théorème de Bolzano-Weierstrass, appliqué en l'absence de suites....

Q7 - A cette question il s'agissait d'appliquer le théorème de dérivation d'une intégrale dépendante d'un paramètre. Les hypothèses de régularités étaient assez souvent justifiées mais l'hypothèse de domination, pour laquelle les hypothèses de l'énoncé étaient légèrement insuffisantes a souvent été carrément oubliée.

Q8 - Une justification précise était attendue à cette question : en un extrémum d'une fonction sur un intervalle ouvert, la dérivée s'annule. La rédaction la plus claire ensuite était une intégration par parties, et il était préférable de le dire. Comme il ne s'agit que de la formule de dérivation d'un produit, on peut être tenté de s'affranchir du formalisme, mais cela conduisait souvent à une tentative d'escroquerie.

Q9 - Cette question a été souvent réussie, rappelons tout de même que pour appliquer un résultat antérieur, il faut en vérifier un minimum d'hypothèses, on ne pouvait pas se contenter ici de " d'après la première partie...".

Q10 - Cette question a été assez peu abordée, peut-être en raison de sa position en fin de partie. Il suffisait de faire une dérivation par la règle de la chaîne puis d'appliquer la question précédente.

Q11 - A la partie quatre, on commençait les applications de la règle de Beltrami, ce qui supposait d'en vérifier les hypothèses. Il fallait donc définir une fonction $(x, y, z) \mapsto f(x, y, z)$ (pas $f(x, y, y')$) préciser ensuite son domaine de définition et ne pas oublier l'hypothèse $\frac{\partial f}{\partial x} = 0$. Obtenir la bonne équation sans les précisions précédentes ne rapportait pas la totalité des points affectés à ce calcul. Dans le même ordre d'idée, la résolution de l'équation demandait de la précision au niveau des arguments de

continuité et de non-nullité. Il est probable que de nombreux candidats ont obtenu beaucoup moins de points que ce qu'ils espéraient à cette question.

Q12 - Q16 - On peut faire les mêmes commentaires pour ces questions. Ces trois questions relevaient de la même technique, donc les candidats qui l'ont comprise s'assuraient une avance confortable.

Q13 - Q17 - Ces questions étaient du niveau sup, tout comme les deux premières questions, et il y a eu aussi des défauts de rédaction, par exemple, oublier l'hypothèse de continuité invalide la démonstration. Bien que cela soit assez loin dans le problème, les performances sur le calcul de la dérivée de la réciproque d'une fonction ont été décevantes.

Q14 - Q15 - Ces questions ont été peu abordées et il y a eu beaucoup de tentatives de bluff, puisque les réponses étaient indiquées dans l'énoncé.

Q18 - Cette question n'a été abordée que dans de rares copies et pratiquement jamais réussie.

[!\[\]\(d0404fead0df3e2b3ce553e59df6c870_img.jpg\) RETOUR](#)

B Mathématiques 2 MP/MPI

Q1 - Il fallait dans cette question calculer le polynôme caractéristique et calculer ses racines, faire une disjonction de cas pour que les racines soient réelles ou non, se rendre compte que dans le cas des racines réelles, la matrice était diagonale donc diagonalisable sur $\mathbf{R}$ et $\mathbf{C}$ et, sinon, la matrice n'admettait pas de valeur propre réelle donc n'était pas diagonalisable sur $\mathbf{R}$ mais l'était sur $\mathbf{C}$ car admettait deux valeurs propres distinctes. Beaucoup de candidats ont correctement calculé le polynôme caractéristique (même si on trouve trop souvent l'erreur « $\cos^2 + \sin^2 = 0$ ») et ont calculé correctement les racines complexes, mais beaucoup d'erreurs de raisonnement ont suivi : bon nombre de candidats ont dit directement que les racines étaient complexes (ce qui n'était pas faux, mais la plupart des candidats confondent « complexes » et « non réelles ») donc que la matrice n'était pas diagonalisable sur $\mathbf{C}$, sans voir qu'il fallait distinguer les cas selon la valeur de θ (et beaucoup de candidats disent que $\sin(t) = 0$ si et seulement si $t = 0$). Si certains ont bien vu, au contraire, la nécessité de cette disjonction de cas, les correcteurs ont vu des copies où il était affirmé que les matrices $\pm I_2$ n'étaient pas diagonalisables car leur polynôme caractéristique n'était pas scindé à racines simples. Enfin, dans le cas où les valeurs propres n'étaient pas réelles, beaucoup de candidats n'ont pas jugé utile de justifier pourquoi elles étaient distinctes. Le jury insiste sur la nécessité de réfléchir au brouillon et de ne pas foncer tête baissée sur le sujet. De plus, commencer le sujet par une question très mal traitée ne met pas le correcteur dans les meilleures dispositions pour la suite.

Q2 - L'inclusion $\{R_\theta \mid \theta \in \mathbf{R}\} \subset \text{SO}_2(\mathbf{R})$ a souvent été prouvée correctement (mais a parfois été oubliée), au contraire de l'inclusion réciproque. Quelques copies ont simplement justifié en citant le cours, alors qu'il était explicitement écrit de ne pas simplement utiliser le résultat du cours. La plupart des candidats ont correctement utilisé la paramétrisation du cercle unité (si $a^2 + b^2 = 1$ alors il existe θ tel que $a = \cos(\theta)$ et $b = \sin(\theta)$) mais beaucoup ont pris le même θ pour les couples (a, b) et (c, d) , d'autres ont pris des arguments différents mais ont insuffisamment justifié la forme finale, trouvée miraculeusement (par exemple sans utiliser le fait que le déterminant était égal à 1). **Le jury rappelle que tout « passage en force » ne met pas le correcteur dans de bonnes dispositions pour la suite et qu'il vaut mieux écrire que le raisonnement n'a pas abouti plutôt que d'enchaîner les calculs faux pour obtenir comme par magie le résultat voulu.** Il fallait évidemment utiliser l'orthogonalité des colonnes et le fait que celles-ci étaient de norme 1 pour conclure.

Q3 - La compacité a été plutôt bien traitée, même si les correcteurs n'ont pu que constater la mauvaise compréhension des candidats concernant la nature des objets manipulés : comme dans la partie II, les correcteurs ont beaucoup lu : « produit d'applications continues » alors qu'il s'agissait de composées. Que ce soit en disant que l'image réciproque d'un fermé par une fonction continue est un fermé ou en utilisant la caractérisation séquentielle des fermés, la continuité ne devait pas être oubliée (pour justifier le passage à la limite si on utilisait la caractérisation séquentielle) même si les correcteurs ont été tolérants concernant sa justification. L'équivalence entre compact et fermé borné en dimension finie était bien connue. **Le jury rappelle l'évidence suivante : tout résultat doit être justifié.** Ainsi, dire que $O_n(\mathbf{R})$ est borné, sans aucune justification, ni même sans préciser la norme (qui pouvait évidemment varier d'une copie à l'autre, les normes étant équivalentes en dimension finie) n'apportait aucun point. De plus, le jury a vu beaucoup d'oublis de racine carrée dans l'expression de la norme euclidienne. En ce qui concerne la (non) connexité par arcs, il ne fallait pas oublier de **démontrer** le fait qu'une matrice orthogonale avait un déterminant égal à ± 1 , mais il fallait aussi prouver que 1 et -1 étaient atteints (et trop de candidats affirment que $-I_n$ est de déterminant -1 , voire même affirment que $O_n(\mathbf{R})$ est l'image réciproque de $\{\pm 1\}$ par le déterminant). Beaucoup de candidats ont ainsi perdu des points en disant simplement : « Le déterminant est continu et l'image de $O_n(\mathbf{R})$ par le déterminant est $\{\pm 1\}$ qui n'est pas connexe par arcs donc $O_n(\mathbf{R})$ ne l'est pas ». Enfin, le jury ne saurait trop conseiller aux candidats de faire attention à leur choix de notation : si n désigne la taille des matrices, il ne saurait désigner en même temps l'indice des suites...

Q4 - Cette question a été peu souvent traitée, principalement parce que le théorème de réduction des isométries est assez mal connu des candidats : quand il est cité (c'est-à-dire rarement), le candidat oublie régulièrement de préciser que les matrices de passage sont orthogonales, et c'est parfois la même matrice de passage pour toutes les isométries. Le cas $n = 2$ étant suggéré pour donner l'idée au candidat mais pas pour initier une récurrence, tous les points ont été naturellement donnés aux candidats démontrant directement le cas général.

Q5 - Question là aussi assez souvent mal traitée car les candidats maîtrisent mal la notion de sous-groupe (quand ils ne disent pas que H est un hyperplan...) : beaucoup de candidats croient que le complémentaire d'un sous-groupe est stable par la loi du groupe. Il faut évidemment préciser que les groupes, dans cette question, sont infinis et que parler de cardinal (et appliquer le théorème de Lagrange) était totalement inutile (et faux).

Q6 - Les candidats ont souvent sauté cette question, et parmi les réponses vues par les correcteurs, beaucoup étaient incohérentes (combien de probabilités négatives par exemple). Le jury rappelle aux candidats que c'est un concours de recrutement pour des écoles d'ingénieurs, et qu'il est de mauvais augure de voir des candidats affirmer qu'une probabilité est négative, ou strictement plus grande que 1, etc. Au contraire, il est toujours apprécié de voir un candidat critiquer un résultat manifestement absurde, même s'il n'arrive pas à trouver son erreur. Pour s'en rendre compte, le jury conseille aux candidats de remplacer p par 0 ou par 1 (même si l'intervalle était ouvert) au brouillon pour voir s'il a obtenu quelque chose d'absurde. On pouvait (pour la première probabilité) effectuer un raisonnement combinatoire exhaustif, tout en faisant attention que la probabilité n'était pas uniforme, ou utiliser le déterminant. Pour la deuxième probabilité, il fallait justifier que la matrice contenait un unique 1 par ligne et par colonne et compter les façons possibles d'obtenir une telle matrice. De plus, en ce qui concerne la probabilité $P(Z_n \in \text{SO}_n(\mathbf{R}))$, le jury attendait bien sûr des arguments, et pas simplement de diviser la probabilité précédente par 2. Précisons qu'un exercice de probabilités ne se limite pas à des calculs (souvent mystérieux), des explications claires en français sont attendues (le jury sanctionnait lorsque l'indépendance n'était pas citée par exemple, ou tout simplement quand l'explication n'était pas claire, et évidemment quand elle était absente !). Même les candidats qui ailleurs rédigent correctement rédigent ces questions de façon insuffisante. Le jury attend des phrases d'explications et aussi une expression finale simplifiée au maximum ! Les correcteurs n'ont pas à effectuer le travail du candidat et à développer de longues expressions pour vérifier que le résultat est correct !

Q7 - Beaucoup de candidats ignorent tout d'abord ce qu'est une matrice de réflexion. Ensuite, même si certains ont vu la nécessité de faire une disjonction de cas selon que x et y étaient égaux ou non, on trouve malheureusement dans beaucoup de copies que l'identité convient lorsque $x = y$. A l'inverse, le jury a été agréablement surpris de retrouver dans quelques copies un dessin explicatif, qui ne se substitue pas à une preuve, naturellement (il fallait évidemment justifier à l'aide de l'hypothèse sur les normes que $x - y$ et $x + y$ étaient orthogonaux) mais qui rendait l'ensemble plus facile à lire. Rappelons qu'un dessin, non seulement rend la copie plus agréable à lire pour le correcteur, mais aussi met parfois le candidat sur la bonne voie, et que donc cette pratique aurait intérêt à être plus répandue et à devenir un réflexe.

Q8 - Question très peu traitée.

Q9 - Question très peu traitée.

Q10 - Comme affirmé plus haut, beaucoup de candidats ne comprennent pas la nature des objets qu'ils manipulent et se contentent de dire que « f est un produit de fonctions C^1 », voire même de « f est C^1 par théorèmes généraux », ou encore « f est C^1 car différentiable et, pour tout M , $df(M)$ est linéaire en dimension finie donc continue » (et combien de copies affirmant que f est linéaire...). Ces affirmations n'apportaient évidemment aucun point. Dire que f était polynomiale en les coefficients était insuffisant, il fallait préciser que toutes les coordonnées de f l'étaient. De plus, beaucoup de copies oublièrent de vérifier la linéarité de la différentielle, et ne justifiaient pas que $H^T H$ était négligeable devant H (et trop de copies affirment, à tort, qu'une matrice et sa transposée ont la même norme, et la norme n'est,

encore une fois, presque jamais précisée) : on pouvait prendre une norme sous-multiplicative et le résultat devenait alors assez simple à prouver.

Q11 - Précisons pour cette question et les suivantes que le résultat au programme en ce qui concerne les lignes de niveau et l'espace tangent en tant que noyau de la différentielle n'est valable que pour les applications **numériques** et donc n'apportait aucun point quand il était utilisé ici pour conclure directement. Sinon, que ce soit en donnant la différentielle de la fonction f ou en utilisant la relation du cours reliant la dérivée et la différentielle, le jury a trouvé nombre de copies où cette question était bien traitée.

Q12 - Cette question a souvent été très mal traitée par les candidats, car ils n'ont pas compris qu'il fallait que l'application γ devait être à valeurs dans $O_n(\mathbf{R})$ (quand ils n'ont pas affirmé que $O_n(\mathbf{R})$ était tout simplement stable par somme ou était un espace vectoriel) : on a donc beaucoup vu de sommes $\gamma_1 + \gamma_2$, de multiplications $\lambda\gamma_1$, etc. Précisons également qu'utiliser la question 13 pour répondre à la question 12 ne rapportait aucun point, et qu'oublier de prouver que la matrice nulle était dans l'ensemble était sanctionné (il ne faut pas oublier de préciser qu'un ensemble est non vide pour prouver que c'est un espace vectoriel). D'ailleurs, le jury encourage encore une fois les candidats à réfléchir à la cohérence des réponses fournies : il n'est pas normal de prouver qu'un ensemble est non vide car contient I_n alors qu'il est écrit explicitement dans l'énoncé que les éléments de cet ensemble sont des matrices antisymétriques !

Q13 - Question très peu traitée. Lorsqu'elle l'a été, elle l'a été plutôt correctement, mais il ne fallait pas oublier de **prouver** (le jury en revient toujours au même point) que l'exponentielle d'une matrice antisymétrique était orthogonale (et il ne fallait pas oublier de préciser que A et sa transposée commutaient pour pouvoir dire que le produit des exponentielle était égal à l'exponentielle de la somme).

Q14 - Question relativement bien traitée (avec parfois des erreurs de calcul même si le contre-exemple était bon, ce qui rapportait des points mais pas la totalité), même s'il fallait faire attention au fait que n était fixe dans cette question ! On ne pouvait donc pas prendre l'identité pour dire que la suite $(g(I_n))$ tendait vers $+\infty$ donc que g n'admettait pas de maximum global.

Q15 - On pouvait dire que g et le déterminant étaient des applications polynomiales en les coefficients, mais dire qu'elles étaient polynomiales (ou linéaires !) ne rapportait évidemment aucun point : il faut éviter les phrases toutes faites, surtout lorsqu'elles ne s'appliquent pas ! Le gradient de g a été relativement bien traité, mais pas celui du déterminant. De plus, le résultat était donné donc le jury a été particulièrement vigilant concernant les « tentatives d'arnaques ». Beaucoup de candidats ne comprennent pas la différence entre mineur et cofacteur.

Q16 - Il fallait utiliser dans cette question le théorème d'optimisation sous contrainte, qui a souvent été cité, mais il fallait évidemment citer les hypothèses (et en particulier le fait que le gradient doit être non nul) ! De plus, un candidat qui disait que $\det(\lambda I_n) = \lambda$ était très fortement pénalisé car cela montre comme souvent une très mauvaise compréhension de la nature des objets manipulés.

Q17 - Question relativement bien traitée quand elle était abordée. Attention à ne pas dire d'absurdité du type « g est minorée par 0 donc admet un minimum global ». Certaines copies utilisent l'inégalité arithmético-géométrique, mais il fallait la redémontrer. Sinon, la plupart des candidats qui ont bien traité la question ont raisonné en prouvant l'existence d'un minimum par un argument de compacité (il fallait entre autres **prouver** que $SL_n(\mathbf{R})$ était un fermé par exemple, il ne suffisait pas de l'affirmer doctement) puis en utilisant les questions précédentes.

Q18 - Beaucoup de candidats ont bien vu que les seuls sous-groupes possibles étaient $\{1\}$ et $\{\pm 1\}$ (mais combien de résultats absurdes du type $\mathbf{R}_+^*$, $\mathbf{N}$, $\mathbf{Z}$ voire même $O_n(\mathbf{R})$!) mais trop de choses étaient affirmées sans démonstration pour utiliser ce résultat dans la deuxième partie de la question : il fallait utiliser la compacité de $\mathbf{U}$ pour pouvoir affirmer que son image était bornée (et ne pas se contenter de dire que $\mathbf{U}$ était borné donc son image aussi) et sa connexité par arcs pour exclure le cas $\{\pm 1\}$.

Q19 - Question relativement peu traitée. Les correcteurs ont souvent vu qu'un produit valait 1 si et seulement si tous les termes du produits étaient égaux à 1 en module... Là aussi, il vaut mieux ne rien écrire qu'écrire un résultat manifestement absurde pour grappiller des points. Le jury a aussi beaucoup vu de déterminants de matrices colonnes...

Q20 - Cette question était la plus facile du sujet et a été traitée correctement par la quasi totalité des candidats.

Q21 - Il ne fallait pas oublier de justifier le caractère C^1 de F , par exemple en citant le théorème fondamental de l'analyse (ou du calcul intégral) ou en disant que F était une primitive de Ψ (car Ψ était continue). Beaucoup de candidats ont, à tort, utilisé le théorème de dérivation sous le signe intégral. Le reste de la question a été très peu traité.

Q22 - Question relativement bien traitée. Il fallait faire attention au fait que Ψ est à valeurs matricielles. Ainsi, le jury a pénalisé les candidats qui ont fait commuter $\Psi(x)$ et $\Psi(t)$ sans justification, par exemple.

Q23 - Question relativement mal traitée : les candidats (quand la question était abordée) obtenaient une équation différentielle (pas toujours la bonne) et se contentaient de conclure en donnant la réponse.

Q24 - Exercice classique qui a été souvent bien traité, mais beaucoup de candidats ont simplement dit que les matrices étaient réelles donc les matrices de passage devaient l'être aussi... Pour justifier qu'une fonction polynomiale admet une valeur réelle non nulle, il fallait dire qu'elle était non nulle en i donc n'admet qu'un nombre fini de racines.

Q25 - Là aussi, le jury rappelle que toute affirmation doit être démontrée, par exemple (même si on pouvait s'en sortir autrement) que la suite des noyaux est strictement croissante jusqu'à un certain point et qu'ensuite elle est stationnaire. De plus, les correcteurs ont eu la désagréable surprise de constater que beaucoup de candidats pensent qu'un exemple explicite a valeur de démonstration : beaucoup de copies ont simplement donné une matrice nilpotente 2×2 ou 3×3 en guide de justification ! **Le jury rappelle avec force qu'un exemple ne prouve rien !**

Q26 - Question souvent bien traitée. Mais attention, là aussi de nombreux échecs de type : beaucoup de candidats oublient qu'ils manipulent des matrices et disent que l'exponentielle de $2\pi M$ vaut 1...

Q27 - Le jury rappelle que la décomposition de Dunford n'est pas au programme et donc qu'il ne suffisait pas de dire : « c'est la décomposition de Dunford de M ». De plus, il ne suffisait pas de conclure en disant que M était trigonalisable, puis en prenant la partie diagonale et la partie triangulaire supérieure stricte, il fallait décomposer M sur la somme directe des sous-espaces caractéristiques.

Q28 - Il ne fallait pas oublier de préciser que les matrices N et D commutaient pour pouvoir affirmer que l'exponentielle de la somme était le produit des exponentielles. Ensuite, trop de candidats se contentent de dire que $\exp(2\pi N) = I_n$ donc $N = 0$... Enfin, là aussi, la liberté des puissances non nulles de N doit être prouvée quand on souhaite l'utiliser (même si on pouvait s'en tirer beaucoup plus simplement en utilisant la question 25).

Q29 - Très peu de candidats ont vu la nécessité de prouver que la matrice Q obtenue précédemment ne dépendait pas de x . Cette subtilité (importante !) mise à part, question relativement bien traitée par les candidats.

Q30 - Synthèse des questions précédentes qui a été relativement bien traitée.

[!\[\]\(770665e07a96c5755587a2547d8420dd_img.jpg\) RETOUR](#)

C Mathématiques 1 PC

Q1 - La démonstration que la seule valeur propre possible est zéro a été bien réussie, ensuite il faut bien préciser que dans **C**, la trace est la somme des valeurs propres comptées avec leur multiplicité.

Q2 - Question bien réussie en général.

Q3 - Dans un nombre non négligeable de copies on a pu voir que $E = \ker(u) \oplus \text{Vect}(e_1, \dots, e_r)$ avec $(e_1, \dots, e_r) \in \text{Im}(u)$, alors que dans la question précédente, on a établi que $\text{Im}(u) \subset \ker(u)$. Dans un premier temps on pouvait utiliser, ou bien l'existence d'un supplémentaire, ou bien le théorème de la base incomplète. La liberté de la famille $(u(e_1), \dots, u(e_r))$ a permis de valoriser les candidats rigoureux.

Q4 - En complétant la famille libre $(u(e_1), \dots, u(e_r))$ en une base de $\ker(u)$, on arrivait au résultat. De nombreux candidats ont juste complété $(e_1, \dots, e_r, u(e_1), \dots, u(e_r))$ en une base, mais si les nouveaux vecteurs ne sont pas dans $\ker(u)$, cela ne peut pas aboutir.

Q5 - L'unicité du rang d'un endomorphisme permet de conclure.

Q6 - Une question abordée par l'ensemble des candidats. On regrette que l'égalité $E_{i,j}E_{k,\ell} = \delta_{j,k}E_{i,\ell}$ ne soient pas systématiquement rappelée. Un calcul matriciel rigoureux donne $F_{i,j}^2 = 0$, par contre l'utilisation d'une identité remarquable ne peut pas aboutir car les matrices ne commutent pas.

Q7 - On peut montrer le résultat en construisant explicitement la combinaison linéaire. Il est attendu du candidat de la rigueur et de la précision, une explication vague sur la façon dont on peut écrire une matrice de trace nulle comme combinaison linéaire des matrices de l'énoncé en pensant que le correcteur va combler les détails n'est pas envisageable. On peut aussi montrer le résultat par un argument fondé sur la dimension.

Q8 - On procède par double inclusion. Encore une fois il faut être rigoureux : des candidats ont montré une inclusion et ont conclu qu'il y avait égalité sans aucune explication supplémentaire. On rappelle que tous les résultats présentés doivent être justifiés.

Q9 - Pour la construction explicite d'un endomorphisme u , la nécessité que n soit supérieure ou égal à 5 n'a pas souvent été expliquée.

Q10 - Le développement de $(w - v)^2$ n'aurait pas dû poser de problème sauf que de trop nombreuses copies ont utilisé l'identité remarquable, alors que w et v ne commutent pas. L'inégalité sur le rang était plus délicate, très peu de candidats ont répondu correctement. On a $(w - v)^2 = w(w - v) + (-v)w$, puis on utilise les trois inégalités suivantes pour $f, g \in \mathcal{L}(E)$:

$$\text{rg}(f + g) \leq \text{rg}(f) + \text{rg}(g), \quad \text{rg}(f \circ g) \leq \text{rg}(g), \quad \text{rg}(f \circ g) \leq \text{rg}(f).$$

La première inégalité doit être démontrée dans la copie mais pas les deux suivantes car elles sont en page 23 du programme de PCSI.

Q11 - Quand l'énoncé dit « en remarquant que », il est attendu que ce résultat soit démontré. La suite de la question n'a été que très peu traitée. Si un énoncé demande de montrer qu'un sous-espace est stable par un endomorphisme, il est alors judicieux d'étudier la restriction de cet endomorphisme à ce sous-espace, ici la restriction était un endomorphisme de carré nul et en utilisant la question 1, on démontre que la matrice de la restriction est semblable à une matrice triangulaire supérieure avec des zéros sur la diagonale, et on peut conclure.

Q12 - Après avoir remarqué que $u - v$ et $-(u - v)$ sont semblables, il faut une démonstration du résultat, pas une affirmation.

Q13 - Dans cette question, on attendait un raisonnement par l'absurde rigoureux.

Q14 - Cette question a posé d'immenses difficultés aux candidats. Il y a eu des problèmes de signes des coefficients de $\widetilde{(xI_n - A)}^{(k,n)}$, ensuite il y a eu des problèmes pour représenter une matrice de Hessenberg régulière, puis aussi des difficultés à enlever la k -ème ligne et la n -ème colonne, et après cela il fallait calculer un déterminant d'une matrice triangulaire supérieure par blocs. L'un des déterminants

représentait le polynôme caractéristique d'une matrice carrée de taille $k - 1$ et l'autre était celui d'une matrice triangulaire supérieure. On encourage les candidats à écrire des calculs soigneux, étape par étape, cela leur permettra d'aboutir au résultat.

Q15 - Question très peu réussie.

Q16 - Beaucoup de candidats ont trouvé la valeur de C .

Q17 - Les candidats ont constaté que la matrice devait être triangulaire supérieure mais la justification que la diagonale était non nulle, en exploitant le fait que la matrice de u est de Hessenberg régulière, a manqué de rigueur.

Q18 - En utilisant la question 17 et le théorème de Cayley-Hamilton, on constatait que la matrice de u dans la nouvelle base donnait exactement J_n . Attention, le fait que A et J_n aient le même polynôme caractéristique ne permet pas de conclure.

Q19 - Question assez bien réussie par les candidats ayant atteint cette partie du sujet. Il fallait utiliser les questions 15 et 18, il est bien entendu essentiel de s'assurer que les hypothèses d'application sont bien vérifiées.

Q20 - Cette question demandait une prise d'initiative pour expliciter les matrices B_1 et B_2 , et elle a été réussie par quelques candidats. On les encourage à vérifier par le calcul que les matrices proposées fonctionnent cela pourrait les mettre sur la bonne voie si la première tentative n'est pas la bonne.

Les questions suivantes ont très peu été abordées.

[!\[\]\(eb29a25dc561c509714a1b856b2b8863_img.jpg\) RETOUR](#)

D Mathématiques 2 PC

Première partie

Q1 - De très nombreux candidats ne se sont pas du tout intéressés au caractère borné (tout comme dans la question suivante) et se sont contentés de démontrer que $\mathcal{S}(H)$ était un espace vectoriel, propriété du cours qu'il n'était pas nécessaire de redémontrer.

Q2 - La formulation *les éléments de $\mathcal{B}(E)$ sont les fonctions de la forme...* a été mal interprétée, les candidats pensant, presque systématiquement, qu'on ne demandait qu'un seul sens d'implication, alors qu'il s'agissait de montrer une égalité entre deux ensembles.

Q3 - Plutôt bien réussie.

Q4 - Le théorème de Cauchy n'est pas au programme de PCSI-PC dans le contexte des équations différentielles d'ordre 2 à coefficients non constants. Seuls de rares candidats se sont autorisés à invoquer ce résultat connu pour l'ordre 1. Au final le jury a décidé de neutraliser cette question pour ne pas introduire d'inéquité.

Partie 2 : L'équation devenait à coefficients constants ce qui permettait d'utiliser les résultats du cours.

Q5 - Il s'agissait de mener des calculs élémentaires, les erreurs, heureusement plutôt rares, ont été sanctionnées : on attend des candidats la capacité à mener un calcul juste jusqu'à son terme.

Q6 - Il fallait à nouveau s'intéresser au caractère borné : contrairement aux deux premières questions, les candidats ont plutôt bien réagi.

Q7 - Il fallait partir de la périodicité de f pour arriver à celle de $\cos$ et non le contraire comme trop souvent observé.

Q8 - Question assez bien réussie.

Q9 - Une première question d'algèbre linéaire élémentaire qui a causé des écarts, certains se mélangeant entre déterminant nul ou non nul et son application aux systèmes de Cramer. L'utilisation de l'irrationalité de ω a aussi été source de confusion notamment dans la rédaction.

Q10 - Le sujet ne demandait pas la période optimale, ce que les candidats ont bien compris.

Partie 3 : On quitte à présent les coefficients constants.

Q11 - De très nombreux candidats ont pensé que la dérivée commutait avec la fonction puissance et ont donc interverti dérivée seconde et carré. D'autres, plus rares, on confondu g^2 avec $g \circ g$. Ceux qui ont patiemment écrit la dérivée seconde de g^2 sont parvenus à résoudre très simplement cette question.

Q12 - Les arguments ont souvent été sinueux et très peu de candidats ont utilisé la continuité de g pour dire que si g^2 est constant alors g aussi. Ce genre d'oubli montre une tendance chez les candidats à utiliser des arguments d'autorité plutôt qu'à réfléchir sérieusement. Nul doute que, questionnés à l'oral sur cette implication, les réponses seraient alors correctes.

Q13 - Question plutôt bien réussie avec parfois des rédactions pas suffisamment précises.

Q14 - Très peu traité correctement : il fallait juste dire que Tf était une solution bornée et que par unicité elle était alors égale à f .

Partie 4 : On ajoute un second membre à l'équation de la partie précédente.

Q15 - De trop nombreux candidats ont pensé que la récurrence linéaire proposée était à coefficients constants. D'autres ont invoqué une règle de d'Alembert quand ce n'était pas la convergence de la série de terme constant égal à M . Pour le reste l'absolue convergence de la série $\sum_n a_n$ a été bien traitée, plus rarement celle de $\sum_n n^2 a_n$.

Q16 - Il fallait utiliser son cours sur la dérivation des séries de fonctions : Rappelons qu'une large partie du programme consiste à être capable de justifier les interversions intégrales et sommes infinies

ou les variantes avec la dérivation, soit à l'aide de la convergence uniforme ou normale, soit à l'aide du théorème de convergence dominée. Il convient alors de faire montre de sa maîtrise technique lorsque le sujet l'exige : le jury a été très étonné de constater que trop peu de candidats se sont interrogés sur la dérivation terme à terme d'une série. Peut-être une question similaire posée en début de sujet aurait-elle eu plus de considération ?

Q17 - Le sujet suggérait de montrer que la famille proposée était orthogonale, ce qui a été bien vu par les candidats. D'autres ont préféré dire qu'on avait une famille de vecteurs propres pour l'opérateur de dérivée seconde.

Q18 - Calcul bien réussi en général avec parfois des fautes de signe auquel cas aucun point n'était attribué.

Q19 - La linéarité n'était pas le point essentiel. Il fallait surtout identifier l'image, le noyau et justifier la non surjectivité avec le fait que s_1 n'était pas atteint. Peu de candidats ont pensé à montrer $L(\mathcal{P}) \subset \mathcal{P}$.

Q20 - Il s'agissait essentiellement de constater que l'image de $\mathcal{P}_N$ par L était contenue dans $\mathcal{P}_{N+1}$ ce qui n'a été que très rarement justifié.

Q21 - Les bons candidats qui ont abordé cette question l'ont plutôt bien réussie.

Partie 5 : partie peu abordée, du moins correctement.

Q22 - Seulement quelques rares candidats ont pensé à proposer $\mathcal{H} = \mathbb{R}f_0 \oplus \mathcal{B}(H)$. Un certain nombre de candidats confondent $\mathcal{A}$ avec la boule fermée de centre 0 et de rayon M_0 , et montrent ainsi, de manière erronée, que $\mathcal{A}$ est fermé borné.

Q23 - Pour appliquer le théorème des bornes atteintes, le plus grand nombre de ceux qui abordent cette question mentionnent la continuité de f et de f' ce qui n'est évidemment pas le bon argument. Il fallait rappeler, qu'en dimension finie, l'application définissant l'ensemble $\mathcal{I}$ était continue.

Q24 - La question n'a pratiquement jamais été abordée correctement.

Q25 - Question simple traitée par quelques candidats.

[!\[\]\(3a9fe232132f9e4525c8cf6eba8588f3_img.jpg\) RETOUR](#)

E Mathématiques 1 PSI

Q1 - Question classique mais assez souvent mal traitée. Le corps des complexes est rarement mentionné pour justifier la trigonalisabilité de u et les multiplicités sont souvent oubliées dans la formule de la trace.

Q2 - Question globalement bien traitée.

Q3 - Le fait qu'un supplémentaire de $\text{Ker}(u)$ est de dimension r est souvent énoncé sans justification. Un nombre non négligeable de candidats affirment que $\text{Ker}(u)$ et $\text{Im}(u)$ sont supplémentaires.

Q4 - Question assez discriminante ; il fallait bien observer que les vecteurs $u(e_i)$ sont dans $\text{Ker}(u)$ et penser à compléter cette famille par des vecteurs de ce noyau.

Q5 - Il s'agissait de constater que m est nécessairement égal au rang de u .

Q6 - La formule $E_{i,j}.E_{k,l} = \delta_{j,k}E_{i,l}$ est très peu souvent mentionnée. C'est regrettable car elle simplifiait les calculs. Trop de candidats utilisent une identité remarquable sans hypothèse de commutativité.

Q7 - Des idées de preuves assez souvent exprimées même si les démonstrations complètes et rigoureuses sont relativement rares.

Q8 - Il fallait penser à prouver la double inclusion.

Q9 - Question assez souvent traitée. Plusieurs candidats ne prouvent le résultat qu'en dimension 5 ; ils n'ont eu qu'une partie des points.

Q10 - Très souvent abordée mais avec très peu de réussite. Les formules $\text{rg}(u + v) \leq \text{rg}(u) + \text{rg}(v)$ et $\text{rg}(u \circ v) \leq \min(\text{rg}(u), \text{rg}(v))$ étaient les ingrédients principaux.

Q11 - La stabilité se prouvait simplement en observant que $(w - v)^2$ est un polynôme en $w - v$. La suite n'a pratiquement jamais été traitée correctement ; elle nécessitait d'observer que l'endomorphisme induit par $(w - v)$ sur le noyau de $(w - v)^2$ est de carré nul...

Q12 - Question délicate ; un certain nombre de candidats parvient à prouver que -1 est valeur propre mais les arguments sur la multiplicité ne sont pratiquement jamais avancés.

Q13 - Question traitée avec succès dans les bonnes copies ; on note toutefois trop souvent une confusion entre multiplicité d'une valeur propre et dimension du sous-espace propre associé.

Q14 - Question très souvent abordée mais traitée de manière inégale. Des erreurs fréquentes dans l'écriture par blocs et dans le signe du coefficient dominant. Bien peu de candidats reconnaissent un polynôme caractéristique dans le bloc en haut à gauche.

Q15 - Question délicate ; le jury a récompensé les idées pertinentes.

Q16 - On pouvait par exemple observer que le vecteur nul convenait et utiliser l'unicité établie en question 15.

Q17 - La démarche des candidats était souvent la bonne mais beaucoup oublient de préciser que la composante de $u^k(e_1)$ sur e_{k+1} est non nulle ce qui est crucial.

Q18 - Question assez souvent abordée mais avec très peu de réussite.

Q19 - Raisonnement bien mené dans un nombre substantiel de copies.

Q20 - Assez peu traitée mais plutôt réussie.

Q21 - Même remarque que pour la question 20.

Q22 - Rarement abordée et avec au mieux quelques éléments de raisonnement.

Q23 - Des arguments pertinents dans un très petit nombre de copies.

Q24 - Pratiquement jamais traitée.

Q25 - Pratiquement jamais traitée.

F Mathématiques 2 PSI

Q1 - Beaucoup de candidats ont reconnu l'expression d'une somme de termes consécutifs d'une suite géométrique, suivie d'une linéarité de l'intégrale. Trop peu de candidats ont pris la peine de vérifier que la raison diffère bien de 1 lorsque t parcourt l'intervalle indiqué, et parmi ceux qui l'indiquent presque aucun candidat n'est parvenu à justifier précisément cette affirmation à partir de l'hypothèse $\theta \in \mathbf{R} \setminus 2\pi\mathbf{Z}$, ce qui nécessitait pourtant un peu de doigté. Parmi les erreurs classiques, on note des bornes incorrectes de la somme dans la formule de sommation d'une suite géométrique, erreur souvent rattrapée par les candidats concernés par un tour de passe-passe que les correcteurs n'ont pas eu de mal à détecter.

Q2 - Il y avait plusieurs possibilités, la plus courte au vu des programmes en vigueur étant de reconnaître une situation de convergence dominée via la question précédente. Cependant, seule une toute petite proportion des candidats a été en mesure de proposer une domination convenable. La plupart des erreurs sont provenues de tentatives de majorations de nombres complexes, ce qui a été justement (donc lourdement) sanctionné. Une autre erreur a été de mal identifier sur quel intervalle la convergence dominée s'effectuait : ici la convergence simple ne valait pas en 1, on devait donc se placer sur $[0, 1[$. Le caractère intégrable de la fonction dominante sur $[0, 1[$ n'a été que très rarement justifié, alors qu'un simple argument de continuité d'un prolongement à $[0, 1]$ (reposant à nouveau principalement sur la non-annulation du dénominateur) faisait l'affaire.

Q3 - Pour la convergence, on attendait un simple appel à la question précédente et une observation du fait que la série des parties imaginaires d'une série convergente converge aussi. Beaucoup de candidats sont parvenus à dériver la fonction introduite mais presque aucun ne prend la peine de vérifier ... que cette fonction est correctement définie (le dénominateur $1 - t \cos(\theta)$ aurait dû pourtant les inciter à faire preuve de prudence). Plusieurs bluffent pour obtenir la coïncidence entre la dérivée de la fonction indiquée et l'intégrande. La fin de la question pouvait être traitée grâce à une bonne reconnaissance des formules de type arc moitié : pour les candidats utilisant cette méthode, la bât a souvent blessé lorsqu'il s'est agi de justifier l'identité $\arctan(\tan t) = t$ en identifiant précisément que $t \in]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}[$. Cependant, comme ici le résultat était donné il pouvait aussi être judicieux de procéder à une dérivation de la fonction $\theta \mapsto \arctan\left(\frac{\sin \theta}{1 - \cos \theta}\right)$, à condition de prendre garde au fait qu'on dérive sur un intervalle et en calculant bien la constante d'intégration.

Q4 - Cette question facile a été bien réussie, on est toutefois étonné de lire parfois une page entière de réponse, alors que les deux points auraient pu être traités simultanément via un appel à la convergence normale et à son lien avec la convergence uniforme (dont le domaine devait être précisé). Aucune règle "de Riemann" ne figurant au programme de la filière, on attendait un argument précis pour justifier la convergence, typiquement « $u_n = O(1/n^2)$ avec $\sum_n \frac{1}{n^2}$ absolument convergente d'après le cours ». On observe régulièrement des candidats oublier la continuité du terme général avant de conclure à la continuité de la somme.

Q5 - Cette question, fort délicate, n'a pratiquement jamais été correctement résolue. L'idée naturelle était de tenter une dérivation de S , mais il n'est pas clair, au vu de ce qui précède, qu'il y ait convergence uniforme sur $[0, \pi[$ de la série dérivée. Une astuce consistait à considérer d'abord des intégrales du type $\int_a^b \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sin(nt)}{n} dt$ avec a et b dans $]0, \pi[$. Dans cette situation on pouvait, en s'inspirant des questions précédentes, obtenir l'identité attendue $\int_a^b \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sin(nt)}{n} dt = S(a) - S(b)$ par un argument de convergence dominée. La domination était néanmoins délicate. La conclusion s'obtenait alors en combinant la question 3 et la continuité de S établie en 4.

De manière alternative, on pouvait aussi utiliser la question 1 (en passant aux restes) pour obtenir la convergence uniforme, sur tout segment de $]0, \pi[$, de la série de fonctions $\sum_n \left(\theta \mapsto \frac{e^{ik\theta}}{k}\right)$.

Q6 - Cette question a permis aux candidats de mettre en valeur leur bonne connaissance du théorème

de dérivation des séries de fonctions : elle a eu un taux de réussite acceptable. Quelques candidats ont oublié de mentionner la convergence simple de la série dérivée première, et une proportion non négligeable de candidats a manifestement confondu suites et séries de fonctions.

Q7 - Cette question très simple a montré les difficultés de bon nombre de candidats à articuler un raisonnement logique non linéaire. Les confusions entre conditions nécessaires et conditions suffisantes ont été omniprésentes. On n'attendait ici que la production d'une solution particulière (déterminer « une » solution), il était donc inutile de rédiger un raisonnement par analyse-synthèse : il était donc tout à fait acceptable de parachuter un polynôme P , à condition toutefois d'explicitier les calculs menant au fait qu'il est bien solution de l'équation différentielle indiquée (donc, en explicitant ses deux premières dérivées).

Q8 - Pour le début de la question, on n'attendait qu'un appel à l'expression trouvée pour résoudre la question **6**, ce qui donnait la nullité des deux termes demandés. La résolution de la deuxième partie de la question nécessitait la résolution complète de l'équation différentielle (E_x) sur l'intervalle $[0, \pi]$, afin d'explicitier g_x puis $g_x''(0)$. On trouve trop rarement la précision que la résolution de l'équation se fait sur $[0, \pi]$ et que l'expression trouvée pour S à la question **5** devait être prolongée en π par un argument de continuité. Peu de candidats ont fait l'effort de justifier l'expression des solutions de l'équation homogène associée, alors qu'il y avait ici un paramètre x . Le choix des fonctions hyperboliques était d'ailleurs préférable à celui des exponentielles, vu les conditions aux limites.

Un tout petit nombre de candidats est venu à bout des calculs, rarement en les organisant proprement.

Q9 - Cette question de conclusion, présentant peu de difficultés techniques, a souvent été réussie du point de vue des calculs, mais ceux-ci ont régulièrement été difficiles à suivre.

Q10 - La première partie de la question ne reposait que sur la sommation d'une suite géométrique finie, pourtant bon nombre de candidats se sont sentis obligés de passer par des formules de sommation infinies, ce qui compliquait inutilement les choses. Pour la deuxième partie de la question, peu de candidats ont pensé à justifier la convergence de la série indiquée, se limitant à un calcul formel.

Q11 - La première partie de la question n'était pas complètement évidente et a permis de mettre en valeur les candidats ayant bien compris la portée des outils au programme sur les séries de fonctions. Il était certes possible de s'en tirer par un argument, assez pénible du reste, de comparaison série-intégrale, mais il était bien plus efficace d'invoquer un théorème de type double-limite (ici dans sa version interversion série-limite) avec un argument de convergence normale. Attention dans ce cas de justifier la convergence terme à terme *avant* de tirer une conclusion hasardeuse de la seule convergence uniforme (qui ici ne suffisait pas à garantir les convergences individuelles). Le piège était ici l'absence de convergence en 1, qui empêche toute convergence uniforme de la série près de 1 (sinon le même théorème de double-limite, ici appliqué en 1, donnerait la convergence de la série harmonique). Étonnamment, plusieurs candidats se sont sentis obligés d'invoquer la continuité du terme général afin de justifier l'usage du théorème de la double-limite, ce qui est parfaitement hors-sujet pour une limite en $+\infty$.

Une fois ce résultat acquis, la deuxième partie de la question présentait peu de difficultés techniques, mais il fallait être prudent : on attendait bien sûr une sommation infinie de l'identité établie à la question **10**, mais il fallait soigneusement justifier la convergence des séries. Cela étant acquis, la majoration obtenue en fin de question **10** permettait de sceller le calcul. Trop de candidats se sont pourtant permis des interversions de sommes infinies sans justification.

Q12 - La détermination du développement a souvent été rédigée de manière confuse, très peu de candidats ont soigneusement introduit et nommé leurs variables (non, ce n'est pas une bonne idée d'utiliser à la fois x pour le développement de la question **11** et $h(x)$), ni pris la peine d'examiner le cas $x = 0$. Beaucoup de candidats ont en revanche réussi à donner les expressions demandées pour les coefficients b_i , une fois admise la formule de développement.

Q13 - L'indication a très rarement été mise à profit par les candidats : pour ceux qui s'y sont essayés il a été rare de lire une justification précise. Ni les rayons de convergence n'ont en général été cités (il

n'était pas nécessaire de les calculer précisément), ni l'énoncé précis du théorème sur les produits de Cauchy de séries entières. Ce n'était pourtant pas une question profondément difficile.

Q14 - Un nombre substantiel de candidats est parvenu au calcul de b_2 et $\zeta(2)$ (aidés, on l'imagine pour certains, par une connaissance de $\zeta(2)$ à titre culturel). En revanche, très peu ont réussi à calculer b_4 et $\zeta(4)$: puisque b_3 était nul il fallait en tirer profit et appliquer directement la formule de la question **13** au rang 4, à partir de la connaissance de b_2 . Certains ont trouvé sans sourciller une valeur négative pour $\zeta(4)$!

Q15 - Pour cette question élémentaire de développement multinomial, les rédactions proposées par les candidats ont souvent été soit excessivement pointilleuses (des raisonnements par récurrence très lourds), soit trop vagues. L'argumentation a souvent été assez creuse, en définitive. On acceptait tout à fait un raisonnement consistant à s'interroger sur la forme générale des termes issus du produit, indiquant que la donnée importante était la position des parenthèses où l'on sélectionne le terme 1 et celles où l'on sélectionne le terme x_i .

Q16 - On attendait une rédaction très précise. De nombreux candidats confondent les issues, ou encore aléas – éléments de l'univers Ω – avec les événements, qui sont des ensembles d'issues. De telles confusions ruinent toute possibilité de raisonnement. Un nombre très important de candidats s'est mis à parler d'indépendance d'événements, ce qui était tout à fait hors-sujet.

Q17 - On a vu une quantité appréciable de solutions correctes pour cette question classique. La formulation de la question exigeait une utilisation des indicatrices, et non un raisonnement pas récurrence fondé sur la formule d'inclusion-exclusion à deux termes. Ici, on a observé de nombreuses confusions entre les événements eux-mêmes et leurs espérances. L'usage des fonctions indicatrices en probabilité semble ne pas être suffisamment répandu chez les candidats, alors que c'est un outil incontournable pour qui est confronté à des variables de comptage (par exemple, le nombre de points fixes d'une permutation prise aléatoirement).

Q18 - Un nombre faible mais substantiel de candidats est parvenu à répondre au début de la question, ensuite les arguments se sont fait moins précis : la clef ici était la reconnaissance du fait que $A(p_{i_1}^k \cdots p_{i_m}^k) = A(p_{i_1}^k) \cap \cdots \cap A(p_{i_m}^k)$ ce qui relève de l'arithmétique élémentaire à condition de bien insister sur le fait que $p_{i_1}, \dots, p_{i_m}$ sont des nombres premiers *deux à deux distincts*.

Q19 - Cette difficile question n'a pratiquement jamais été correctement résolue : il fallait ici faire preuve d'une grande minutie dans l'organisation des termes du résultat final de la question **18**. Les candidats arrivant à ce stade du sujet étaient manifestement aux bouts de leurs forces intellectuelles.

Q20 - L'indication donnée permettait de contourner l'absence dans le programme d'une version suffisamment générale du théorème de la double-limite (il aurait fallu disposer d'un tel théorème pour une variable entière). Le lien entre convergence dominée et la situation présente n'a essentiellement pas été vu par les rares candidats s'étant aventurés ici.

Les autres questions n'ont pratiquement pas été traitées, sinon le très facile début de la question **21** (à savoir les inclusions d'ensembles).

[!\[\]\(85738c880ffba1a5c2358403c2432780_img.jpg\) RETOUR](#)

G Physique 1 MP-MPI

- Q1** - Des erreurs inacceptables sur la relation fréquence-longueur d'onde.
- Q2** - Ne pas mélanger expressions littérales et valeurs numériques.
- Q3** - On regrette que la valeur soit parfois simplement donnée "par coeur" sans aucun calcul par certains candidats.
- Q4** - Sans commentaire particulier.
- Q5** - Les valeurs numériques sont parfois étonnantes. Il y a des confusions entre ultra-violet et infra-rouge.
- Q6** - Trop de fautes de calcul (signe, primitive) ainsi que d'erreurs sur l'expression de la force de Coulomb.
- Q7** - La démonstration de la planéité du mouvement est assez discriminante.
- Q8** - Il est anormal de trouver des expressions de $||\vec{r}||^2$ sous la forme $(\dot{r} + r\dot{\theta})^2$ au lieu de $\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2$.
- Q9** - Sans commentaire particulier.
- Q10** - Une justification concise mais nécessaire est attendue.
- Q11** - Sans commentaire particulier.
- Q12** - Valeurs numériques parfois fantaisistes.
- Q13** - Sans commentaire particulier.
- Q14** - Sans commentaire particulier.
- Q15** - Un raisonnement est attendu.
- Q16** - Sans commentaire particulier.
- Q17** - Sans commentaire particulier.
- Q18** - Réponses qui donnent souvent une impression de "pile ou face".
- Q19** - Sans commentaire particulier.
- Q20** - Sans commentaire particulier.
- Q21** - Question très mal traitée. Schémas souvent faux et trop petits pour être exploités correctement. Des erreurs inadmissibles de trigonométrie et de géométrie de base. Evocation quasi-systématique mais incantatoire et sans contexte du théorème de Malus.
- Q22** - Question traitée par certains candidats, parfois couronnée de succès.
- Q23** - L'intégration sur le volume élémentaire en sphérique est fréquemment omise ou mal réalisée. Une interprétation physique de R est souvent donnée de façon arbitraire, sans même l'obtention de l'expression de $\rho(r)$.
- Q24** - Peu traitée mais brillamment réussie par certains candidats.
- Q25** - Peu traitée mais brillamment réussie par certains candidats.

[!\[\]\(eeb21f1ec1d1680a4d65731796cbd96c_img.jpg\) RETOUR](#)

H Physique 2 MP

Q1 - Des réponses souvent fantaisistes à une question élémentaire.

Q2 - On demande de savoir construire l'image d'un objet à l'infini incliné d'un petit angle par une lentille convergente. Il n'est pas normal d'avoir un si mauvais taux de réponses correctes. Les constructions doivent respecter le stigmatisme.

Dans les calculs, les conditions de Gauss imposent l'approximation des petits angles.

Q3 - On n'exige ici que l'ordre de grandeur de l'angle de diffraction.

Q4 - Question souvent non traitée qui faisait la synthèse des trois précédentes.

Q5 - La trigonométrie dans un triangle rectangle donne souvent lieu à des développements de calculs inutiles quand le résultat est immédiat. De grâce, travailler avec un brouillon. Le calcul doit être justifié par un raisonnement sur les plans d'ondes (théorème de Malus).

Les commentaires sont quasiment tous des contre-sens : il s'agit d'obtenir des interférences et non pas de les éviter. Le critère du cours portant sur la longueur de cohérence doit être cité. De nombreux commentaires sont ineptes quand ils évoquent une dégradation du signal ou une perte de qualité, sans aucun fondement scientifique.

Q6 - Question assez bien traitée.

Q7 - Question de cours avec de multiples sous-questions. Le jury attendait des éléments très précis pour accorder les points à chaque sous-question. Une question de cours doit être traitée avec propreté et rigueur.

La construction des rayons lumineux dans le dispositif des trous d'Young avec lentille doit être maîtrisée. La différence de marche doit figurer sur schéma par application du théorème de Malus, éventuellement précédé du principe du retour inverse de la lumière. Les schémas corrects étaient rares, pourtant, cela conditionne fortement la suite de la question.

Un calcul géométrique de la différence de marche n'est pas possible lorsqu'une lentille est mise en œuvre : en effet, un rayon lumineux accuse un retard de propagation en traversant le verre de la lentille (selon l'endroit où il la traverse) et cela n'est pas représenté sur le schéma. On ne peut donc raisonner qu'avec le théorème de Malus. Cela doit conduire à placer la différence de marche au bon endroit sur la figure, et non pas au hasard.

Les franges ne sont pas des bandes ni des traits ni des taches ni circulaires ou hyperboliques, elles sont rectilignes, et orientées perpendiculairement à l'axe des trous d'Young.

« L'intensité d'un rayon » est un non sens.

Q8 - Le calcul de la nouvelle différence de marche exigeait de reprendre la construction graphique. Le signe (addition ou soustraction des différences de marche) devait être en cohérence avec la nouvelle construction. Sans construction, il est impossible de valider la réponse.

Ce n'est pas le théorème de superposition qui permet de dire qu'on additionne les intensités. Incohérence, asynchrone et déphasés sont des notions différentes.

Le critère de brouillage des interférences doit être connu ; il faut distinguer le cas de deux sources ponctuelles de celui d'une source étendue.

Curieusement, des candidats retrouvent le bon critère à la question 9 en faisant le calcul explicite du contraste, mais ne reviennent pas sur leur formulation fausse du critère dans cette question : la contradiction est pourtant manifeste.

Q9 - Q10 - Q11 - Q12 - Q13 - Questions assez peu traitées, de nombreux candidats ayant abandonné la partie I.

Les calculs de contraste sont souvent faux par mauvaise application des formules d'addition en trigonométrie (les facteurs 2 et 1/2 sont mal gérés), alors que ce sont des calculs habituels en optique

physique.

Le résultat d'un calcul de petit angle est en radians et non en degrés. L'unité "radian" est indispensable, même si c'est une unité sans dimension.

Le calcul de l'intégrale (pourtant posée dans l'énoncé) est souvent fantaisiste : une intégrale possède des bornes que le contexte impose.

Q14 - Des développements calculatoires souvent indigestes pour traiter le mouvement circulaire képlérien et faire une application numérique. De grâce, travailler avec un brouillon.

Le moment cinétique constant ne suffit pas à lui seul à démontrer le caractère uniforme du mouvement.

Beaucoup de confusions entre $v = ||\vec{v}||$ constant et $\vec{v}$ constant. Les vecteurs sont trop souvent malmenés, les projections doivent être explicitées, on ne saurait confondre norme et projection. Les méthodes possibles sont variées : il convient de préciser celle qu'on emploie. Ainsi, on ne confond pas les coordonnées polaires et le repère de Frenet par exemple.

Q15 - Question de cours. L'analogie doit être entièrement explicitée et partir de l'expression des forces. Analogie n'est pas identité, on ne veut pas de signe égal.

Q16 - Question en deux parties. L'application du théorème de Gauss doit (bien évidemment) être précédée de l'analyse des symétries et invariances. Invoquer la symétrie sphérique ne suffit pas, on attend le développement complet. Cette partie-là, qui est du cours, est assez souvent bien traitée.

Le calcul des vitesses doit être assorti du graphe puisque l'énoncé le demande. Il faut savoir représenter correctement l'allure de fonctions élémentaires, légender les axes, présenter convenablement un graphe.

Q17 - Q18 - Il y a une différence entre "multiplier par le volume" et "intégrer sur le volume", notamment quand la masse volumique est variable. A.N. peu traitée et souvent fausse.

Q19 - Q20 - Q21 - Q22 - Ces dernières questions exigeaient peu de prérequis. Elles ont été peu traitées.

La question 19 demandait les valeurs numériques des deux coefficients d'un ajustement affine donné sur un graphique : nous avons rarement eu les deux valeurs correctes.

La question 20 demandait d'intégrer une équation différentielle par variable séparée. De trop rares succès parmi les candidats qui ont abordé la question, non pas par manque de savoir-faire mais parce que les calculs comportent trop d'erreurs dues à la négligence. La discussion physique du résultat obtenu (mise en évidence d'un temps caractéristique ; description des régimes asymptotiques) relève de savoir-faire ordinaires en physique, mais cela n'a quasiment jamais été étudié.

Un logarithme décimal n'est pas népérien.

L'application numérique de la question 21 était souvent commencée mais rarement terminée et souvent fausse.

[!\[\]\(2fc49c9f0aa68c2df80f2fd9e9e5704a_img.jpg\) RETOUR](#)

I Physique 2 MPI

I Champ magnétique créé par un solénoïde

Cette partie a été la mieux traitée des quatre.

La rédaction des calculs de flux et de circulations doit être bien détaillée : orientation de surface/sens de parcours, partition détaillée du calcul. Sinon la totalité des points n'est pas attribuée.

Q1 - Question de cours, qui a été plutôt bien traitée dans l'ensemble.

Cependant, le jury regrette l'absence quasi systématique d'un schéma complété.

Q2 - Question de cours, qui a été plutôt bien traitée dans l'ensemble. Cependant, le théorème d'Ampère est souvent énoncé de façon erronée. Nous rappelons que le rond sur l'intégrale $\oint$ n'est pas un élément de décoration. L'orientation du contour a souvent été oubliée.

Q3 - L'unité du champ magnétique n'est pas connue par beaucoup de candidat.e.s. Nous avons été étonné.e.s de trouver fréquemment H.A^{-1} ou H.m^{-1} ou ... Des champs magnétiques de 10^7 T n'ont pas toujours étonnés les candidat.e.s

Q4 - Question très bien traitée. Nous regrettons que les équations de Maxwell ne soient pas toujours nommées, et des oublis de flèches sur les vecteurs.

Nous rappelons que dans le rond sur l'intégrale double $\iint \vec{B} \cdot d\vec{S}$ est indispensable pour justifier la conservation du flux.

Q5 - Question assez bien traitée dans l'ensemble. Nous regrettons la confusion entre « le champ magnétique est à flux conservatif » et « le champ magnétique est constant ». La question nécessitait un peu de calculs, et de nombreuses erreurs ont été rencontrées, notamment dans le calcul du flux.

Nous regrettons la malhonnêteté de nombreux candidat.e.s qui concluent sur la bonne expression malgré des erreurs de signes dans les lignes de calculs précédentes.

Q6 - Début de la question bien traitée dans l'ensemble, mais la consigne « qu'un seul terme dominant » a fréquemment été oubliée, et nous avons ainsi vu souvent $B_r \approx 0$ (pour un équivalent...), et B_z comportant deux termes.

La fin de la question plus originale a été moins fréquemment bien traitée. Le résultat étant fourni le jury attend le détail des calculs pour l'obtenir.

II Lévitatie magnétique

Le jury regrette que le début de cette partie, peu difficile mais basée sur le cours de MP2I, ait été mal traitée dans l'ensemble. L'électricité de MP2I est trop rarement bien traitée (typiquement : invocation de la loi des mailles sans représenter de tensions, parfois sans même dessiner le circuit).

Q7 - La loi de Lenz a souvent été confondue avec la loi de Faraday ou avec la définition de l'inductance propre.

La loi de Lenz a été que très rarement convenablement utilisée. Nous regrettons d'avoir presque exclusivement lu « i_2 se détermine à l'aide de la règle de la main droite » (à partir de quoi ?) ou « le champ magnétique créé par l'anneau s'oppose au champ magnétique créé par la bobine » ... Nous invitons les candidat.e.s à la plus grande vigilance sur l'utilisation précise de la loi de Lenz, et à s'entraîner à l'utiliser.

Q8 - Sans difficulté, la question a été bien traitée.

Q9 - La rigueur a très fréquemment manqué dans le traitement de cette question. Notamment, le circuit électrique a été trop peu présent ou très incomplet. Le calcul du flux a manqué de rigueur, notamment dans la prise en compte de l'orientation du courant dans l'anneau en lien avec la question précédente.

Q10 - Le début de la question a été bien traitée par la majorité.

La fin a été plus inégalement traitée, à cause d'une méconnaissance du cours de MP2I sur la représentation complexe.

Q11 - Question rarement convenablement traitée, et fréquemment de façon malhonnête.

Q12 - Question moyennement traitée, avec de nombreux problèmes de calculs. Le calcul de la valeur moyenne a souvent posé problème, soit par oubli de remplacer B_1 et i_2 par leurs expressions soit par la difficulté de calculer $\langle \cos(\omega t) \cos(\omega t + \varphi) \rangle$.

Q13 - Question convenablement traitée quand elle a été abordée.

III Jumping ring

Cette partie de mécanique portait exclusivement sur le cours de MP2I. Nous rappelons que tout exercice de mécanique doit impérativement commencer par la définition du système étudié, du référentiel d'étude, et du bilan des forces. Cela a été trop rarement rencontré. Le bilan des forces étant différent d'une question à l'autre, il était nécessaire de le refaire.

Q14 - Question bien traitée. L'application numérique s'est avérée délicate.

Q15 - La définition du travail d'une force n'est pas toujours bien connue. Toute force n'est pas constante ! Le calcul de l'intégrale de $\frac{K'}{z^5}$ a été assez souvent mal effectué, ce qui a étonné le jury...

L'anneau monte, le poids est donc résistante sur cette phase. Nous regrettons que de nombreux candidats ne s'étonnent pas de trouver un travail positif.

Les applications numériques ont souvent posé problème. Celle de W_2 ne présentait pourtant aucune difficulté.

Q16 - Question plutôt bien traitée.

Q17 - La force de Laplace ne s'exerçait plus dans cette question et les suivantes, elle a régulièrement été prise en compte. Nous conseillons aux candidats à une lecture précise des énoncés.

L'obtention d'une équation différentielle non linéaire $\frac{dv}{dt} + \beta v^2 = -g$ a perturbé de nombreux candidats, et plusieurs ont considéré que l'énoncé était erroné et que la force de frottement s'écrivait $-\alpha \vec{v}$, ou ont inclus v comme une constante à l'intérieur d'un α , cela n'a apporté aucun point. Cas qui était pourtant abordé dans la question suivante.

Cette question délicate, a été rarement traitée.

Q18 - Question plutôt bien traitée, mais le jury a fréquemment rencontré des résolutions complètes non demandées par l'énoncé (il faut veiller à distinguer « équations du mouvement » = équations différentielles du mouvement, de « évolution de v », et des projections hasardeuses du vecteur vitesse instantané faisant intervenir l'angle θ ...

Les questions **Q19** - , **Q20** - , **Q21** - , **Q22** - ont été plutôt bien traitées par celles et ceux qui les ont abordées. Nous regrettons que peu de candidats aient explicité les différents arguments, et la mise en place des algorithmes.

IV Température de l'anneau

Q23 - Question moyennement traitée, peu de candidats ayant fait le lien entre la direction / le sens de i_2 de cette question et le courant i_2 de la partie **II**.

Le jury regrette que le lien entre intensité du courant et densité volumique de courant ne soit pas parfaitement su. Il a souvent lu $j_2 = \frac{i_2}{V}$... La connaissance des définitions du cours est indispensable.

Q24 - Question moyennement traitée, avec notamment confusion entre la puissance volumique dissipée par effet Joule et la puissance reçue par une résistance R . Cette question n'a pas présenté de difficulté aux candidats maîtrisant le cours.

Q25 - Question assez bien traitée. Cependant beaucoup de candidats ont oublié que l'anneau échangeait du transfert thermique sur ses deux faces latérales. Le jury regrette que la surface latérale

d'un cylindre ne soit pas connue par l'ensemble des candidat.e.s. Enfin, rares ont été les candidat.e.s à préciser s'il s'agissait du flux reçu par l'anneau ou reçu par l'air, ce qui a pu leur poser des problèmes de signe dans la question suivante.

Q26 - Question très rarement convenablement traitée, notamment dû à un manque important de rigueur.

Peu de candidat.e.s ont défini précisément le système et la transformation étudiés.

Le premier principe de la thermodynamique, pourtant à la base d'une telle démonstration, a été que trop rarement cité, et souvent incomplet et/ou avec des mélanges de notation infinitésimale et non infinitésimale.

L'expression du travail électrique reçu a présenté de nombreuses erreurs : signe, oubli du volume (p_J était la puissance volumique), oubli de $\times dt$.

Enfin δQ a présenté des erreurs de signe, liées au manque de rigueur dans ce que représentait ce flux.

La température ne pouvant pas diverger, τ qui intervient dans une telle équation différentielle doit être positif. Nous regrettons le manque de recul des candidat.e.s sur des équations différentielles aussi fréquemment rencontrées durant leurs deux années de CPGE.

Q27 - La résolution a été plutôt bien effectuée, mais le jury a trop fréquemment rencontré la détermination de la constante d'intégration sur la solution de l'équation homogène et non sur la solution générale de l'équation différentielle étudiée.

La fin de la question a été peu traitée.

[!\[\]\(17534d05fb02fbae98c5b8eb321ae2c8_img.jpg\) RETOUR](#)

J Physique 1 PC

Q1 - Beaucoup de bonnes réponses. Cependant, le jury attend une réponse de la forme $\lambda =$. Un signe faux ou l'utilisation de valeur absolue ne sont pas acceptés.

Q2 - On rappelle qu'une fonction affine ne traduit pas une relation de proportionnalité. Ici, il n'y a pas de relation de proportionnalité entre $\frac{1}{\lambda}$ et $\frac{1}{(k+2)^2}$. Ecrire $\frac{1}{\lambda_0} = f\left(\frac{1}{(k+2)^2}\right)$ ne permet pas d'affirmer que la courbe étudiée est une droite. L'étude du rapport numérique entre l'ordonnée à l'origine et la pente a été valorisée.

Q3 - L'application numérique est demandée en électronvolts. Il faut penser à utiliser l'aide au calcul fournie pour les applications numériques. La réussite des questions suivantes dépendait fortement de la bonne application numérique à cette question : il faut savoir prendre son temps pour mener les applications numériques (à deux chiffres significatifs) et ne pas se contenter d'un résultat numérique approximatif.

Q4 - Trop d'erreurs de signe. L'application numérique est attendue avec deux chiffres significatifs.

Q5 - Réponses souvent confuses. Certains candidats arrivent à encadrer λ mais se trompent sur les indices minimaux et maximaux. De nouveau, l'application numérique est attendue avec deux chiffres significatifs. Peu de candidats précisent l'encadrement du visible qui rapportait des points.

Q6 - Dans cette question une démonstration était requise. De nombreux candidats ne connaissent pas correctement l'expression de la force électrostatique ou n'intègrent pas correctement cette expression pour obtenir l'énergie potentielle. Les erreurs de signe sont fréquentes. Trop de candidats confondent le champ électrostatique $(\vec{E} = -\overrightarrow{grad}V)$ et l'énergie potentielle $\vec{F} = -\overrightarrow{grad} E_p$. Dans certaines copies, on trouve des égalités entre vecteurs et scalaires.

Q7 - Question proche du cours. Le raisonnement doit être précis, mais concis. La condition d'application du théorème du moment cinétique (point fixe du référentiel galiléen) est trop souvent absente. La planéité du mouvement est parfois mal expliquée : il faut s'appuyer sur les propriétés du produit vectoriel. Certains candidats relient de façon surprenante le caractère conservatif de la force avec la conservation du moment cinétique. Certains candidats se placent en coordonnées polaires (et donc en présupposant que le mouvement est plan) pour démontrer la constance du moment cinétique (en admettant donc souvent la constance de la constante des aires) pour ensuite démontrer que le mouvement est plan. . .

Q8 - Question proche de cours. Attention à ne pas oublier la masse dans l'expression du moment cinétique.

Q9 - Question proche du cours. La courbe de l'énergie potentielle effective n'est pas bien connue. Lorsqu'elle est connue, les différentes trajectoires (hyperbole, parabole, ellipse, cercle), et les états liés et libres étaient dans l'ensemble bien placés, mais moins de candidats ont pensé à faire apparaître le rayon minimal pour la parabole et l'hyperbole et les rayons minimaux et maximaux dans le cas de l'ellipse. L'énergie sur la trajectoire circulaire a trop souvent été confondue avec l'énergie cinétique.

Q10 - Procéder par analyse dimensionnelle ne suffit pas à répondre correctement. Il vaut mieux prendre le temps de bien lire l'énoncé qui donnait les informations utiles à la bonne démonstration de la relation. La justification de l'expression de s était valorisée.

Q11 - Le calcul doit être mené jusqu'au bout. Si des simplifications sont encore possibles, le résultat n'est pas accepté. Le résultat est attendu en fonction de h et non de $\hbar$. Trouver ici E_0 de signe opposé à celui trouvé question 2 est problématique et doit questionner les candidats.

Q12 - Le lien avec le rayon de Bohr a été souvent donné par les candidats qui sont allés au bout de l'application numérique.

Q13 - Question proche du cours globalement bien traitée. De nombreux candidats confondent densité de probabilité de présence et probabilité de présence.

Q14 - Question proche du cours. Certains candidats ne maîtrisent pas assez bien le cours, notamment la relation entre les différentes grandeurs (λ , k et p).

Q15 - Une réponse justifiée était attendue (parité de n , nombre d'annulation en fonction de n , nombre entier de longueurs d'onde ou de demi-longueurs d'onde...)

Q16 - Beaucoup de candidats n'ont pas su correctement écrire les conditions aux limites, qui permettait d'accéder à l'expression de l'énergie cherchée.

Q17 - Application numérique peu réussie : il faut penser à utiliser l'aide au calcul. Les meilleurs candidats ont su faire le lien avec la distance caractéristique du noyau et l'interaction forte.

Q18 - Cette question, qualitative, nécessitait un raisonnement précis. Une réponse non justifiée n'était pas acceptée.

Q19 - « Par l'étude du mouvement des électrons » invitait à une « loi » de la mécanique classique : le principe fondamental de la dynamique ou le théorème de l'énergie mécanique. Le théorème de l'énergie est dans ce cas beaucoup plus efficace. La rédaction a été souvent confuse. D'après l'énoncé, E est l'énergie totale de la particule, trop de candidats ont donné pour E son énergie cinétique.

Q20 - La dimension de $\vec{j}$ a dans l'ensemble été donnée correctement, mais son interprétation physique a été plus aléatoire.

Q21 - Faire un schéma (juste) pour montrer le trajet optique est une obligation pour répondre à ce genre de question, car il évite de nombreuses erreurs. La loi de Malus et le retour inverse de la lumière ont souvent été mentionnés. Très peu de candidats signalent que q doit être un entier. Une minorité de candidats ont reconnu le schéma du Michelson en lame parallèle. Le jury rappelle que la maîtrise du cours s'observe quand le candidat, sachant ce qu'il sait, est capable de le reconnaître quand il le rencontre.

Q22 - Question peu abordée et qui dépendait de la question précédente.

Q23 - et suivantes – Ces questions ont été peu traitées. ρ est attendu en fonction de r et R , donc ψ_0 ne doit pas apparaître dans son expression.

[!\[\]\(d6c68046fbda1ce8c8b81a3f14aae2a7_img.jpg\) RETOUR](#)

K Physique 2 PC

Q1 - Le jury a observé beaucoup d'erreurs dans la définition des coordonnées sphériques, avec des oublis de définition de certaines coordonnées (dont souvent r). Les coordonnées sphériques ne sont pas maîtrisées par un grand nombre de candidats. Les schémas dans l'espace sont souvent peu lisibles.

Q2 - Des réponses rédigées par les candidats se sont souvent avérées lourdes et laborieuses pour cette question simple. De nombreux candidats redémontrent l'expression demandée avec le théorème de Gauss, la plupart du temps avec des erreurs de calculs, au lieu d'utiliser directement la formule du champ créé par une charge ponctuelle.

Q3 - Le jury a noté de fréquentes erreurs de calcul d'intégration sur le volume. De plus, l'interprétation sur la divergence de l'énergie pour remettre en cause le modèle n'est pas suffisamment présente dans les copies des candidats. La formule du cours de la densité locale d'énergie électrique n'est souvent pas bien connue.

Q4 - La réussite à cette question était souvent conditionnée à celle de la question précédente. Si le candidat introduit une densité volumique de charge, le jury attend qu'il donne sa valeur en fonction des grandeurs de l'énoncé. De plus, il est préférable d'utiliser la même notation dans le cas $r > R$ et $r < R$. Le jury a noté régulièrement des problèmes d'homogénéité entre les grandeurs vectorielles et scalaires. Le jury est cependant satisfait que le théorème de Gauss soit majoritairement bien utilisé par les candidat pour retrouver le champ électrique créé par la boule uniformément chargée en volume.

Q5 - Le jury insiste sur le fait que connaître les ordres de grandeurs des dimensions des atomes et des noyaux permet des commentaires valorisés. Le seul commentaire "résultat cohérent", n'est pas valorisé. Le jury rappelle que la taille caractéristique d'un électron n'est pas de 10^{-10} m ou 10^{-15} m.

Q6 - Le jury rappelle que la dimension du carré de la fonction d'onde est bien une densité de probabilité de présence, et non pas une probabilité de présence (qui n'a pas de dimension). Le jury a souvent trouvé cette confusion dans les copies

Q7 - Cette question a souvent été réussie par les candidats.

Q8 - Le jury a noté des confusions entre le rayon et le diamètre de l'atome d'hydrogène. Cependant, l'expression de l'énergie potentielle coulombienne est souvent connue des candidats.

Q9 - Le jury rappelle que l'énergie minimale n'est pas forcément nulle, certains candidats ne pensent pas à dériver l'expression de l'énergie pour déterminer une condition sur la taille de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental. Le jury rappelle que les candidats peuvent citer le rayon de l'atome de Bohr pour valoriser le commentaire.

Q10 - Pour cette question, des résultats numériques aberrants doivent alerter le candidat.

Q11 - La justification du milieu vide de charges et de courants est souvent oubliée par les candidats pour présenter les équations de Maxwell. Le jury a souvent rencontré une confusion entre l'équation de d'Alembert et l'équation de diffusion. Le jury rappelle qu'il faut justifier le caractère réversible par l'ordre de dérivation temporelle. La démonstration de l'équation de propagation des ondes électromagnétiques n'est pas sélective et cette question est réussie par une grande partie des candidats.

Q12 - Dans cette question, la justification du fait que l'onde est plane car ses surfaces d'onde sont des plans a été rencontrée dans trop peu de copies ; la notion de surface d'onde ne semble pas toujours maîtrisée par les candidats et la définition d'une onde plane et donc sa justification dans ce cas est absente ou erronée. Le jury rappelle que le caractère harmonique vient du caractère monochromatique de l'onde. Le jury constate également des confusions entre les directions de propagation et de polarisation. De plus, une polarisation rectiligne n'est en aucun cas justifiée par une phase nulle dans le cosinus. En revanche, la démonstration de la relation de dispersion dans le vide est souvent bien réalisée par les candidats qui ont abordé cette question.

Q13 - Le jury a souvent observé des calculs longs et lourds pour un résultat qui peut s'obtenir de

manière directe.

Q14 - Malgré le fait que cette question soit proche du cours, le jury constate que, pour un certain nombre de candidats, les formules de cours ne sont pas toujours sues ! Le jury observe également des confusions pour faire intervenir la permittivité diélectrique du vide dans l'expression de la puissance moyenne rayonnée. Pour cela, il fallait utiliser la relation de dispersion.

Q15 - Cette question mettait à l'honneur le sens physique des candidats. Le jury s'est étonné de ne pas rencontrer régulièrement un schéma pour répondre à cette question.

Q16 - Cette question s'est avérée sélective et rarement réussie. De nombreux candidats font des erreurs d'unités.

Q17 - Pour cette question, il s'agissait d'une étude des symétries et invariances sur une distribution de courant et non de charges. Le jury constate que la rigueur de rédaction sur les symétries n'est pas toujours présente dans les copies. Il fallait bien distinguer les plans de symétrie et d'antisymétrie du courant et les plans de symétrie et d'antisymétrie des champs électrique et magnétique. Le jury attend des candidats qu'ils utilisent une base adaptée, en effet trop de candidats travaillent avec les coordonnées cartésiennes (x, y, z) non adaptées pour cette question.

Q18 - L'expression intégrale de l'équation de Maxwell-Faraday n'est pas toujours donnée. Le jury a observé des manques de précisions sur la définition des termes pour passer de la forme locale de l'équation de Maxwell-Faraday à la forme intégrale. Le calcul du flux est amorcé mais souvent non mené à son terme. De même, le jury a constaté beaucoup de difficultés dans l'écriture de la surface élémentaire ainsi que dans le calcul du produit scalaire avec le champ magnétique. En revanche, utiliser le flux à travers la calotte a permis à des candidats de conclure efficacement pour cette question sélective.

Q19 - Pour cette question, le jury attendait que le candidat constate que la circulation du champ électrique est non nulle que pour une seule composante : de nombreux candidats ne vérifient pas la direction du champ électrique. Certains candidats confondent également le champ électrique ($\vec{E}$) et la force électromotrice (e).

Q20 - Cette question a permis au jury de valoriser les candidats rigoureux. De nombreux candidats réussissent à exprimer la force mais un certain nombre d'erreurs sont présentes dans l'expression du bras de levier ou dans la projection pour obtenir le moment scalaire.

Q21 - Cette question a permis au jury de valoriser les candidats rigoureux.

Q22 - Cette question a été peu abordée et rarement réussie car il y avait souvent de multiples erreurs de calcul dans les questions précédentes. Peu de candidats justifient correctement l'absence de contribution de la force magnétique.

Q23 - Pour cette question, le jury a observé des explications souvent farfelues. Le jury invite les candidats à bien s'approprier le sujet.

Q24 - Le jury rappelle aux candidats qu'il n'y a aucun intérêt à refaire ce qui a déjà été fait !

Q25 - Pour cette question, l'expression de $x(t)$ a souvent été trouvée par les candidats. Le jury a cependant observé quelques intégrations spatiales et non temporelles du principe fondamental de la dynamique. Le jury rappelle également qu'il faut bien prendre en compte l'énergie potentielle et cinétique, trop de copies donnent $\langle E_c \rangle = 0$ ou pire encore $\langle E_p \rangle = 0$ lorsque $\langle E_c \rangle$ est bien calculé.

Q26 - Le jury a noté de fréquentes erreurs de signe sur la puissance. Cette question s'est avérée sélective pour l'expression littérale demandée. En revanche, l'application numérique n'est pratiquement jamais réussie.

Q27 - Cette question a été peu abordée. Les quelques réponses des candidats sont rarement pertinentes.

Q28 - Question qui s'est avérée assez sélective. Le signe de la puissance n'a pas souvent donné lieu à une discussion entre puissance reçue ou cédée.

Q29 - Cette question a été peu abordée. De nombreux résultats présentés par les candidats sont non homogènes.

Q30 - Cette question et les deux suivantes ont permis à certains candidats de faire la différence. Le jury constate que la majorité des candidats connaissent le lien entre force et l'énergie potentielle au travers de l'opérateur gradient.

Q31 - Dans de nombreuses copies l'expression de $f(r)$ est non homogène. La masse est souvent oubliée dans le calcul du moment cinétique orbital $\vec{L}_0$.

Q32 - Dans de nombreuses copies l'expression de τ n'est pas homogène.

Q33 - Le jury constate que beaucoup de candidats oublient de tenir compte du numéro atomique Z du noyau dans l'expression littérale de la force coulombienne exercée entre le noyau et l'électron. Le jury rappelle également qu'un moment cinétique constant n'implique pas forcément une vitesse de norme constante ! De nombreux candidats confondent un vecteur vitesse constant et une vitesse constante.

Q34 - Le jury observe très peu de réussite pour cette question située en fin d'épreuve.

Q35 - Cette question a été très peu traitée par les candidats. Peu de réponses font référence à l'orbite quantifiée de l'électron.

[!\[\]\(9d6dd2f00807bf61e1fd4316b032ad57_img.jpg\) RETOUR](#)

L Physique 1 PSI

Q1 - Q2 - Q3 - Il s'agit de deux *questions de cours* et d'une *application directe* et classique du cours. Bien qu'abordées dans la quasi-totalité des copies, ces questions n'ont reçu en moyenne que 60% des points prévus au barème. On peut attribuer ce relatif échec à plusieurs erreurs contre lesquelles les étudiants ont pourtant certainement été mis en garde : système fermé S_F mal défini, justifications non explicites (notamment le caractère permanent de l'écoulement), confusion entre des résultats semblables mais pourtant distincts (le *principe* fondamental de la dynamique n'est pas le *théorème* du centre d'inertie) voire affirmations fantaisistes (par exemple un écoulement incompressible n'est pas pour autant isobare).

En particulier, lorsqu'une question demande d'établir une relation (donnée donc dans l'énoncé), une copie peut très bien ne recevoir *aucun point* même si la relation en question figure dans la copie ! Tout dépend de la rigueur des raisonnements qui y ont mené, bien sûr.

Q4 - Q5 - item Bien sûr, toutes les copies qui ont abordé cette question ont conclu par le résultat demandé ! Certains raisonnements relèvent pourtant de la malhonnêteté intellectuelle ; était attendue ici une justification précise, appuyée sur une *définition explicite* du système étudié (le tuyau ? l'eau qu'il contient ?), un calcul vectoriel (ou au moins projeté), et bien sûr l'application d'un des résultats précédemment établis. De même pour affirmer qu'un pompier doit pousser sur la lance pour contrer la réaction de l'eau, une étude vectorielle du sens de $\vec{F}$ est indispensable ; l'affirmation du résultat ne suffit pas. Le jury a d'ailleurs été surpris de lire souvent le résultat contraire, faux et contre-intuitif. Ces deux questions n'ont rapporté au candidats que moins de 40% des points prévus au barème.

En particulier, *aucune* conclusion valide ne peut être déduite d'une affirmation telle que $\|\vec{F}\| \geq 0$, encore moins des « $\vec{F} \geq 0$ » ou « $\vec{F} \geq \vec{0}$ » trop souvent rencontrés.

Q6 - Cette question a été encore un peu plus mal traitée que la précédente. Il fallait ici explicitement changer la définition du système mécanique étudié.

Q7 - À nouveau abordée par la quasi-totalité des copies, cette question a été traitée de manière très inégale. Elle n'exigeait pourtant que quelques connaissances du cours et des calculs soignés.

Q8 - Une application numérique qui conclut une partie d'un problème de physique impose aux étudiants un peu d'attention à la vraisemblance du résultat. Lorsque l'erreur est manifeste, laisser un résultat visiblement faux dans la copie comme si de rien n'était n'est pas acceptable.

Q9 - Q10 - Applications directes du cours, souvent plus ou moins bien traitées. Les erreurs viennent souvent d'une mauvaise prise en compte des données de l'énoncé ! Là aussi une application numérique simple devait amener le candidat à s'interroger sur la vraisemblance du résultat ; le jury a trouvé des hauteurs de jet de 0,3 mm à 30 km. . .

Q11 - La notion de *nombre sans dimension* n'est manifestement pas familière pour tous les étudiants, alors qu'elle joue un rôle central dans cette partie du programme (64 n'est pas, ici, un tel nombre sans dimension). Une étude énergétique, *a priori* classique, mais exigeant de bien préciser les hypothèses, a permis à certains candidats de réussir la fin de la question. Un candidat qui ne connaît pas le nom de la représentation de f mais sait en décrire quelques éléments est évidemment récompensé. . . s'il ne confond pas f avec le coefficient de traînée !

Q12 - Q13 - Il s'agit de questions difficiles, abordée dans assez peu de copies et avec un taux d'échec élevé. Il fallait ici prendre en compte trois effets (les pertes de charges régulière et singulière et le rétrécissement de section) et le résultat attendu n'était en aucun cas une « formule usuelle », ce qui explique peut-être les difficultés rencontrées ?

Q14 - Heureusement de nombreux étudiants ont répondu correctement (et le jury a accepté plusieurs formes équivalentes pour « l'unité » demandée) : il fallait bien sûr ici donner une justification. Toutefois, certains n'ont sans doute même pas lu la question avant de répondre, quand ils voient dans P une

puissance et non une pression, dans R une résistance et non un rayon, etc.

Q15 - Q16 - Ces questions ont mené à des confusions géométriques (surfaces, volumes et liens entre ceux-ci). Les calculs demandés (développements limités à un ordre imposé par l'énoncé, et intégrales trigonométriques) ont suffi à bloquer la majorité de ceux qui ont abordé ces questions.

Q17 - Rappelons juste qu'une question, aussi simple soit-elle (comme celle-ci) exige un minimum de justification ; la simple affirmation du résultat (même s'il est juste) ne rapporte aucun point.

Q18 - Q19 - Q20 - Q21 - Ces questions assez difficiles de fin de sujet ont été très peu abordées.

[!\[\]\(dbbe5d7222ab5e22d3ae498ec0cce065_img.jpg\) RETOUR](#)

M Physique 2 PSI

Q1 - Une question que presque tous les candidats ont réussi. On a quand même vu des vecteurs tension et des erreurs sur les orientations du champ électrique entre les armatures ou de la différence de potentiel.

Q2 - Encore une question facile qui met en confiance les candidats. La capacité d'un condensateur est bien connue, tout comme son expression pour un condensateur plan. Une difficulté a été de déterminer le champ électrique en optimisant la longueur de la démarche sachant que l'énoncé précisait « en détaillant votre raisonnement », il ne fallait pas passer trop de temps sur cette question préliminaire (certains candidats ont proposé des figures à trois dimensions et des raisonnements sur une copie double alors que plusieurs méthodes peuvent être utilisées, chacune tenant sur une demi feuille). Une autre difficulté a été l'organisation de la réponse sachant qu'il y a plusieurs éléments de réponse (items) pour une même question. Cette difficulté est apparue tout au long du sujet. Une réponse structurée et argumentée était attendue avec les résultats intermédiaires mis en évidence : 1) définition de la capacité, 2) détermination du champ électrique, 3) lien entre le champ et la tension, 4) expression de la capacité. Beaucoup de candidats ont mal organisé leurs réponses mais sont arrivés au résultat.

Q3 - C'est une question de compréhension, globalement réussie, qui a permis à chaque candidat de s'interroger sur le fonctionnement du condensateur à capacité variable. La surface d'un disque n'est pas toujours connue.

Q4 - Les difficultés commencent. La question attendait une proposition pour l'expression de la capacité $C(\theta_r)$ du condensateur sur l'intervalle $[0, \pi]$ et de tracer sa représentation sur l'intervalle $[0, 2\pi]$. Les candidats sont partis à la recherche d'une fonction π -périodique et un très grand nombre d'entre eux ont opté pour une fonction sinusoïdale alors que la réponse attendue était une loi triangulaire périodique variant linéairement par morceau de façon symétrique. Cela a compromis bon nombre des questions suivantes.

Q5 - L'expression du couple subit par le moteur était donnée : il s'agissait de la dérivée partielle de l'énergie électrostatique stockée dans le condensateur par rapport à l'angle, la tension u étant maintenue constante. Certains candidats ont gardé la tension dans la dérivée. Le couple moyen ne devant pas être nul pour un moteur, il n'est pas possible de l'alimenter par une tension constante. Une démonstration rapide utilise le fait que la moyenne sur une période de la dérivée d'une fonction périodique est nulle, mais beaucoup ont donné le résultat sans justification.

Q6 - Le moteur électrostatique est donc alimenté par une tension en créneaux oscillant entre $u = 0$ et $u = U > 0$. En optant pour une vitesse angulaire Ω du rotor positive ils ont bien remarqué que, pour que la partie négative du couple soit supprimée, il fallait que la tension soit nulle pendant les phases où la capacité en fonction de l'angle était décroissante. Cette question a souvent été bien traitée, les valeurs du couple instantané et du couple moyen étaient souvent correctes. Les explications ont manqué de clarté mais des candidats ont été sauvés par le tracé exploité du couple en fonction de l'angle. Un schéma simple et rapidement commenté vaut souvent mieux qu'une longue explication dans laquelle les candidats ont l'habitude de se perdre.

Q7 - La période temporelle du créneau doit correspondre à un demi-tour du rotor. Beaucoup de candidats ne l'ont pas remarqué et cette erreur s'est répercutée en cascade sur l'épreuve.

Q8 - Tributaire des résultats précédents, cette question a souffert de malentendus. Des candidats ont répondu avec $p = 2$ et la généralisation à une valeur quelconque de p s'est révélée difficile. Les justifications ont manqué de rigueur et le fait que la puissance moyenne restait inchangée a rarement été mis en évidence.

Q9 - Le schéma d'une vue de côté du moteur électrostatique « multicouches » a été mal interprété et beaucoup n'ont pas observé que les $2N$ condensateurs soumis à la même tension étaient en parallèle. Les applications numériques ont été fausses avec des puissances obtenues parfois vertigineuses. Même

sans calculatrice, il faut être capable de déterminer une valeur numérique sans se tromper d'ordre de grandeur (les ordres de grandeur sont méconnus par une majorité de candidats). Peu ont conclu que les moteurs électrostatiques ne sont envisageables que pour de faibles puissances.

Q10 - Cette question a laissé les étudiants perplexes, un nombre très faible y a répondu correctement.

Q11 - Beaucoup de candidats ont correctement identifié la simulation du champ magnétique, les explications ont été longues et diffuses mais beaucoup ont noté que le flux magnétique était conservatif. Attention, on ne peut pas comparer les intensités de deux grandeurs d'unités différentes (H et B).

Q12 - Une simple observation des lignes de champ sur ces simulations suffisait pour répondre à cette question, des candidats ont perdu du temps dans des démonstrations (par le théorème d'Ampère) et des explications fausses ou inutiles.

Q13 - Disposant du résultat, de nombreux candidats ont tenté de le forcer, quitte à utiliser des raisonnements erronés. Le contour d'Ampère orienté a été mal défini quand il était précisé. La confusion entre ligne de champ et ligne de courant reste trop fréquente.

Q14 - La géométrie précise des entrefers a été souvent mal comprise malgré une description correcte et explicite dans l'énoncé. Les schémas élaborés par les candidats ont manqué de précision pour permettre une exploitation correcte. En conséquence, les volumes demandés étaient le plus souvent faux, les calculs inachevés et les approximations non prises en compte. Pour trouver les volumes on pouvait utiliser une intégrale, mais c'était possible plus simplement à condition de connaître la surface d'un secteur circulaire dont l'angle au sommet est connu.

Q15 - Cette question a souffert des mauvais résultats précédents. De nombreux candidats semblent confondre évolution linéaire et évolution continue.

Q16 - Cette question était duale de **Q5**. Elle a été tout autant réussie.

Q17 - Dans cette question duale de **Q6**, les candidats ont bien observé que, pour avoir un couple moyen positif, il fallait envoyer un courant nul pendant les phases où l'inductance était décroissante. Ainsi on ne conserve que les créneaux positifs du couple et sa moyenne est positive. Les explications ont été approximatives, souvent mieux précisées par un schéma qui, même rudimentaire, leur a permis de bénéficier des points. Dans l'expression du couple moyen, des angles sont apparus fréquemment en degrés au dénominateur ; il est indispensable d'utiliser les radians dans les calculs littéraux, l'emploi des degrés conduisant à des résultats numériques erronés.

Q18 - Mêmes difficultés que pour **Q7**.

Q19 - Cette question dépendait des précédentes, sa réussite aussi.

Q20 - Le résultat étant donné, beaucoup de candidats s'en sont inspiré pour aboutir.

Q21 - La diode D est bloquée. Pour la description de l'état de la diode, passante/bloquée (à privilégier), il a été beaucoup rencontré fermée/ouverte et même allumée/éteinte (contestables). Les règles d'interconnexion des sources de tension et de courant sont bien connues mais un point essentiel a été peu évoqué : la présence de l'inductance L fait du moteur un dipôle de type source de courant qui en garantit la continuité.

Q22 - Reposant sur le résultat de **Q21**, cette question a été menée à bien par une grande majorité de candidats.

Q23 - La diode D est passante. Les trois phases à examiner, l'ont été de manière désordonnée. Il fallait substituer $L(\theta_r)$ par $L_{\min}$ dans la première phase et $L(\theta_r)$ par $L_{\max}$ dans la troisième, cela a été rarement proposé.

Q24 - Pour l'analyse du diagramme synchrone, il fallait considérer l'équation différentielle vérifiée par le courant en **Q23**. Y figurait une constante de relaxation (la variable n'est pas le temps mais l'angle θ_r) de type $L\Omega/R$ qui contrôlait l'évolution du courant. Rares sont les candidats qui l'ont observé, l'analyse du diagramme a été descriptive, peu ou mal interprétée.

Q25 - Cette question a été bien réussie, même si les explications ont été mal formulées : le montage

produit un couple négatif parce qu'on continue à envoyer un courant alors que l'inductance décroît.

Q26 - Cette question a majoritairement été bien traitée, certains ont eu la bonne idée de présenter les résultats dans un tableau.

Q27 - La correction du montage a été largement anticipée par les candidats.

Q28 - Les résultats étant donnés, beaucoup y sont parvenus (pas toujours avec la plus grande honnêteté).

Q29 - La relation reliant la vitesse de la lumière dans le vide, la perméabilité magnétique du vide et sa permittivité électrique n'a parfois pas été reconnue. Dans l'expression littérale finale, remplacer B_{sat} par 1 (T) en gardant E_{air} est incorrecte. L'application numérique était évidente, beaucoup ont trouvé une valeur approximative ou indiqué une unité incorrecte. L'unité d'un champ électrique est à connaître.

Q30 - L'analyse de la courbe de Paschen a été laborieuse et peu de candidats sont arrivés au résultat. La suite de la question en a été impossible, avec des valeurs numériques loin des valeurs attendues.

Q31 - C'est une question qui a été bien traitée, même si beaucoup ne connaissent pas les unités usuelles de ϵ_0 et μ_0 . Il fallait préciser que ces constantes fondamentales étaient insensibles à un changement d'échelle, ça a été fait.

Q32 - Beaucoup se sont contentés de parler d'*armature*, alors que c'est *surface* qui était attendu. Il fallait préciser que la densité surfacique de charge était invariante par changement d'échelle, c'est une grandeur intensive. Les justifications proposées par les candidats n'étaient pas toujours très claires.

Q33 - Des réponses au hasard ou mal justifiée. Cette question n'a pas été réussie par les candidats.

Q34 - Comme le résultat précédent était donné, beaucoup de candidats ont abouti cette question en utilisant le résultat donné en **Q8**.

Q35 - Cette question a été bien traitée, l'expression de la résistance d'un câble conducteur cylindrique est bien connue des candidats.

Q36 - Question réussie pour ceux qui sont arrivés à cette partie finale du sujet, ou ceux qui l'ont traitée en priorité.

Q37 - Certains ont été déstabilisés par le fait que le temps pouvait obéir à deux lois d'échelle différentes, mais les systèmes peuvent avoir une dynamique rapide à petite échelle (moteur électrostatique) et une dynamique lente à grande échelle (moteur électromagnétique), la diffusion thermique variant en $\sqrt{t}$. Très peu de candidats ont abouti.

Q38 - Les candidats ont plutôt bien réussi cette question, qui demandait d'exploiter les résultats précédents donnés.

Q39 - La confrontation des moteurs a été difficile, ni argumentée, ni structurée, car les résultats précédents étaient trop disparates. Mais un nombre conséquent de candidats a fait la bonne conclusion : le moteur électrostatique est très performant à petite échelle alors que l'échelle macroscopique est le domaine du moteur électromagnétique.

[↑RETOUR](#)

N Chimie MP

Q1 - Question souvent bien traitée. Le jury a néanmoins observé quelques arguments farfelus fondés sur l'électronégativité ou sur la comparaison des nombres d'oxydation d'éléments différents, alors qu'une comparaison des potentiels standard était attendue pour répondre à la question.

Q2 - Question simple, globalement bien traitée. Une justification succincte était attendue ; certains candidats se sont toutefois contentés de donner la réponse, tandis que d'autres ont développé inutilement leur raisonnement.

Q3 - Question abordée par la plupart des candidats, mais souvent traitée de manière incohérente, avec une confusion fréquente entre pile et électrolyseur. Le jury constate que les symboles du générateur et de l'ampèremètre ne sont pas toujours connus des candidats. L'ampèremètre est trop souvent branché en dérivation au lieu d'être en série avec le générateur. Le sens des électrons est souvent incohérent avec les polarités attribuées et le sens du courant.

Q4 - Les trois électrodes sont généralement identifiées, mais les branchements du voltmètre, de l'ampèremètre et du générateur sont souvent incorrects, ce dernier étant parfois absent du schéma.

Q5 - Très peu de bonnes réponses, le mur du solvant étant rarement reconnu par les candidats. De plus, lorsque les couples sont placés de part et d'autre de la courbe, le sens de la réaction associée est souvent erroné ou n'est pas précisé, alors qu'un courant positif correspond à une oxydation et un courant négatif à une réduction.

Q6 - Question peu abordée, avec peu de réponses correctes. Les surpotentiels sont souvent oubliés.

Q7 - Question souvent réussie. Pour déterminer le nombre d'électrons de valence des éléments des blocs *s* et *p* il suffisait de se référer à la colonne de la classification périodique. Nombreux sont les candidats qui fournissent correctement la configuration électronique de l'élément dans son état fondamental. Elle n'est ni attendue, ni au programme, et ne permet pas toujours aux candidats de répondre à la question. Le nombre d'électrons de valence est en effet parfois confondu avec le nombre d'électrons de la dernière sous-couche.

Q8 - Beaucoup de bonnes réponses même si le squelette proposé est parfois fantaisiste, notamment pour l'ion sulfate, ou si les charges sont mal attribuées aux atomes. Certains schémas ne sont pas cohérents avec la réponse apportée à la question précédente.

Q9 - Les calculs de nombre d'oxydation sont généralement bien réalisés. En revanche, l'attribution des domaines est souvent insuffisamment justifiée. Deux justifications claires et explicites sont attendues : l'une portant sur le classement vertical et l'autre sur le classement horizontal. L'écriture des équations des équilibres de dissolution/précipitation des hydroxydes métalliques permet de justifier leur apparition par apport d'ions HO^- , donc par élévation du pH .

Q10 - Quand cette question est traitée, et que l'application numérique est menée jusqu'à son terme, les candidats arrivent à la bonne concentration.

Q11 - La démarche est maîtrisée par bon nombre de candidats. Une attention particulière doit néanmoins être portée à l'écriture de la réaction associée au produit de solubilité. En effet, certains candidats écrivent la réaction de dissolution en mettant en jeu des ions H^+ , ce qui conduit à un calcul erroné. Enfin, le commentaire de cohérence est souvent imprécis et montre que l'expérience réalisée n'a pas toujours été comprise.

Q12 - Le jury attendait que les candidats exploitent par une lecture graphique précise le spectre d'absorption fourni et que soit évoqué le maximum d'absorbance. Certains pensent que la longueur d'onde où sont effectuées les mesures est celle de la couleur de l'espèce (ici le bleu), alors qu'il s'agit en réalité de la couleur complémentaire sur le cercle chromatique. La seule évocation du domaine approximatif de longueur d'onde de la couleur complémentaire restait insuffisante, le spectre permettant une lecture plus précise.

Q13 - La notion de temps de demi-réaction est globalement bien maîtrisée. En revanche, la réponse est souvent insuffisamment justifiée : il fallait identifier dans le tableau le temps correspondant à une division par deux de l'absorbance, en lien avec la proportionnalité entre absorbance et concentration.

Q14 - La question a donné lieu à des réponses très variées. Si les réponses raisonnables fondées sur une relation de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration ont été acceptées, de nombreuses copies mobilisent des grandeurs sans lien avec la problématique (conductivité, longueur d'onde, loi d'Arrhenius ou permittivité), traduisant une méconnaissance de la modélisation sous-jacente.

Q15 - L'intégration de l'équation différentielle est globalement bien maîtrisée. Cependant, des erreurs de signe sur la vitesse de disparition du bleu de méthylène conduisent à des incohérences sur la décroissance de la concentration et se répercutent sur la question suivante, avec parfois des constantes de vitesse négatives.

Q16 - Le jury attendait que les candidats précisent que $\log A = f(t)$ est une droite affine, et non linéaire. La constante de vitesse est souvent donnée négative et sans unité. Ces erreurs ont été sanctionnées. À noter que certains candidats ont perdu du temps à recalculer la pente au lieu d'exploiter les résultats de la régression linéaire fournis.

Q17 - Question souvent bien traitée.

Q18 - Le jury attend en premier lieu d'une maille cubique à faces centrées qu'elle soit... cubique. Certains candidats ajoutent un atome au centre de la maille en plus du réseau CFC. La coordinence, notion souvent mal connue des candidats, est parfois confondue avec la compacité. Le calcul du nombre d'atomes par maille est en revanche maîtrisé.

Q19 - La condition de contact est généralement bien repérée et la question est souvent correctement traitée. Il peut être admis comme caractéristique géométrique d'un cube que la diagonale d'une face vaut $a\sqrt{2}$, sans recourir à de longues démonstrations.

Q20 - Il est surprenant de constater que le volume d'un cube est parfois confondu avec celui d'une sphère. Le volume de la maille est également parfois confondu avec le volume des atomes qu'elle contient. L'application numérique est souvent abandonnée en cours de route, alors qu'une valeur numérique, accompagnée de son unité, était attendue. Bien que cette application numérique ne soit pas immédiate, le jury a été tolérant sur la valeur proposée, à condition que son ordre de grandeur soit raisonnable.

Q21 - Question souvent bien traitée. Le jury invite les candidats à vérifier avec attention les coefficients stœchiométriques de ces équations, qui, s'ils sont erronés, pénalisent les questions suivantes.

Q22 - Les expressions de $\Delta_r G^\circ$ en fonction de $\Delta_r H^\circ$ et de $\Delta_r S^\circ$, puis de K° sont souvent connues. Les applications numériques nécessitent toutefois de prêter attention aux conversions d'unité ainsi qu'au passage d'un logarithme népérien à une puissance de 10. Les erreurs de calcul, sur les applications numériques relativement simples, ont été sanctionnées. Enfin, certains candidats oublient le commentaire demandé sur la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre.

Q23 - Question bien traitée mais une justification était attendue.

Q24 - Q25 - De nombreuses erreurs sont commises dans l'écriture des demi-équations rédox. Dans l'application de la relation de Nernst, les candidats oublient souvent l'activité de l'ion H^+ , intervertissent les activités des oxydants et des réducteurs, négligent les phases des constituants physico-chimiques mis en jeu (en particulier l'azote et le dioxyde de carbone, gazeux) ou confondent logarithme népérien et logarithme décimal.

Q26 - Question rarement abordée par les candidats. Le jury n'attendait pas la démonstration de la relation permettant de calculer la constante d'équilibre d'une réaction rédox à partir des potentiels standards ; son expression pouvait être utilisée directement. Les démarches correctement amorcées ont également été valorisées.

O Chimie PC

Problème 1

L'ensemble des questions a été abordé par les candidats et chaque point prévu dans le barème a pu être attribué.

Bien que la chimie organique ne représente plus la moitié du programme de CPGE dans la filière PC, le jury a bien conscience que l'investissement nécessaire à la maîtrise de cette partie du programme est important.

Le jury a tenu compte dans sa notation de la rigueur de rédaction : représentation complète des molécules (stéréochimie incluse le cas échéant), écriture des mécanismes réactionnels (charges, doublets non liants des atomes impliqués dans l'acte élémentaire, ...). On rappelle qu'il est autorisé de simplifier la structure des molécules dans un mécanisme réactionnel, mais ces simplifications doivent être explicitées au début de la question. De plus, l'écriture d'un mécanisme ne nécessite pas l'écriture de chaque acte élémentaire sur une ligne différente. Ainsi, l'écriture d'un mécanisme en « forme de serpent » sur plusieurs lignes est accepté. Néanmoins, il est attendu de faire apparaître les sous-produits dans le mécanisme.

Q1 - Question de cours. Le jury attendait l'utilisation de l'expression « plan de polarisation de la lumière polarisée rectilignement » pour attribuer l'ensemble des points.

Q2 - Question d'application du cours qui n'a pas posé de problème dans l'ensemble. Le jury rappelle que la géométrie des liaisons doubles $C = C$ était bloquée à cause des cycles.

Q3 - La détermination des stéréodescripteurs n'a pas posé de souci majeur. Néanmoins, beaucoup de candidats n'ont pas obtenu l'ensemble des points. Le jury attend une justification claire des ordres de priorité (par exemple sous la forme d'un arbre) mais également la représentation de ce centre (éventuellement de manière simplifiée) montrant la position des groupes et la rotation. Ces deux points de justification sont indispensables afin de justifier de manière complète la réponse.

Q4 - Le jury tient à rappeler que la justification de l'attribution des signaux observés en RMN du proton ^1H ne consiste pas à recopier les données dans un tableau. Il est nécessaire d'utiliser les informations (déplacement chimique, intégration, multiplicité et constante de couplage) afin d'attribuer de manière indiscutable un signal à un proton. La justification du déplacement chimique passe par l'utilisation des données et celle de la multiplicité doit être soignée. Écrire « d'après les données » n'est pas une justification suffisante. L'utilisation de la numérotation du sujet était attendue comme indiqué dans la question du sujet. Le non respect de cette numérotation a été sanctionné.

Synthèse du composé 3 à partir de la (–)-(R)-carvone

Q5 - Cette question avait un format peu habituel au regard des sessions passées. Elle permettait de juger à la fois la maîtrise des connaissances du cours, mais aussi la capacité des candidats à utiliser une banque de réaction. Cette question a été classante pour les bonnes comme les moins bonnes copies. La justification de la régiosélectivité de l'hydrogénation de la liaison double $C = C$ était attendue. Les conditions nécessaires au passage de l'étape **7** → **8** sont rarement données de façon complète (le chauffage du milieu réactionnel est requis pour mener à bien la réaction de crotonisation crotonisation). Le jury a également constaté une confusion récurrente entre oxydation et réduction.

Synthèse d'un intermédiaire avancé 18

Q6 - Question de cours sans difficulté.

Q7 - Question en apparence simple mais qui a posé de nombreux soucis dans le décompte des liaisons formées/rompues. De manière plus fine, les meilleurs candidats ont pris le temps de discuter des hypothèses faites pour ce calcul (une énergie de liaison étant définie à partir de réactifs et produits à l'état gaz).

Q8 - Application directe du cours. L'acidité du proton H en position alpha de la dicétone n'est que rarement justifiée. L'écriture du mécanisme de la condensation aldolique a souvent été erronée (notamment l'écriture du mécanisme de $E1cb$ dans l'étape de crotonisation).

Q9 - Question globalement bien traitée.

Q10 - Question délicate qui a permis de classer les bonnes et très bonnes copies. Le jury a pris soin de bien sûr valoriser tout mécanisme, partiel ou complet, cohérent avec les connaissances d'un élève de CPGE. Le jury a ainsi accepté les mécanismes simplifiés présentés avec un ion hydruure. Toutefois, le site électrophile n'a pas toujours été bien choisi par les candidats.

Q11 - Question qui a rencontré un succès relatif, avec des justifications trop souvent superficielles. Si le caractère encombré et peu nucléophile de la base a souvent été mis en avant, sa solubilité en solvant organique a été, en revanche, trop fréquemment omise. Le choix de l'azote le plus basique ne peut se justifier que si tous les doublets non liants sont indiqués sur la structure de la base. Pour la justification du site le plus basique, le jury a accepté aussi bien l'étude de la stabilité de l'acide conjugué (iminium) que celle de la disponibilité du doublet non liant de l'amine.

Q12 - Question plutôt bien traitée. Il ne fallait toutefois pas oublier la formation d'ion iodure I^- lors de la substitution nucléophile. Bien que la simplification des structures passives soit autorisée si elle est explicitée en amont, il est préférable que les groupements fonctionnels sièges de la réaction soient écrits en toutes lettres (CH_3I et non MeI). En chimie organique, le mécanisme détaille le mouvement des électrons (doublets non liants, charges). Utiliser une abréviation comme MeI masque la connectivité des hydrogènes et la nature du carbone substitué, ce qui empêche de formaliser correctement l'acte élémentaire.

Q13 - Cette question avait pour but de réinvestir la méthode des orbitales frontalières, notamment en faisant l'analogie avec la réaction de DIELS-ALDER (comme le suggérait le document 2 qui faisait mention de « cycloaddition »). Le calcul des deux différences énergétiques HO-BV, bien que faisant partie des compétences attendues, a été trop souvent omis. Le barème en a logiquement tenu compte.

Q14 - Question atypique mais qui a permis de classer les candidats.

Q15 - Aucune stéréochimie de l'alcool formé n'était attendue mais la représentation complète de **15**, et notamment de la stéréochimie des autres centres, était attendue.

Q16 - Question discriminante qui a permis de vérifier la connaissance du cours de première année.

Suite et fin de la synthèse de la cyrnéine A **Q17** - Question particulièrement délicate qui a rencontré peu de succès. Le jury a valorisé les copies proposant des mécanismes partiels ou complets raisonnables au regard des connaissances d'un élève de CPGE.

Q18 - Question sans difficulté particulière. Trop de candidats proposent une structure dimérique $PPh_3 - PPh_3$ plutôt que $2PPh_3$. Il est dommage que certains, voulant indiquer la structure de LEWIS de CO , se trompent.

Q19 - Question sans difficulté particulière.

Q20 - Question particulièrement classante. Le jury recommande aux futurs candidats de ne pas hésiter à effectuer un bilan des espèces entrantes et sortantes d'un cycle catalytique pour limiter d'éventuelles étourderies.

Problème 2

Structure des édifices chimiques

Q21 - Q22 - Q23 - Q24 - Une question portait sur la classification périodique. Tous les candidats ne sont pas unanimes sur la dénomination des éléments de la première colonne, désignés par certains comme halogènes, alcalino-terreux, alcanes, certes, les 4 premières lettres conviennent, voire le joli alcâlns (bien sûr compté comme juste malgré l'accent circonflexe inattendu).

La détermination de la structure de LEWIS du peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (**Q24**) constituait un attendu de base. Le jury déplore toutefois que de nombreuses copies proposent des structures où la règle de l'octet appliquée aux atomes d'oxygène n'est pas respectée.

En cristallographie, peu de copies proposent un dénombrement correct des sites octaédriques de la maille conventionnelle. À un schéma correct de la maille est associé le chiffre de 13 sites octaédriques, sans prendre en compte la pondération indispensable lorsque ceux-ci sont localisés sur les arêtes du cube dessiné. De nombreux candidats confondent de façon assez surprenante sites octaédriques et sites tétraédriques.

Cinétique chimique

Q25 - Q26 - Q27 - Q28 - Les candidats connaissent pour la plupart l'équation d'ARRHENIUS et savent comment traiter les données expérimentales pour accéder à l'énergie d'activation. Démontrer la dépendance de la variable X avec le temps a constitué l'écueil principal de cette partie. Le volume initial de la particule solide qui subit la transformation est égal à $\frac{4}{3}\pi r_0^3$, le volume de la particule qui n'a pas encore été transformé $\frac{4}{3}\pi r^3$ et donc le paramètre $X(t)$ s'écrit :

$$X(t) = \frac{r_0^3 - r^3(t)}{r_0^3} = 1 - \frac{r(t)^3}{r_0^3}$$

Dans de nombreuses copies, le numérateur a été écrit (à tort) sous la forme r^3 ou $(r_0 - r)^3$.

Aspects thermodynamiques de l'oxydoréduction en solution

Q25 - Q31 - Q32 - Q33 - Q34 - Q42 - La question 25 n'a inspiré que peu de candidats. Il convenait de percevoir qu'il ne s'agissait pas d'une simple dissolution physique, le cobalt(III) n'étant pas stable en solution aqueuse. Le passage en solution aqueuse du solide $LiCoO_2$ s'effectue ici en présence du réactif H_2O_2 . Le cobalt(III) du réseau cristallin se comportant comme un oxydant vis à vis du peroxyde d'hydrogène. Par ailleurs, les anions oxyde étant des bases infiniment fortes dans l'eau, il est exclu de proposer une équation bilan mentionnant leur formation.

La question 31 a été rarement abordée avec succès. Les candidats oublient fréquemment d'intégrer l'équilibre d'autoprotolyse de l'eau lorsqu'ils expriment le potentiel de NERNST. En effet, pour utiliser correctement le potentiel standard de référence, il était en effet nécessaire d'écrire la demi-équation d'oxydoréduction en faisant intervenir les ions oxonium.

Diagramme potentiel/pH

Q30 - Cette question a donné lieu à de nombreuses approximations. La bonne démarche exigeait le calcul des pentes pour les deux couples. Les frontières correspondantes n'étant que suggérées en pointillés sur le diagramme —laissant en suspens les questions de dismutation et de médiamutation— un simple classement par états d'oxydation croissants ($SO_4^{2-}/HSO_5^-/SO_5^{\bullet-}$) ne permettait pas de conclure. De même la seule donnée du potentiel standard d'un couple s'avère insuffisante si l'ordonnée à l'origine n'est pas précisément déterminée en tenant compte de la concentration de travail.

Extraction liquide/liquide (questions 35 à 38)

Q35 - Q36 - Q37 - Pour ces questions, une attention particulière devait être portée à la rigueur du passage des activités aux concentrations en solution diluée, en distinguant explicitement le cas du solvant de celui des solutés. De plus l'expression obtenue pour le coefficient de partage P exigeait un commentaire approfondi. Il convenait notamment d'expliquer que la détermination des constantes n et p nécessite de maintenir constants tous les paramètres expérimentaux, à l'exception de celui dont on cherche à évaluer l'influence.

Courbes courant/potentiel

Q39 - Q40 - Q41 - Q43 - Q44 - Plusieurs confusions en cinétique électrochimique ont été relevées : certains candidats associent à tort le caractère lent d'un couple à l'existence d'un palier de diffusion. De même le surpotentiel doit s'évaluer par rapport au potentiel d'équilibre du système, et non vis-à-vis du seul potentiel standard. Par ailleurs qualifier une intensité de « nulle » n'a de sens que si elle est comparée aux courants des paliers de diffusion correspondants. Enfin, l'énoncé de cette session 2026 comportant lui-même des approximations notables, le barème de correction a été ajusté en conséquence afin de ne pas léser les candidats.

[!\[\]\(0ea29a9ce9dff312ee2ddf3d30539d81_img.jpg\) RETOUR](#)

P Chimie PSI

Q1 - La question a généralement été bien traitée.

Q2 - L'identification seule ne suffisait pas mais devait être accompagnée d'une justification portant sur la nature des échanges observés (oxydation/réduction).

Q3 - La question a été globalement mal traitée. Les montages proposés sont farfelus, les polarités aléatoires et bien souvent incompatibles avec le sens de circulation des électrons qui est proposé. Les candidats confondent les dispositifs électrochimiques de type pile et électrolyseur.

Q4 - La question a été convenablement traitée par une moitié de candidats. Certains confondent l'attribution des électrodes tandis que d'autres ne positionnent aucune source permettant de faire varier le potentiel.

Q5 - La question a généralement été mal traitée, les échanges proposés sont aléatoires et bien souvent incompatibles avec le signe conventionnel des intensités.

Q6 - Beaucoup de candidats confondent potentiel et surpotentiel. Peu de candidats fournissent la bonne valeur numérique.

Q7 - La question a souvent été bien traitée.

Q8 - La question (simple) est souvent bien traitée. Tous les doublets non liants doivent être convenablement positionnés, ainsi que les éventuelles charges formelles.

Q9 - Le calcul des nombres d'oxydation n'a pas posé de difficulté particulière. Les attributions sont souvent justes mais le jury attend une justification portant sur les nombres d'oxydation et sur l'acidité/basicité des différentes espèces afin de justifier complètement l'attribution proposée.

Q10 - La question qui est une simple application d'un phénomène de dilution n'est pas assez souvent menée à terme. Ce type de calcul est pourtant abordé dès la classe de seconde.

Q11 - Trop de candidats ne savent pas convenablement écrire la relation de type $Q^{eq} = K_S$ et méconnaissent la définition de la constante d'équilibre K_S . Peu de candidats justifient correctement la cohérence du résultat obtenu (écrire « c'est cohérent » n'est pas une justification).

Q12 - La question est souvent bien traitée.

Q13 - La question est souvent bien traitée.

Q14 - La loi de Beer-Lambert écrite sous la forme $A = kC$ sans explicitation de k n'est pas acceptée. Certains candidats n'ont pas convenablement lu l'énoncé qui demandait explicitement de nommer les termes apparaissant dans la loi avec un système d'unités cohérent.

Q15 - La simple intégration d'une cinétique d'ordre 1 a posé problème à beaucoup de candidats qui se contentent de fournir un résultat connu par cœur.

Q16 - Seuls les candidats qui avaient établi la relation de la question **15** ont pu prétendre aux points dévolus à la question. Un résultat sans unité est compté faux.

Q17 - De nombreuses erreurs de signe aboutissent à une durée négative qui devient par magie positive à la ligne suivante.

Q18 - La question est souvent bien traitée même si de nombreux candidats méconnaissent la définition de la coordinnence et la confondent avec la compacité de l'édifice.

Q19 - La question est souvent bien traitée.

Q20 - La relation littérale est souvent bien établie. L'application numérique était acceptée avec une marge de tolérance.

Q21 - La question est souvent bien traitée.

Q22 - Les relations de thermodynamique chimique sont souvent bien connues mais peu de

candidats aboutissent à une valeur numérique acceptable pour K° . Les candidats qui ont eu le courage de mener les calculs ont été récompensés.

Q23 - La question est généralement bien traitée.

Q24 - Q25 - L'écriture des demi-équations est parfois fausse, l'équation de Nernst n'est pas parfaitement connue de tous : certains candidats y confondent l'oxydant et le réducteur.

Q26 - La question a été peu traitée. Elle ne présentait pas de difficulté particulière mais les candidats ont probablement été pris par le temps.

[!\[\]\(8534175faaec2d5a6f8c3c3e254f081b_img.jpg\) RETOUR](#)

Q Informatique commune MP, PC et PSI

Q1 - `numpy` est régulièrement utilisé alors qu'il est explicitement demandé dans le sujet de créer une liste de listes. Certaines listes de listes créées contiennent des lignes dépendantes les unes des autres. Certaines copies remplissent la liste de listes avec l'instruction `plateau[i][j]=0` alors que la variable `plateau` est une liste vide.

Q2 - Peu de candidats font le lien entre le nombre de bits nécessaires et $\log_2$.

Q3 - Question de compréhension du sujet.

Q4 - Question de compréhension du sujet.

Q5 - Certains candidats énumèrent les cases possibles alors que la question précise que cette solution n'est pas autorisée.

Q6 - Oubli récurrent des cases neutres.

Q7 - Certains candidats font des propositions longues et complexes. Il est demandé aux candidats de synthétiser leurs codes lorsque c'est possible.

Q8 - La notion d'invariant ne semble pas toujours maîtrisée et est confondue avec la notion de variant. Il s'agit d'une question d'analyse appelant une question courte et précise, pas une paraphrase du code.

Q9 - Question très réussie.

Q10 - La condition d'optimalité n'est pas toujours respectée. Plusieurs copies testent si n cases de la ligne sont contrôlées par le joueur sans tester qu'elles sont consécutives. La gestion de sortie de boucle n'est pas toujours correcte. Le test du nombre de cases alignées n'est pas toujours au bon endroit.

Q11 - Plusieurs candidats utilisent des boucles imbriquées alors qu'une boucle suffit.

Q12 - Question de dénombrement ; peu de copies traitent correctement les 2 parties de la question. Il est possible d'utiliser un dessin pour illustrer sa réponse.

Q13 - Question bien traitée lorsqu'elle l'a été.

Q14 - Les interprétations proposées ne sont pas toujours en accord avec l'ordre de grandeur proposé. Il est demandé aux candidats de vérifier la cohérence de leurs réponses.

Q15 - Question d'analyse d'une fonction.

Q16 - Comme à la question 11, plusieurs candidats utilisent des boucles imbriquées ; dans cette question, cela aboutit à une erreur de dénombrement. Plusieurs copies n'utilisent pas les tests `if`, `elif` et `else` correctement.

Q17 - Question peu traitée.

Q18 - Question peu traitée.

Q19 - Confusion entre `WHERE` et `HAVING`. Confusion sur l'utilisation de `LIKE`.

Q20 - Confusion entre `JOIN` et `UNION`.

Q21 - **Q22** - Mauvaise condition de jointure : l'attribut `id` de la table `Joueur` doit être égal à l'attribut `id_joueur1` ou `id_joueur2` de la table `Partie`. Utilisation de `attribut.table` au lieu de `table.attribut`. Utilisation de `SELECT a AND b` au lieu de `SELECT a,b`. Il est demandé aux candidats de réfléchir à l'utilité du renommage d'une table avant de l'utiliser.

[!\[\]\(b212aeff0b9da75fba01e9e9c6230d30_img.jpg\) RETOUR](#)

R Informatique option MP

- Q1** - L'algorithme de calcul rapide des puissances semble trop souvent ignoré.
- Q2** - Nous avons trouvé des complexités annoncées comme logarithmiques alors que le code fourni est clairement de complexité linéaire.
- Q3** - Des réponses souvent confuses ou imprécises. Le lien avec l'écriture binaire des entiers est cependant majoritairement fait.
- Q4** - L'algorithme simple (à base de division euclidienne) est très peu cité.
- Q5** - Une seule inclusion est souvent citée. La preuve de chaque inclusion est souvent peu convaincante.
- Q6** - Question bien traitée en général.
- Q7** - Question bien traitée en général.
- Q8** - Peu de réponse convaincante. Le fonctionnement de l'automate proposé semble rarement bien compris.
- Q9** - Question bien traitée en général.
- Q10** - Question de cours. Le refus du formalisme est ici manifeste. Cela donne des réponses approximatives, très lourdes et souvent incomplètes.
- Q11** - Question bien traitée en général.
- Q12** - Question peu traitée.
- Q13** - Beaucoup de candidats oublient de déterminer l'automate.
- Q14** - A nouveau, ici, le formalisme est trop superficiel ou bien donne des réponses incohérentes avec la nature des objets manipulés.
- Q15** - L'idée semble comprise mais les candidats ne vont pas jusqu'à son terme : les premières transitions sont souvent correctes mais les suivantes sont souvent bâclées et fausses.
- Q16** - Peu de preuves convaincantes.
- Q17** - Question peu traitée. Le lemme de l'étoile est souvent cité mais rarement énoncé correctement.
- Q18** - Question bien traitée en général.
- Q19** - Question peu traitée
- Q20** - Question très souvent abordée. La preuve par induction est citée mais le cas de l'égalité de deux termes est quasi-systématiquement oublié.
- Q21** - Question bien traitée en général.
- Q22** - Peu abordée.
- Q23** - Peu abordée.
- Q24** - Question bien traitée en général.
- Q25 - Q26 - Q27 - Q28 - Q29 - Q30** - Peu abordées.

[!\[\]\(709f390d6469a8d4b40fea0ff3fbfcad_img.jpg\) RETOUR](#)

S Informatique 1 MPI

Q1 - Puisque le type d'entrée et de sortie était `int`, il était incorrect de passer par les flottants en utilisant l'opérateur `**` et des conversions entre entiers et flottants. La complexité logarithmique demandée incitait les candidats à proposer une solution par exponentiation rapide : trop de candidats ont utilisé deux appels récursifs lors du même appel, n'atteignant donc pas la complexité demandée. Les réponses proposant une utilisation correcte de l'opérateur `lsl` ont également obtenus tous les points. Seule une implémentation correcte et de la complexité attendue (ou meilleure) ont obtenu la totalité des points attribués à cette question, elle a donc été discriminante.

Q2 - Il était attendu de justifier la bijectivité de la fonction proposée. Cette justification ne pouvait pas se limiter à citer l'unicité de la décomposition en base 2 d'un entier. La fonction v proposée dans l'énoncé ne portait pas sur l'ensemble Σ_n . Cette question n'a pas de rapport avec la notion de noyau d'une application linéaire dans un espace vectoriel. La précision attendue dans la réponse à cette question l'ont rendue discriminante.

Q3 - Question plutôt réussie. Il était attendu de renvoyer un tableau de taille n et pas une représentation canonique sans zéros non significatifs, ou encore une liste chaînée. Il fallait éviter d'utiliser la fonction `pow2` pour calculer chaque coefficient. Une partie des candidats a été pénalisé à cause de la complexité temporelle de la réponse proposée.

Q4 - Question discriminante. Il ne suffisait pas de remarquer la forme des mots acceptés par l'automate, le jury attendait également une démonstration que les mots de cette forme étaient exactement les mots de E . Il était incorrect d'écrire qu'un mot $m \in \mathcal{L}(A_1)$ vérifie

$$m = \binom{0}{0}^i \binom{1}{0} \left(\binom{0}{0} \mid \binom{0}{1} \right)^j$$
, puisque m est un mot et que le membre de droite est une expression régulière, ou par abus de notation un ensemble de mots. De même, on ne pouvait pas simplement écrire v_i à la place de $v_i(m)$.

Q5 - Question parfaitement réussie par une majorité de candidats l'ayant traitée.

Q6 - Question parfaitement réussie par une majorité de candidats l'ayant traitée. On ne pouvait pas seulement répondre par une expression régulière décrivant le langage reconnu par l'automate.

Q7 - Question globalement réussie. L'automate demandé n'avait pas besoin d'être complet ou déterministe, mais il ne pouvait pas comporter de ε -transitions.

Q8 - Une utilisation de `List.length` pouvait donner une complexité supérieure à celle attendue par la question, notamment lorsqu'on l'utilisait à chaque tour de boucle sans retour précoce. Il était possible d'utiliser à la place un filtrage pour vérifier que la liste d'états successeurs d'un état par une lettre était de taille 1. Il ne suffisait pas de vérifier que les états accessibles depuis l'état initial donnaient lieu à des transitions déterministes et complètes, il fallait le vérifier pour tous les états. Cette question a été discriminante.

Q9 - Question peu réussie parfaitement. Si la majorité des copies proposent la construction de l'automate des parties, une description informelle ou seulement algorithmique de cet automate était souvent insuffisamment détaillée, alors qu'une définition formelle de cet automate était plus succincte et convaincante. L'état initial et les états finaux de cet automate devaient être précisés. La construction de l'automate de Glushkov par l'algorithme de Berry-Sethi, ou l'ajout d'un état puits, ne suffisent pas à déterminer et compléter un automate.

Q10 - Question globalement réussie. Une partie des copies propose de calculer la valeur de chaque case du tableau retourné en parcourant entièrement les transitions de l'automate, plutôt que de ne les parcourir qu'une seule fois au plus en notant au fur et à mesure les états successeurs

de l'ensemble d'entrée.

Q11 - Question plutôt peu traitée. Sauf défaillances manifestes des réponses proposées, les candidats et candidates qui ont proposée une réponse complète ont plutôt été récompensés. Le jury a valorisé les copies remarquant qu'il fallait échanger les états 0 et 1 pour que l'état initial corresponde au singleton $\{0\}$.

Q12 - Question plutôt bien traitée. Il ne fallait pas oublier de déterminer l'automate avant d'inverser les états non finaux et finaux. Un certain nombre de copies propose de retourner les transitions, ce qui se rapporte plutôt à la reconnaissance du miroir du langage accepté par l'automate en entrée.

Q13 - Question réussie par une majorité des candidats l'ayant traitée. Une rédaction formelle de la fonction de transition était attendue. Un exemple d'application de cette construction n'était ni nécessaire, ni suffisant pour répondre à la question.

Q14 - De nombreuses copies semblent avoir compris l'idée attendue derrière cette question, mais une majorité propose une solution fausse, incomplète ou ne respectant pas la consigne. Il n'était pas nécessaire de proposer un automate complet. Il était possible de se baser sur un algorithme d'addition posée avec une retenue pour concevoir cet automate. Dans ce cas, il ne fallait pas oublier de choisir un état où cette retenue est égale à 1 et les transitions permettant de rester dans cet état. Cette question a été discriminante.

Q15 - Question peu traitée correctement. Les réponses ne faisant que paraphraser l'automate proposé à la question précédente n'ont obtenu aucun point. Une justification rigoureuse était attendue, par exemple en démontrant une condition nécessaire et suffisante pour que le calcul de l'automate sur le mot m aboutisse à l'un des deux états selon les valeurs de $v_1(u)$, $v_2(u)$ et $v_3(u)$.

Q16 - Question peu traitée. Le langage proposé étant non régulier, on pouvait utiliser la contraposée du lemme de l'étoile. Il ne suffisait pas d'arguer que reconnaître ce langage nécessite d'utiliser une "mémoire non bornée" pour conclure.

Q17 - Question réussie. On ne pouvait pas écrire $\exists y, x = 2y$ puisque $2y$ n'est pas un terme de l'arithmétique de Presburger.

Q18 - Question peu réussie. On ne pouvait pas utiliser les symboles de constante 0 et 1 dans les formules, puisqu'ils ne font pas partie des termes autorisés dans l'arithmétique de Presburger. On pouvait à la place définir d'abord les deux formules $f_0(x)$, puis $f_1(x)$, et ensuite en déduire $f_n(x)$ pour $n \geq 2$. On ne pouvait pas non plus écrire simplement $x = n$, puisque n n'est pas un terme. S'il était possible de définir $f_n(x)$ par récurrence sur n , on ne pouvait pas définir $f_n(x)$ en utilisant f_n appliquée à un autre terme. On ne pouvait pas non plus utiliser un terme comme indice de f , par exemple $f_{n-x}(y)$ où x est une variable.

Q19 - Question souvent traitée, mais rarement parfaitement. Trois éléments étaient attendus par le jury : d'abord, une stratégie de preuve clairement explicitée, ensuite le traitement du cas de base expliquant comment assurer le cas (iii) dans les termes, enfin le traitement des cas inductifs, notamment $\vee, \rightarrow, \forall x$. Beaucoup de copies se sont limitées à proposer des équivalences pour le dernier point. Le jury a valorisé les copies indiquant clairement qu'elles n'avaient pas montré le premier point, comparé à celles passant ce point sous silence. Cette question a été discriminante, notamment parmi les meilleures copies.

Q20 - Q21 - Q22 - Questions plutôt réussies quand elles ont été traitées. Les copies ont montré une bonne maîtrise de la construction d'arbres de preuves de déduction naturelle, avec quelques difficultés dans la gestion des règles d'introduction et d'élimination des quantificateurs. Il convenait d'indiquer les règles qui ont été utilisées, et de les utiliser précisément telles qu'écrites : par exemple, on ne pouvait pas sous-entendre un affaiblissement en abandonnant

des hypothèses en remontant dans l'arbre de preuve, et il n'était pas nécessaire d'utiliser un affaiblissement pour que la seule hypothèse du séquent soit sa conclusion dans un axiome. Il convenait de mentionner les conditions nécessaires à l'application de règles portant sur des variables libres.

Q23 - Une minorité des copies a proposé une réponse à cette question. Parmi elles, la plupart connaissent bien leur cours sur la notion de réduction polynomiale et les hypothèses associées. Cependant, les réductions proposées étaient souvent incorrectes. Ajouter des quantificateurs associés à chaque variable d'une formule de la logique propositionnelle ne donne pas une formule de l'arithmétique de Presburger. Cette question a permis aux meilleures copies de montrer leur maîtrise large du programme.

Q24 - Question largement traitée, plutôt réussie. Il ne suffisait pas de paraphraser la définition de $\mathcal{L}_{\exists 2}$, il était attendu d'énumérer les mots de cet ensemble.

Q25 - Question plutôt peu traitée. Pour la fonction de transition à définir, il fallait éviter qu'elle ait un effet de bord sur le tableau en entrée.

Q26 - Q27 - Q28 - Q29 - Q30 - Très peu de candidats ont abordé sérieusement les dernières questions.

[!\[\]\(1502a00c919786c8095639fea3937464_img.jpg\) RETOUR](#)

T Informatique 2 MPI

Partie 1 — Représentation relationnelle des données

Q1 - Moyennement traitée. Il fallait justifier le placement de la clé étrangère `salle_id` dans la table `objet` (une salle contient plusieurs objets, un objet appartient à une seule salle) et surtout indiquer explicitement la cardinalité 1-* de l'association. L'erreur la plus fréquente a été d'expliquer correctement le placement de la clé sans jamais formaliser la cardinalité, ou d'en indiquer une erronée.

Q2 - Bien traitée lorsqu'elle a été abordée. Une double jointure (`salle → passage → salle`) était attendue pour récupérer les noms des salles de destination à partir de la salle « ENTRÉE ». Erreurs fréquentes : jointures sur `passage.id` et absence de la seconde jointure.

Q3 - Globalement correcte, mais déjà davantage esquivée. Une jointure, un `GROUP BY` et un `COUNT` étaient attendus. Fautes récurrentes : oubli du `GROUP BY` et jointures sur la mauvaise extrémité du passage (`sortie` au lieu de `entree`).

Q4 - Nettement plus difficile, souvent non traitée. Il fallait combiner `GROUP BY`, `MIN` et un double `ORDER BY`. Outre les copies blanches, l'oubli du `GROUP BY` et les jointures sur la mauvaise clé ont dominé.

Q5 - Moyennement traitée. Le point clé était l'emploi de `HAVING` pour filtrer sur un agrégat ; l'usage de `WHERE` à la place a été l'erreur la plus répandue, et sanctionnée. Un `WHERE` placé après un `HAVING`, ou utilisé pour filtrer un `COUNT`, n'est pas valide. Sur l'ensemble de cette partie, il était aisé de distinguer les candidats ayant révisé SQL de ceux qui, ayant fait l'impasse sur ce thème, improvisaient leurs réponses.

Partie 2 — Représentation en mémoire et navigation dans le monde

Q6 - Globalement bien traitée. On attendait l'allocation dynamique de la structure `monde`, l'allocation du tableau de salles, puis une boucle d'initialisation (identifiants posés, passages mis à `NULL`). Erreurs fréquentes : absence d'allocation individuelle, oubli de l'initialisation des champs à `NULL`, confusion entre `sizeof(structure)` et `sizeof(pointeur)`.

Q7 - Bien traitée. Il s'agissait d'un parcours de liste chaînée avec compteur, en suivant le champ `suivant`. Erreurs classiques : une condition de boucle du type `p->suivant != NULL`, qui omet le dernier élément, et des itérations sur des indices de tableau au lieu d'un véritable parcours de liste. Le recours à une fonction récursive, moins efficace, a été sanctionné.

Q8 - Très bien traitée. Une simple boucle de sommation s'appuyant sur `monde_degre` suffisait. La consigne essentielle était de réutiliser cette fonction plutôt que de recalculer les degrés ; ne pas le faire a été sanctionné.

Q9 - Bien traitée. Une double boucle permettait de calculer le coût total. Rappelons qu'imbriquer une définition de fonction dans une autre plafonnait la note ; quelques codes confus ou fortement raturés ont également été difficiles à suivre.

Q10 - Calcul simple mais souvent mal traité, portant sur l'occupation mémoire de la représentation par listes chaînées. Erreurs principales : confusion entre bits et octets (rédhibitoire), coefficients erronés dans la formule (taille d'un maillon ou d'une salle). Il est surprenant que certains candidats, après deux années d'informatique, estiment que 4 octets font 2^{32} bits.

Q11 - Simple, mais étonnamment mal traitée. On attendait le bon ordre de grandeur du nombre de salles (1 000) ; de nombreuses copies répondent 100, parfois 10 000. Le sens des ordres de grandeur reste insuffisamment maîtrisé.

Q12 - Bien traitée. Il fallait représenter le graphe au format CSR. Erreurs principales : nombre de sommets incorrect (6 au lieu de 5) ou arêtes mal placées. L'effort de schématisation a été valorisé.

Q13 - Plutôt bien traitée, sur l'initialisation d'une structure. Quatre allocations étaient attendues. Erreurs fréquentes : oubli d'allouer la structure `mondeCSR` elle-même, et dimensionnement du tableau d'indices à `ns` au lieu de `ns+1`. Les erreurs dans l'usage de `malloc` restent trop nombreuses.

Q14 - Bien traitée. Le degré d'un sommet s'obtient par la différence `indices[s+1] - indices[s]`. Erreurs fréquentes : « off-by-one » (`indices[s+1]-1`) ou recours à une boucle de comptage là où une simple soustraction suffit.

Q15 - Bien traitée sur le fond, mais point saillant du sujet : la somme des degrés est directement donnée par `indices[nb_salles]`, sans boucle. Une large majorité des copies a néanmoins écrit un parcours complet, ce qui ne permettait pas d'obtenir tous les points, l'exploitation directe de la structure CSR et la recherche d'efficacité étant explicitement attendues.

Q16 - Bien traitée. Il s'agissait de calculer le coût total. La borne de boucle méritait une attention particulière : itérer sur le nombre de passages, et non de salles, et éviter d'appeler une fonction de calcul dans la condition de boucle.

Q17 - Question de conversion, plus longue et plus difficile, moyennement traitée. On attendait une initialisation correcte via `mondeCSR_init` (les allocations refaites « à la main » étaient pénalisées), l'initialisation explicite de `indices[0]` à 0, la construction du tableau d'indices, puis le remplissage des tableaux de sorties et de coûts. Les possibilités d'erreur étaient nombreuses ; beaucoup de copies sont restées inachevées ou laissaient les tableaux `sorties` et `couts` non remplis.

Q18 - Calcul de taille, proche de la question 10 et affecté des mêmes défauts : souvent non ou mal traité, résultats en bits au lieu d'octets, coefficients erronés.

Q19 - Comparaison mémoire (listes chaînées contre CSR), souvent non abordée. On attendait à la fois le calcul et une comparaison algébrique explicite menant à une conclusion. Une conclusion sans calcul, ou fondée sur un résultat erroné à la question 10, ne pouvait être pleinement créditée.

Partie 2.3 — Recherche d'un chemin de coût minimal

Q20 - Raisonnement (BFS / nombre minimal de passages), moyennement traité. On attendait une justification par couches (niveaux du parcours en largeur) du caractère minimal du nombre de passages ; une simple affirmation ne suffisait pas. Certaines explications, très longues, ont surtout révélé une maîtrise fragile : ce qui se conçoit clairement s'exprime brièvement.

Q21 - Programmation difficile mais vue en cours, souvent non traitée. Il s'agissait d'un parcours en largeur (BFS) ; un parcours en profondeur (DFS) était noté 0. Le point délicat était la construction du tableau des distances `dist[]`, avec une initialisation à `-1` (et non 0) pour distinguer les sommets non atteints ; la gestion de la file était très discriminante. Certains candidats se compliquent inutilement la tâche avec des tableaux de prédécesseurs ou d'autres structures superflues, révélant une tendance à restituer le cours plutôt qu'à cibler l'essentiel.

Q22 - Raisonnement court (borne supérieure du coût), majoritairement laissé de côté faute de temps. Lorsqu'elle était traitée, la rare erreur portait sur la confusion entre borne supérieure et borne inférieure. Là encore, une réponse d'une demi-page tenait plus de l'esquive que de l'explication.

Q23 - Programmation centrale (Dijkstra), traitée par la moitié des copies seulement. On

attendait la structure correcte du parcours et une gestion de la file de priorité. Erreurs fréquentes : initialisation empilant tous les sommets au lieu de la seule source, relaxation non conditionnelle, ou $\leq$ au lieu de $<$ dans la relaxation. La question 23 a souvent été mieux réussie que la question 21, ce qui suggère que Dijkstra a été davantage travaillé en cours que le BFS.

Partie 3 — Recherche rapide d'un chemin avec heuristique

Q24 - Démonstration (optimalité de A^*), rarement traitée. On attendait un raisonnement par l'absurde mené à son terme ; de nombreuses copies n'en ont proposé qu'une ébauche, sans conclusion.

Q25 - Abordable (Dijkstra comme cas particulier de A^*), mais souvent non traitée. Il fallait remarquer que l'heuristique nulle ($h(u) = 0$ pour tout u) est admissible et redonne Dijkstra ; le terme « admissible » devait apparaître explicitement, ce qui a souvent manqué.

Q26 - Démonstration « monotone $\Rightarrow$ admissible », moyennement traitée. On attendait une somme le long d'un chemin formellement défini ($v_0, \dots, v_k$), l'inégalité de monotonie, sa généralisation par récurrence et la mention explicite de $h(t) = 0$ pour conclure.

Q27 - L'une des questions les plus mal traitées du sujet, très majoritairement non abordée. « Monotone $\Rightarrow$ efficacité » : il fallait établir la non-décroissance de la valeur f le long d'un chemin, et en déduire l'absence de réinsertion d'un sommet déjà traité. Les rares réponses étaient souvent trop vagues.

Q28 - Raisonnement (intérêt de A^* face à Dijkstra), peu traité. On attendait une comparaison explicite de l'exploration guidée par $\text{dist}[u] + h(u)$ par rapport à $\text{dist}[u]$, et notamment l'orientation plus directe de A^* vers la cible.

Q29 - Raisonnement (intérêt de A^* pondéré), peu traité. On attendait l'effet du poids sur le coût et sur l'ordre d'exploration, notamment le renforcement de la préférence pour les sommets paraissant proches de la cible.

Q30 - Raisonnement et mathématiques (l'heuristique pondérée n'est plus nécessairement admissible), rarement correct. Une réponse oui/non assortie d'une justification était attendue. Erreur principale : affirmer à tort que l'heuristique pondérée reste admissible, ou ne raisonner que sur un cas particulier.

Q31 - Raisonnement (effet de l'augmentation du poids w), peu traité. Deux points étaient attendus : l'effet sur le nombre de salles explorées et l'effet sur l'optimalité du chemin. Plusieurs copies ont inversé le sens de la variation.

Q32 - Réflexion appliquée (intérêt dans les jeux vidéo), peu traitée. Le point attendu était le compromis entre rapidité de calcul et qualité du chemin ; les meilleures réponses le reliaient explicitement aux contraintes du temps réel. Cette série de questions a permis de distinguer les candidats qui, au-delà des équations et du code, comprenaient le comportement concret des algorithmes étudiés.

Q33 - Démonstration la plus difficile du sujet, presque toujours laissée blanche et rarement menée à terme. Il fallait établir le caractère « w -optimal » de la solution obtenue ; le point clé était le passage au maximum et la justification rigoureuse de l'encadrement des distances.

Partie 4 — Arbres BSP et dérécursivation

Q34 - Parcours infixe récursif, traité de façon inégale. Principales lacunes : oubli du cas de

base (`n == -1`) et mauvais positionnement de la visite du nœud par rapport aux appels sur les fils gauche et droit.

Q35 - Dérécursivation (lignes L1 et L2 à compléter), difficile et souvent non traitée, mais plutôt bien réussie lorsqu'elle était abordée malgré sa technicité. Il fallait identifier précisément les opérations d'empilement et de dépilement ; les erreurs les plus fréquentes ont porté sur l'inversion des deux lignes ou une mauvaise manipulation de la pile.

Q36 - Programmation courte, notée en tout ou rien, fréquemment non traitée ou fausse. Il fallait générer un entier aléatoire dans l'intervalle demandé via `rand()%401`. L'erreur dominante a été un modulo 400 au lieu de 401, qui décale l'intervalle des valeurs possibles.

Q37 - Programmation de difficulté moyenne, peu traitée. Quatre points clés étaient attendus : allocation de la structure, boucle de remplissage, choix de la direction de coupe et respect des proportions. Erreurs fréquentes : oublis de `return` et incohérences dans la manipulation des structures.

Q38 - Question la plus exigeante de la partie, traitée par une minorité et rarement menée à terme, manifestement par manque de temps. Il s'agissait de construire récursivement la carte BSP. Erreurs principales : dimensionnement du tableau (n au lieu de $2n + 1$) et calcul du côté initial ($100 \cdot n$ au lieu de $100 \cdot \log_2(\dots)$), auxquelles s'ajoutent de nombreux oublis du test de direction de coupe et de l'affectation des bornes `xmin`, `xmax`, `ymin`, `ymax`.

[!\[\]\(857da122b4bfe74c8cdfc77997a8fca2_img.jpg\) RETOUR](#)

U SI MP

Analyse détaillée des questions sujet MP (restreint aux questions non communes au sujet PSI)

Q1 - Question simple globalement réussie.

Q6 - Certains candidats confondent bilan de puissance et bilan d'actions mécaniques extérieures. De plus les notions de puissances extérieures et puissances intérieures ne sont pas toujours maîtrisées.

Q7 - Question assez bien réussie.

Q12 - Question correctement réussie, même s'il y parfois des erreurs de calcul pour le produit matriciel.

Q13 - Peu de réponses justes, les simplifications avec les formules de trigonométrie ont rebuté bon nombre de candidats.

Q14 - Question assez bien traitée.

[!\[\]\(6926d81a7d335e1d4d4bde90bf362e92_img.jpg\) RETOUR](#)

V SI PSI

Q1 - Au-delà des erreurs de choix de liaisons et/ou de jonctions, la représentation spatiale des liaisons n'est pas toujours correctement maîtrisée, même si cela n'a pas été systématiquement sanctionné.

Q2 - Question moyennement réussie dans l'ensemble. Les erreurs proviennent généralement d'une caractérisation incorrecte des liaisons et d'une mauvaise maîtrise de la formule de calcul du degré d'hyperstatisme. Quelques problèmes de vocabulaire ont également été relevés pour conclure sur l'hyperstatisme du système (raide, robuste, solide, etc.).

Q3 - Question globalement bien réussie. Il convient, pour ce type de question, d'utiliser un brouillon afin d'éviter de barrer un résultat préalablement sélectionné comme juste.

Q4 - Une liaison donnée sans caractéristiques ne saurait constituer une réponse suffisante. Il conviendrait également d'orthographier correctement le nom des liaisons et des caractéristiques associées. Quelques confusions entre caractéristiques d'une liaison, mobilités ou torseur cinématique.

Q5 - Les caractéristiques de la liaison sphère-plan ne sont pas toujours correctement connues. Certaines incohérences avec la question précédente ont également été relevées concernant la liaison rail Y1 / carter machine. Il conviendrait d'orthographier correctement le nom des liaisons et des caractéristiques.

Q6 - La question n'a globalement pas posé de problème pour les candidats ayant correctement compris le principe de la mise en position.

Q7 - De nombreuses confusions entre mise en position et maintien en position ont été relevées lors de la conclusion sur l'exigence 1.1.2.

Q8 - La justification du trapèze de vitesse a été peu réussie et repose souvent sur des considérations trop générales, mathématiques ou hors sujet. Si le tracé de l'accélération n'a globalement pas posé de problème, celui de la position a été beaucoup plus laborieux avec de nombreuses discontinuités de tangence ou des évolutions incompatibles avec une consigne en trapèze de vitesse.

Q9 - La méthode permettant de déterminer un déplacement à partir d'une courbe de vitesse ne semble pas suffisamment maîtrisée. Certains candidats n'établissent pas l'expression demandée en fonction des grandeurs imposées et n'ont manifestement pas correctement identifié la signification du paramètre N. Les conclusions manquent parfois de justification.

Q10 - La méthode de détermination d'une masse équivalente est globalement connue. Les applications numériques ont toutefois été source de trop nombreuses erreurs, y compris en utilisant des approximations de π . Il est étonnant qu'un certain nombre de candidats calcule l'inertie équivalente au lieu de la masse équivalente. Attention notamment à l'unité du pas et son impact dans l'application numérique demandée.

Q11 - La question n'a globalement pas posé de problème.

Q12 - Cette question nécessitait d'avoir répondu aux questions précédentes et a été correctement réussie.

Q13 - Le théorème de la résultante dynamique étant une équation vectorielle, il convient de préciser la projection utilisée pour obtenir une équation scalaire. L'utilisation d'abréviations pour les théorèmes conduit parfois à des approximations ou des erreurs. Attention par ailleurs aux hypothèses fausses : une liaison parfait n'engendre pas un torseur d'action mécanique transmissible nul.

Q14 - Question correctement traitée dans l'ensemble, à condition d'avoir identifié la phase où la force motrice était maximale. A noter qu'il était demandé d'identifier la phase mais aussi de le justifier

Q15 - Question très bien réussie. Les quelques erreurs relevées proviennent essentiellement de confusions avec le torseur cinématique. Même lorsque cela n'a pas été sanctionné, il est demandé aux candidats de respecter rigoureusement les notations imposées par le sujet.

Q16 - Quelques erreurs proviennent d'un mauvais choix du système isolé ou conduisent à des études inutilement longues. Certains candidats n'établissant pas clairement le bilan des actions mécaniques extérieures en oublient certaines. La partie résultante a globalement été réussie contrairement à la partie moment, beaucoup plus délicate. Une vérification de l'homogénéité aurait permis d'éviter plusieurs erreurs. De plus, beaucoup d'études ont été menées en statique alors qu'une étude dynamique était nécessaire.

Q17 - Pour les candidats ayant correctement répondu à la question précédente, cette question n'a pas posé de difficulté particulière. Les unités sont toutefois parfois absentes ou incorrectes. Les conclusions sont souvent insuffisamment justifiées faute de comparaison explicite avec les données du cahier des charges.

Q18 - Lorsque plusieurs méthodes sont proposées, les candidats doivent s'assurer qu'elles sont cohérentes entre elles. Deux méthodes conduisant à des résultats différents ne peuvent être simultanément acceptées.

Q19 - La question n'a globalement pas posé de problème aux candidats l'ayant traitée. Seule la simplification de la constante A_{22} a parfois mis certains candidats en difficulté.

Q20 - Les réponses proposées doivent, dans la mesure du possible, être compactes et simplifiées. Il est également attendu des candidats qu'ils utilisent un brouillon afin de limiter les ratures et les écritures illisibles.

Q21 - Cette question, originale, a été relativement peu traitée et peu réussie, certains candidats ne l'ayant manifestement pas comprise. Quelques erreurs dans le calcul du coefficient directeur du tracé simplifié proviennent de la non prise en compte du zoom fourni.

Q22 - Aux erreurs de calcul près, la question n'a globalement posé aucun problème.

Q23 - Certains candidats semblent ne pas connaître précisément la définition de l'effet Joule et des puissances dissipées associées.

Q24 - Question globalement bien réussie. Les quelques erreurs relevées proviennent principalement d'une écriture non canonique de la fonction de transfert.

Q25 - Les candidats oublient souvent de préciser à quoi est liée l'augmentation de la classe (système, FTBF, FTBO, correcteur, etc.) ainsi que le fait qu'une augmentation de classe constitue une condition nécessaire mais non suffisante pour assurer une erreur statique nulle en présence d'une perturbation. Quelques confusions entre les notions d'intégrateur et de classe ont également été relevées.

Q26 - Peu d'erreurs sur la fonction de transfert. En revanche, les justifications restent souvent insuffisantes pour valider pleinement la question.

Q27 - Nommer un correcteur ne constitue pas une justification suffisante. Il était attendu de préciser en quoi ce correcteur répondait à la problématique posée. Quelques confusions entre boucle de vitesse et erreur en vitesse ont également été observées. La justification du correcteur a fait l'objet de nombreuses imprécisions comme indiquer qu'un correcteur augmente la classe, en ne précisant pas ou mal à quoi elle est liée, sans systématiquement préciser quel état l'état initial et pourquoi il nécessitait une correction.

Q28 - Voir les commentaires de la question précédente.

Q29 - Si les deux premières grandeurs ont généralement été correctement déterminées, la troisième a été source d'erreurs en raison d'une mauvaise prise en compte du critère de rapidité du cahier des charges.

Q30 - Pour peu que la réponse ait été correctement justifiée, la question n'a pas posé de difficulté particulière. Une réponse se limitant à « le cahier des charges est respecté » sans justification n'a pas été retenue.

Q31 - La question n'a globalement pas posé de problème. Certains candidats manquent toutefois de recul sur le rôle réel du correcteur proposé en concluant de manière inappropriée sur la précision du système.

Q32 - La question a globalement bien été réussie aux erreurs de calcul près. Même lorsque cela n'a pas été sanctionné, il est demandé aux candidats de simplifier autant que possible les expressions obtenues afin d'en améliorer la lisibilité.

Q33 - Quelques confusions avec les méthodes de réglage d'un correcteur proportionnel ont été observées. Certains candidats ne proposent aucune méthode ou une méthode incorrecte à cette question alors que la suivante est correctement traitée.

Q34 - Beaucoup d'erreurs sur la valeur de $\sin(\varphi_m)$, confondue avec celle de $\cos(\varphi_m)$.

Q35 - Question globalement bien réussie pour les candidats ayant traité la question jusqu'au bout. Les mêmes difficultés de rédaction apparaissent toutefois lorsqu'il s'agit de conclure à partir des données du cahier des charges.

[!\[\]\(59d80e572edf0cc24d575194e1e0d3c2_img.jpg\) RETOUR](#)

W Français

En 2026, le rapport de l'épreuve écrite de Français a fait l'objet d'un rapport indépendant. Il est disponible sur le site du CCMP à l'adresse suivante :

[Rapport de français](#)

 RETOUR



