



RAPPORT
SUR LES
ÉPREUVES ÉCRITES

CONCOURS
2022

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.](#)



Table des matières

Le mot du directeur général du CCMP	6
1 Mathématiques	8
1.1 Remarques générales	8
1.2 Mathématiques 1 - filière MP	10
1.2.1 Généralités et présentation du sujet	10
1.2.2 Analyse détaillée des questions	10
1.2.3 Conclusions	11
1.3 Mathématiques 2 - filière MP	12
1.3.1 Généralités et présentation du sujet	12
1.3.2 Analyse détaillée par question	12
1.4 Mathématiques 1 - filière PC	17
1.4.1 Présentation du sujet	17
1.4.2 Commentaires généraux	18
1.4.3 Analyse détaillée des questions	19
1.5 Mathématiques 2 - filière PC	20
1.5.1 Généralités et présentation du sujet	20
1.5.2 Analyse détaillée des questions	21
1.5.3 Conclusion	23
1.6 Mathématiques 1 - filière PSI	24
1.6.1 Généralités et présentation du sujet	24
1.6.2 Analyse détaillée des questions	24
1.7 Mathématiques 2 - filière PSI	25
1.7.1 Intérêt scientifique et structure du sujet	25
1.7.2 Remarques générales sur les fautes rencontrées	26
1.7.3 Analyse détaillée des questions	27
2 Physique	32
2.1 Remarques générales	32
2.2 Physique 1 - filière MP	34
2.2.1 Généralités et présentation du sujet	34
2.2.2 Analyse détaillée des questions	34
2.3 Physique 2 - filière MP	35
2.3.1 Généralités et présentation du sujet	35
2.3.2 Commentaires généraux	36
2.3.3 Analyse détaillée des questions	37
2.3.4 Conclusions	38
2.4 Physique 1 - filière PC	38
2.4.1 Présentation du sujet	38
2.4.2 Commentaires généraux	39

2.4.3	Analyse détaillée des questions	39
2.4.4	Conclusion	41
2.5	Physique 2 - filière PC	42
2.5.1	Généralités et présentation du sujet	42
2.5.2	Commentaires généraux	42
2.5.3	Analyse détaillée des questions	42
2.5.4	Conclusions	44
2.6	Physique 1 - filière PSI	45
2.6.1	Généralités et présentation du sujet	45
2.6.2	Commentaires généraux	45
2.6.3	Analyse détaillée des questions	46
2.6.4	Conclusion	48
2.7	Physique 2 - filière PSI	48
2.7.1	Généralités et présentation du sujet	48
2.7.2	Commentaires généraux et suggestions aux candidats	49
2.7.3	Analyse détaillée des questions	49
3	Chimie	52
3.1	Remarques générales	52
3.2	Chimie - filière MP	53
3.2.1	Généralités et présentation du sujet	53
3.2.2	Commentaires généraux	53
3.2.3	Analyse détaillée des questions	54
3.2.4	Conclusion	55
3.3	Chimie - filière PC	55
3.3.1	Présentation de l'épreuve	55
3.3.2	Commentaires généraux	56
3.3.3	Analyse détaillée des questions	56
3.3.4	Conclusion	60
3.4	Chimie - filière PSI	61
3.4.1	Généralités et présentation du sujet	61
3.4.2	Analyse détaillée des questions	61
3.4.3	Conclusion	62
4	Informatique	63
4.1	Informatique pour tous	63
4.1.1	Généralités et présentation du sujet	63
4.1.2	Commentaires généraux	63
4.1.3	Commentaires spécifiques à chaque question	64
4.2	Informatique option MP	66
4.2.1	Généralités	66
4.2.2	Analyse de forme	66
4.2.3	Analyse par question	67

5	Sciences Industrielles	68
5.1	Introduction	68
5.2	Présentation du sujet en filière MP	68
5.3	Présentation du sujet en filière PSI	69
5.4	Analyse détaillée du sujet en filière MP	71
5.5	Analyse détaillée du sujet en filière PSI	72
5.6	Analyse générale des copies et conseils aux candidats	76
6	Français	78
6.1	Présentation du sujet	78
6.2	Remarques préliminaires	78
6.2.1	L'auteur et l'œuvre	78
6.2.2	Analyse du sujet	79
6.2.3	Problématisation	79
6.2.4	Problématiques possibles	80
6.3	Commentaires généraux sur les copies et rappels méthodologiques	80
6.3.1	L'introduction	80
6.3.2	Le développement	82
6.3.3	La conclusion	85
6.3.4	Remarques sur la présentation, l'orthographe et l'expression	86
6.4	Conseils aux futurs candidats	88
6.5	Traitement du sujet : exemple de dissertation rédigée	89
7	Langues Vivantes	90
7.1	Allemand	90
7.1.1	Modalités de l'épreuve	90
7.1.2	Remarques générales	90
7.1.3	Expression Écrite	90
7.1.4	Thème	91
7.2	Anglais	93
7.2.1	Généralités et présentation du sujet	93
7.2.2	Commentaires générales	94
7.2.3	Analyse détaillée des questions	94
7.2.4	Conseils aux futurs candidats	97
7.2.5	Conclusion	98
7.3	Arabe	98
7.3.1	Remarques générales	98
7.3.2	Expression écrite	98
7.3.3	Thème	99
7.4	Espagnol	100
7.4.1	Remarques générales	100
7.4.2	Expression écrite	100
7.4.3	Thème	101
7.5	Italien	102

7.5.1	Remarques générales	102
7.5.2	Observations sur la session 2022	102
7.5.3	Conseils	104
7.6	Russe	104
7.6.1	Remarques générales	104
7.6.2	Remarques particulières	104
7.6.3	Conseils	107
8	Annexe - Exemple de dissertation rédigée	108

Le mot du directeur général du CCMP

Élèves et enseignants des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs, ce rapport sur les épreuves écrites de la session 2022 du Concours commun Mines Ponts (CCMP) vous est destiné.

Il traduit la perception des correcteurs du travail présenté dans les copies. Ils ont formulé des conseils pratiques et une analyse sur la manière d'aborder et de traiter les sujets du concours 2022. Aussi, la lecture attentive de ce document doit vous conduire à éviter les erreurs trop souvent observées à l'écrit et doit vous permettre de comprendre ce qui est attendu des épreuves écrites. Il est donc indispensable de les considérer comme un prérequis complémentaire à l'entraînement à chaque épreuve pour obtenir de bons résultats.

Orientation pour la session 2023

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.

Les informations concernant le concours, y compris le règlement 2023, peuvent être consultées sur le site :

www.concoursminesponts.fr

Ce règlement présente notamment les modalités du concours dont les épreuves et les notes ont pour but de classer les candidats les uns par rapport aux autres.

Le concours a pour ambition de permettre aux 16 000 candidats qui passent l'écrit de la Banque Mines-Ponts de mettre en avant leurs qualités dans le respect de l'équité. Ainsi, en 2022, les correcteurs ont estimé que les sujets ont permis d'étalonner les copies de manière très satisfaisante.

Les épreuves écrites, réparties sur quatre jours, sont exigeantes et permettent aux candidats d'exposer leurs capacités de raisonnement. Il convient d'aborder chaque épreuve avec concentration, combativité et résilience.

Les correcteurs adaptent le barème des épreuves écrites pour valoriser non seulement les connaissances, mais surtout le raisonnement développé par les candidats.

Trois conseils généraux

Les conseils figurant dans ce rapport permettent de tirer le meilleur parti du travail effectué en classe préparatoire, et sont synthétisés sous les trois recommandations suivantes, déjà soulignées dans le rapport de l'année 2021.

- Apprenez le cours et maîtrisez les notions de base

C'est ce que répètent les correcteurs. Les résultats d'un cours (théorèmes, méthodes, etc.) dépendent d'un contexte qui a été étudié et utilisé.

Prenez le temps de lire correctement la question posée et mettez en valeur le contexte avant l'utilisation d'un résultat de cours. Citez les conditions ou les hypothèses avant d'utiliser des outils dans la réponse proposée.

- Soignez la forme, soyez clair, rigoureux et honnête.

Une copie bien présentée et propre est le fruit d'une vision de la solution. Qualité de la rédaction, orthographe correcte et présentation propre sont indispensables.

Le jury recommande de faire preuve d'honnêteté intellectuelle et ne pas délayer inutilement une réponse. La production de schémas, l'encadrement des résultats ou encore la vérification de l'homogénéité d'une formule prouvent un sens indéniable de l'organisation.

- Organisez-vous, sans confondre vitesse et précipitation.

Exprimez-vous en révélant votre logique et votre démarche. Une réflexion permet de comprendre le cheminement pris pour la recherche d'une solution. Cela est préférable à de longs développements erratiques ou à des explications lapidaires.

Le métier d'ingénieur exige une analyse des besoins suivie de propositions, de méthodes ou de stratégies pour résoudre les questions posées. Il exige de grandes qualités, dont les capacités de réflexion et d'organisation.

Produire du « sens » plutôt que du « flux » révèle un niveau d'abstraction et donc les qualités de réflexion d'un candidat. Démontrer, convaincre, argumenter ne peut pas se faire sans organisation. C'est ce qui est attendu dans les copies.

Ces conseils sont valables pour les matières scientifiques comme pour le français et les langues vivantes. L'absence de réflexion, le hors sujet, le manque de concision, ou les carences linguistiques, sont pénalisés. Organiser une introduction sur le texte proposé, élaborer un résumé autour d'un fil conducteur et structurer son commentaire, sont des étapes indispensables.

Les candidats qui tiennent compte des recommandations de ce rapport se donnent les moyens de réussir. Apprenez à garder votre calme, à composer avec soin et efficacité. Cela s'apprend en fournissant un travail régulier en CPGE et avec de l'entraînement aux épreuves.

Avec les membres du jury, nous encourageons bien sincèrement les candidats dans leur engagement personnel pour préparer le concours 2023 qui leur permettra de révéler le meilleur d'eux-mêmes et d'obtenir la réussite qu'ils méritent.

Éric Hautecloque-Raysz
Directeur général du Concours commun Mines Ponts

1 Mathématiques

1.1 Remarques générales

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 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.

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

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.

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.

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 ».

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.

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.

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), ce qui ne facilite en rien la tâche du correcteur. 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 - filière MP

1.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le but du problème était la démonstration, due à Hardy et Ramanujan, d'une formule asymptotique du nombre de décompositions d'un entier naturel en somme d'entiers naturels non nuls. Cela donnait un problème très long, mais qui abordait de nombreux points du programme d'analyse et de probabilités des classes préparatoires.

On aurait pu craindre que la longueur du sujet et la difficulté de certaines questions découragent les candidats, cela n'a pas été le cas, les copies étaient d'une longueur habituelle pour cette épreuve de trois heures.

On pouvait aussi redouter une tendance au grapillage, en raison du nombre de questions et de la présence de quelques points faciles vers la fin. En fait les copies abordaient principalement les quinze premières questions, et pratiquement personne ne dépassait la question vingt et un, probablement en raison des notations nombreuses et complexes introduites au début de la partie F.

1.2.2 Analyse détaillée des questions

La première question portait sur les séries entières. Elle était très classique mais il fallait éviter de parler de logarithme népérien d'un nombre complexe. Par ailleurs, le développement en série entière de la fonction $x \mapsto \ln(1-x)$, $x \in]-1, 1[$ peut être considéré comme un résultat du cours, il n'est pas utile de le redémontrer.

À la question 2, l'emploi des séries entières était périlleux à cause des confusions entre la série en z et la série en t , et un raisonnement rigoureux supposait la détermination précise du rayon de convergence de la série entière en t . Les meilleurs résultats sur cette question ont été obtenus par ceux qui ont utilisé la dérivation d'une série de fonctions.

À la question 3, il s'agissait surtout d'éviter les inégalités et logarithmes de nombres complexes.

La question 4 sortait des sentiers battus, pourtant les performances ont été plutôt bonnes, mettant en évidence des capacités d'adaptation à une situation inhabituelle très intéressantes pour de futurs ingénieurs.

Les questions 5 et 6 étaient relativement difficiles, elles ont été traitées partiellement dans les meilleures copies et souvent pratiquement évitées dans les autres.

On retrouvait une technique classique à la question 7, puisqu'il s'agissait d'inverser une intégrale de Riemann et une somme. La convergence normale a été en général bien justifiée, mais le calcul de l'intégrale a quelquefois manqué de précision.

On passait ensuite aux questions 8 et 9, questions très techniques. Une proportion non négligeable de candidats a pris la décision de les éviter. Pourtant la question 8 était abordable. La disjonction à la fin de la question 9 a laissé perplexe la quasi-totalité des candidats. La question 9 a rencontré

(heureusement rarement) les erreurs classiques pour l'intégrabilité de la fonction ϕ_α , mais cette première partie de la question a souvent été traitée correctement.

Le calcul de la dérivée de la question 10 a été plus décevant, quand il était fait, puisque dans de nombreuses copies il était tout simplement évité.

Bien que technique et un peu longue, la question 11 ne présentait pas de difficulté majeure, elle a été souvent abordée mais rarement traitée complètement. Le barème a prévu une évaluation précise des solutions partielles.

On pouvait traiter la question 12 de manière complètement indépendante et les correcteurs ont constaté chez les candidats sérieux une bonne maîtrise du théorème d'inversion dont la mise en œuvre était ici très simple.

À la question 13 on ne connaissait ni Ω , ni A , donc une somme indexée sur l'un ou l'autre de ces ensembles n'avait pas de sens. Les bonnes utilisations du théorème de transfert pour se ramener à une somme indexée par les entiers naturels étaient rares et la question très souvent ignorée.

Les questions 14 et 15 utilisaient le théorème de transfert, puis la série géométrique pour la première, et des résultats très classiques sur la dérivation des séries de fonctions pour la deuxième. Les candidats qui sont arrivés jusque là, souvent parce qu'ils avaient évité pas mal de questions auparavant, les ont en général bien réussies, les pertes de points provenant de justifications insuffisantes (oubli d'évoquer le théorème de transfert par exemple).

Les questions 16, 17 et 18, un peu trop techniques, ont été peu abordées et encore moins réussies, mais la route commençait à être longue pour arriver jusque là.

La question 19 repose sur l'inégalité de Cauchy-Schwarz, nous l'avons trouvée dans quelques copies.

Les correcteurs s'attendaient à un phénomène de grapillage sur le début de la question 20, cela n'a pas été le cas, les copies dans lesquelles on ne trouvait rien après la question 10 et le début de la question 20 étaient rares et en général nulles, les bonnes performances n'ont pas été réalisées par des candidats qui ont traité (en général très mal) une question de temps en temps. La fin de la question n'a pas été traitée.

La question 21 a été abordée par une minorité de candidats.

La partie F commençait par une série de notations assez complexes qui ont joué un rôle de barrière infranchissable. On avait prévu des grapilleurs à la question 25. Le phénomène est resté très marginal. Les cinq dernières questions étaient peu cotées et n'ont joué aucun rôle dans la sélection.

1.2.3 Conclusions

En conclusion, ce problème, en dépit de sa longueur, a bien joué son rôle de classement, aussi bien par les connaissances et la maîtrise du programme (on balaye presque complètement les parties d'analyse et de probabilités) que par la gestion stratégique du temps et de l'énoncé. Le conseil principal que l'on peut donner aux futurs candidats face à un sujet très long est d'éviter de survoler le problème, et de se concentrer sur des parties précises. On voyait des notes supérieures à la moyenne de l'épreuve avec 10 questions abordées et une note proche de 0 avec 20 questions abordées.

1.3 Mathématiques 2 - filière MP

1.3.1 Généralités et présentation du sujet

L'opinion générale des correcteurs à l'issue de cette session est une altération sensible de la qualité des copies, tant du point de vue de la présentation et de la rédaction que pour ce qui concerne le contenu mathématique. Concernant le contenu mathématique, cette épreuve a révélé des lacunes importantes en algèbre linéaire chez de nombreux candidats, notamment sur les notions de réduction et théorie spectrale comme l'a illustré entre autres la première partie de la question 18. Certaines connaissances de base ne sont pas du tout maîtrisées, et l'on a vu trop souvent $\alpha < 0$ et $\beta < 0$ comme condition nécessaire et suffisante à la question 18 alors qu'il s'agit de nombres complexes. Quelques questions calculatoires comme 2-8-18 ont mis en lumière les travers de certains candidats qui empilent les lignes de calculs sans un seul mot d'explication parfois de façon quasiment illisible et sans mettre en évidence les arguments employés. En outre, des petites erreurs dans les changements d'indice ou encore dans les calculs de sommes semblent indiquer beaucoup de précipitation chez certains candidats et tout du moins un sérieux manque de relecture. Les questions 1, 4 et 10, entre autres, nécessitaient pour être correctement traitées de prendre en compte un passage à la limite dans la rédaction par exemple en utilisant la continuité de la norme, la continuité du produit matriciel ou encore la continuité de l'application transposée. Ces limites sont la plupart du temps passées sous silence dans les justifications et de nombreux points sont perdus par les candidats qui se contentent simplement de calculs formels et non rigoureusement justifiés. On a ainsi vu des candidats utiliser la commutativité de deux matrices lorsque ce n'était pas supposé et réciproquement, redémontrer des résultats explicitement admis ($O_n(\mathbb{R})$ et $SL_n(\mathbb{R})$ fermés par exemple), établir à la question 5 la décomposition de Dunford alors que c'est fait bien plus tard dans le problème, mais aussi ne pas remarquer des hypothèses importantes comme le fait que la norme dans la partie 1 vérifie $\|I_n\| = 1$ ce qui est utile à la question 4. Le jury déplore également que certains candidats ne semblent pas lire les rapports des épreuves, par exemple le fait que le groupe orthogonal n'est pas égal à l'ensemble des matrices de déterminant 1, erreur qui a déjà été soulevée l'an passé dans le rapport précédent.

1.3.2 Analyse détaillée par question

Q1 - Il s'agit ici de prouver que si A et B commutent alors A et $\exp(B)$ commutent. Si cette question ne présentait pas de difficultés particulières à première vue, elle a été pourtant mal traitée et rédigée. Elle est particulièrement emblématique des travers de certains candidats et du manque de précision constaté dans les réponses par les correcteurs de cette épreuve. De trop nombreux candidats se contentent d'explications lapidaires et formelles en écrivant simplement :

$$A \exp(B) = A \sum_{k=0}^{\infty} \frac{B^k}{k!} = \sum_{k=0}^{\infty} A \frac{B^k}{k!} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{B^k}{k!} A = \exp(B)A,$$

passant sous silence les passages à la limite qui devaient être impérativement pris en compte dans les justifications. Très souvent, la seule justification au calcul précédent se limite à une phrase du type : *par une récurrence immédiate on a $AB^k = B^kA$ donc on a...* Les correcteurs attendaient pourtant des candidats les justifications suivantes :

- (i) un argument de récurrence (détaillé ou non) pour expliquer que pour tout entier naturel k on a $AB^k = B^k A$,
- (ii) le passage intermédiaire par les sommes partielles affirmant que pour tout $N \geq 0$,

$$A \sum_{k=0}^N \frac{B^k}{k!} = \sum_{k=0}^N \frac{B^k}{k!} A,$$
- (iii) le recours à la continuité des produits matriciels $M \mapsto AM$ et $M \mapsto MA$,
- (iv) le passage à la limite final.

Le barème de cette question ayant été découpé en fonction des critères précédents, il va de soi que les réponses non détaillées et non rigoureuses ont engendré d'importantes pertes de points.

Q2 - Cette question a souffert également d'un manque de précision et de rigueur important dans les explications. Très peu de candidats ont réussi à justifier proprement que l'application g était de classe \mathcal{C}^1 , la plupart des réponses se contentant d'invoquer un simple « produit » de fonctions \mathcal{C}^1 , les « opérations usuelles » ou encore les fameux « théorèmes généraux ». Ce type d'argument ne s'applique pas ici car les fonctions sont à valeurs matricielles et il faut remarquer que g s'écrit comme $B(u, v)$ où B est bilinéaire et u et v sont bien de classe \mathcal{C}^1 . De manière similaire, une infime portion des copies comportent un énoncé clair et précis du Théorème de Cauchy qui s'applique dans ce contexte, la plupart des candidats invoquant *l'unicité des solutions au problème de Cauchy* parfois sans vérifier la condition initiale. Bien des candidats ont par la suite éprouvé des difficultés pour passer de l'équation $g = f_A$ à la relation (1) attendue. Il s'agissait de multiplier à droite par e^{tB} et d'utiliser la formule donnant l'inverse d'une exponentielle de matrice. A noter que certains candidats n'hésitent pas à diviser par des matrices ou encore à écrire $e^{tB}e^{-tB} = 1$.

Q3 - Il s'agit ici de démontrer la réciproque à la question précédente. Cette question a donné lieu à un florilège de calculs plus ou moins vrais et plus ou moins rigoureux, parfois sans la moindre explication (notamment au niveau des commutations de matrices) et parfois même avec quelques « arnaques » en fin de preuve. Essentiellement, après deux dérivations, on aboutissait à la relation $(A + B)^2 e^{t(A+B)} = A^2 e^{t(A+B)} + e^{tA} B^2 e^{tB} + 2A e^{tA} B e^{tB}$, laquelle est valable pour tout réel t . Il suffisait alors d'évaluer en zéro pour aboutir à $(A + B)^2 = A^2 + B^2 + 2AB$ ce qui permettait de conclure après simplification. Au lieu d'évaluer en zéro tout simplement, beaucoup de candidats ont tenté d'opérer des « simplifications » dans l'équation précédente et ont tourné en rond dans leurs calculs sans succès.

Q4 - L'idée générale d'employer l'inégalité triangulaire ayant été globalement comprise, cette question nécessitait une rédaction précise et complète. Il fallait par exemple utiliser les sommes partielles et justifier proprement le passage à la limite, par un argument de continuité de la norme. Par ailleurs, peu de candidats ont remarqué que l'énoncé donnait $\|A^0\| = 1$ pour démontrer ensuite que $\|A^k\| \leq \|A\|^k$ pour tout entier naturel k .

Q5 - Cette question relativement classique se traitait bien en trigonalisant la matrice, pour autant que l'on justifie soigneusement la forme de la partie diagonale de l'exponentielle d'une matrice triangulaire. A noter que certains candidats ont supposé que la matrice A était diagonalisable tandis que d'autres ont carrément déclaré que le déterminant était linéaire. Enfin, des candidats ont voulu utiliser la décomposition de Dunford ici et l'ont démontré au préalable. Ils n'ont certainement pas vu que ce

point était traité plus tard dans le sujet et les correcteurs de l'épreuve ne peuvent que déplorer un manque de lecture du sujet.

Q6 - Cette question, parmi les plus faciles du sujet, a été dans l'ensemble relativement bien traitée. Certaines copies faibles ont parfois confondu les propriétés usuelles de l'exponentielle réelle avec celles de l'exponentielle de matrice abordées précédemment. Quelques confusions sur la terminologie adéquate ont été relevées avec « propriété de la norme » ou même « Cauchy-Schwarz » en lieu et place de l'inégalité triangulaire.

Q7 - Cette question nécessitait d'effectuer un développement limité à l'ordre deux qui n'a été que très rarement proprement justifié. Parmi les erreurs fréquentes celle d'écrire « 1 » au lieu de l'identité pour terme constant alors que les fonctions sont à valeurs matricielles ou bien celle de faire un développement limité à l'ordre 1 et d'identifier $o\left(\frac{1}{k}\right)$ avec un $O\left(\frac{1}{k^2}\right)$. De nombreuses copies ont d'emblée majoré la norme de la différence par la somme des normes ce qui évidemment ne peut pas fonctionner.

Q8 - La première partie de la question qui reposait sur une somme télescopique fut relativement bien traitée mais de trop nombreux candidats empilent les lignes de calcul sans la moindre explication et ne font pas ressortir clairement l'argument permettant de conclure (somme télescopique ou changement d'indice). Il est essentiel de bien mettre en valeur les arguments employés ; des lignes de calculs enchaînées sans ligne directrice ni explications claires ne sauraient constituer une rédaction valable. Dans la seconde partie de la question, après avoir prouvé que $\lim_k X_k^k - Y_k^k = 0$, bien de candidats ont déduit que $\lim_k X_k^k = \lim_k Y_k^k$ sans avoir expliqué ou prouvé au préalable que nombre de ces limites existaient. Il fallait alors remarquer que $Y_k^k = \exp(A + B)$ pour tout entier k , par exemple en utilisant les propriétés de l'exponentielle de matrice, $A + B$ commutant avec elle même.

Q9 - Cette question qui nécessitait de déterminer l'algèbre de Lie du groupe spécial linéaire fut dans l'ensemble relativement bien traitée et le lien avec la question (5) compris. Toutefois, de nombreuses copies perdent inutilement des points avec une rédaction très approximative et non rigoureuse avec des équivalences non valables dans les raisonnements. Assez étrangement, l'équivalence $[\forall t \in \mathbb{R}, \text{Tr}(tM) = 0 \Leftrightarrow \text{Tr}(M) = 0]$ a posé quelques soucis à certains candidats alors qu'il suffisait pour le sens direct d'évaluer en $t = 1$ par exemple. Dans d'autres copies on a pu voir écrit qu'une matrice de trace nulle possède des termes diagonaux nuls.

Q10 - Cette question nécessitait de déterminer l'algèbre de Lie du groupe orthogonal. Elle est plus difficile que la précédente et a été bien moins résolue. Elle a en particulier révélé des lacunes au niveau de la logique élémentaire avec des égalités d'ensembles déduites d'une seule implication prouvée. En particulier il était ici plus facile de montrer que $\mathcal{A}_n(\mathbb{R}) \subset \mathcal{A}_G$ pourvu que l'on remarque que ${}^T e^{tM} = e^{t^T M}$ dont la démonstration rigoureuse nécessitait d'utiliser la linéarité et la continuité de l'application transposée. L'implication réciproque plus délicate pouvait se démontrer par exemple en dérivant la relation $\forall t \in \mathbb{R}, e^{tM} e^{t^T M} = I_n$ et en évaluant en $t = 0$. Certains candidats ont supposé pour cette implication que M et ${}^T M$ commutaient ou encore ont invoqué l'injectivité de l'exponentielle de matrice sur $M_n(\mathbb{R})$ ce qui n'est pas valable dès que $n \geq 2$.

Q11 - Cette question, pourtant non triviale, a été dans l'ensemble correctement traitée, même dans certaines copies plutôt faibles. Parmi les erreurs fréquentes on notera l'oubli de la vérification de $\mathcal{A}_G \neq \emptyset$ ou pire encore des « preuves » du fait que $I_n \in \mathcal{A}_G$ ce qui dénote une confusion importante entre les notions de groupe multiplicatif et d'espace vectoriel.

Q12 - Cette question nécessitait d'utiliser la formule $e^{PBP^{-1}} = Pe^BP^{-1}$ avec $P = e^{tA}$ ainsi que la stabilité d'un groupe par produit. Certains candidats bien qu'ayant bien compris l'idée générale ont oublié d'introduire un paramètre $x \in \mathbb{R}$ dans le calcul de l'expression $\exp(xe^{tA}Be^{-tA})$ qui était pourtant nécessaire pour coller à la définition d'une algèbre de Lie.

Q13 - Cette question plus délicate n'a été traitée que dans les bonnes copies. Il fallait dériver l'application u , puis évaluer la dérivée en $t = 0$. En interprétant la dérivée comme la limite d'un taux d'accroissement dans \mathcal{A}_G qui est un sous-espace vectoriel de $\mathcal{M}_n(\mathbb{R})$, donc de dimension finie et fermé, on aboutissait au résultat. Si le calcul de $u'(t)$ a été souvent correctement fait. L'utilisation de la fermeture de \mathcal{A}_G a été bien plus rarement proprement effectuée. Certains candidats ont utilisé le fait que \mathcal{A}_G était une algèbre, donc stable par produit, ce qui n'est pas le cas comme les exemples des questions 9 et 10 en attestent. Mentionnons enfin qu'il n'est pas nécessaire de redémontrer les résultats du cours (sauf si explicitement demandé par l'énoncé), en particulier le fait qu'un espace vectoriel de dimension finie est fermé pouvait être utilisé sans preuve.

Q14 - Cette question plus facile reposait sur le calcul de la dérivée en $t = 0$ de $t \mapsto e^{tM}$ a été le plus souvent correctement traitée même dans des copies particulièrement faibles.

Q15 - Cette question faite le plus souvent dans les bonnes copies pouvait se traiter en revenant à la définition du déterminant comme somme indexée sur les permutations ou encore en utilisant la dérivée des formes multilinéaires, mais la solution la plus simple à mettre en place était peut-être basée sur la trigonalisation de M dans $\mathcal{M}_n(\mathbb{C})$.

Q16 - Cette question découle directement de la précédente mais nécessitait une bonne connaissance du cours de calcul différentiel et notamment la compréhension du lien entre la notion de différentielle et d'application différentiable avec les dérivées directionnelles.

Q17 - Cette question de synthèse utilisait le résultat de la Q16, les définitions des groupes $SL_n(\mathbb{R})$, $O_n(\mathbb{R})$, ainsi que la définition de l'espace tangent à G en l'identité. Il fallait pour la traiter maîtriser correctement la règle de la chaîne pour les composées d'applications différentiables, ce qui n'a été observé que dans les bonnes copies.

Q18 - La première partie de la question consistant à prouver la similitude des matrices n'a été que rarement correctement traitée. Deux approches étaient possibles. La première consistait à utiliser le théorème de Cayley-Hamilton ainsi que le lemme des noyaux, puis à utiliser la stabilité des sous-espaces caractéristiques et la trigonalisation des endomorphismes induits pour conclure. La seconde consistait à construire « à la main » une base adéquate à partir d'une base adaptée à la décomposition en somme directe des sous-espaces caractéristiques. Cette approche fut tentée par de nombreux candidats qui ont buté sur des difficultés calculatoires et n'ont pas réussi ou n'ont pas pensé à démontrer que le système de vecteurs ainsi construit était bien une base. Cette question a également révélé d'importantes difficultés chez des candidats qui confondent les notions de sous-espace caractéristique et de sous-espace propre. Ils omettent de vérifier la stabilité des sous-espaces avant de considérer les endomorphismes induits, mélangeant, voire confondant, les concepts de diagonalisabilité et de trigonalisabilité. Ils considèrent que deux matrices ayant le même polynôme caractéristique sont semblables ou bien encore mélangent les notions de polynômes irréductibles et de polynômes premiers entre eux.

La deuxième partie de la question consiste à calculer les puissances de T et e^T . Si le calcul des

puissances a été généralement traité de façon correcte par une récurrence, bien des candidats ont ensuite buté sur les calculs de séries qui étaient nécessaires pour déterminer e^T .

La dernière partie de cette question consiste à prouver que $e^{tA} \rightarrow 0$ si et seulement si les valeurs propres de A ont une partie réelle strictement négative. Au lieu de cela, bien des candidats ont écrit que $\alpha < 0, \beta < 0$ alors qu'il s'agit pourtant de nombres complexes ! La relation $|e^z| = e^{\operatorname{Re}(z)}$ n'a été aperçue que dans un petit nombre de copies et ne semble pas maîtrisée par un grand nombre de candidats. En outre, il fallait justifier rigoureusement que $e^{tA} \rightarrow 0 \Leftrightarrow e^{tT} \rightarrow 0$, ce qui pouvait se faire par exemple en utilisant la continuité de l'application $M \mapsto PMP^{-1}$. Cette étape n'a été aperçue que dans les meilleures copies.

Q19 - Cette question reprenait certains des arguments de la question précédente et a provoqué les mêmes sortes de difficultés que précédemment.

Q20 - Cette question est un cas d'école d'application du lemme des noyaux. Outre les difficultés précédemment citées, on notera une confusion fréquente entre les notions de polynômes premiers entre eux deux à deux et la notion de polynômes globalement premiers entre eux. Par ailleurs, le fait que les polynômes $(X - \lambda)^{m_\lambda}$ soient effectivement premiers entre eux deux à deux n'a été que rarement justifié. Enfin certains candidats confondent les notions de polynômes et de polynômes d'endomorphisme. Le jury tient à rappeler que citer à la volée des noms de théorèmes ne constitue en rien une démonstration. Invoquer sans davantage de détails le lemme des noyaux et Cayley-Hamilton a induit d'importantes pertes de points.

Q21 - Cette question consistait à établir le théorème de décomposition de Dunford. L'erreur la plus fréquemment observée consiste à trigonaliser la matrice puis à affirmer que la partie diagonale et la partie constituée des éléments au-dessus de la diagonale conviennent. Bien évidemment, en général ces deux matrices ne commutent pas et ne répondent donc pas aux critères de la décomposition de Dunford.

Q22 - Cette question de synthèse nécessitait l'emploi de la décomposition de Dunford et le calcul d'une exponentielle de matrice nilpotente. Il fallait ensuite utiliser que $e^{D+N} = e^D e^N$ et passer à la norme pour aboutir. Délicate à mettre en place, cette question n'a été bien traitée que dans les meilleures copies.

Q23 - Cette question utilise la question précédente pour établir la réciproque à la question 19. L'usage du théorème de croissance comparée a semblé-t-il posé quelques problèmes à certains candidats.

Q24 - S'agissant des questions plus délicates de la fin du sujet, de même que pour les deux questions précédentes, le jury a davantage noté les idées plutôt que l'enchaînement précis des arguments. Beaucoup de copies partent du principe que la limite de $\exp(tA)$ lorsque t tend vers l'infini existe, et procèdent alors par « contraposée de la question 19 ». Ceci fait ressortir d'importantes lacunes en analyse pour l'existence de la limite mais aussi en algèbre linéaire pour avoir écrit $BX = 0$ implique $X = 0$ ou $B = 0$.

Q25 - Q26 - La première partie de la question 25 fut assez souvent traitée correctement même si certains candidats démontrent que l'intersection des trois sous-espaces est réduite à $\{0\}$ pour déduire ensuite la somme directe. La seconde partie de la question 25 et la question 26 n'ont été traitées que très rarement par les meilleures copies.

1.4 Mathématiques 1 - filière PC

1.4.1 Présentation du sujet

Pour $n \in \mathbb{N}^*$, notons p_n le nombre de partitions de n , c'est-à-dire le cardinal de l'ensemble des n -uplets (a_1, \dots, a_n) tels que $\sum_{k=1}^n ka_k = n$. Le nombre p_n admet plusieurs interprétations : c'est, par exemple, le nombre de classes de conjugaison du groupe symétrique \mathcal{S}_n , ou le nombre de classes de similitude de matrices nilpotentes de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$. Il est naturel de s'intéresser au comportement asymptotique de $(p_n)_{n \geq 1}$. En 1918, Hardy et Ramanujan ont établi l'équivalent

$$(1) \quad p_n \sim \frac{\exp\left(\pi\sqrt{\frac{2n}{3}}\right)}{4\sqrt{3}n}.$$

Le problème est consacré à la démonstration du résultat légèrement plus faible :

$$(2) \quad p_n = O\left(\frac{\exp\left(\pi\sqrt{\frac{2n}{3}}\right)}{n}\right).$$

Posons $p_0 = 1$ et notons D le disque ouvert de centre 0 et de rayon 1 de \mathbb{C} . La démonstration repose sur l'analyse de la fonction génératrice de la suite $(p_n)_{n \geq 0}$. Cette fonction est donnée par

$$(3) \quad \forall z \in D, \quad P(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} p_n z^n.$$

On montre dans la partie **C** de l'énoncé que

$$(4) \quad \forall z \in D, \quad \sum_{n=0}^{+\infty} p_n z^n = \prod_{k=1}^{+\infty} \frac{1}{1-z^k}.$$

Par ailleurs, on peut calculer p_n par la formule de Cauchy :

$$(5) \quad \forall r \in]0, 1[, \quad p_n = \frac{1}{2\pi r^n} \int_{-\pi}^{\pi} P(re^{it}) e^{-int} dt.$$

Pour tirer parti de (5), il faut contrôler $P(z)$ pour $z \in D$ proche du cercle unité, ce qui est l'objet des parties **A**, **B**, **D**. Un choix judicieux de r ($r = \exp\left(-\frac{\pi}{\sqrt{6n}}\right)$) amène alors (2) (partie **E**). Une analyse plus poussée de l'intégrale conduirait à (1).

Le contrôle de $P(z)$ nécessite plusieurs étapes.

- Dans la partie **A**, on établit les développements suivants :

$$(6) \quad \forall z \in D, \quad P(z) = \exp\left(\sum_{n=1}^{+\infty} L(z^n)\right),$$

$$(7) \quad \forall t \in \mathbb{R}^{+*}, \quad \ln(P(e^{-t})) = - \sum_{n=1}^{+\infty} \ln(1 - e^{-nt}).$$

Dans la première formule, L est la restriction à D de la fonction $z \mapsto -\ell(1 - z)$, où ℓ est le logarithme principal. Le problème définit L par son développement en série entière :

$$(8) \quad \forall z \in D, \quad L(z) = \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{z^k}{k}.$$

- Dans la partie **B**, on établit, en utilisant la relation (7), la formule de Stirling et le début de la formule d'Euler-Maclaurin, la formule asymptotique suivante :

$$(9) \quad \ln(P(e^{-t})) = \frac{\pi^2}{6t} + \frac{\ln(t)}{2} - \frac{\ln(2\pi)}{2} + o(1).$$

On dispose ainsi d'un équivalent de $P(r)$ lorsque $r \in [0, 1[$ tend vers 1.

- Dans la partie **D**, on majore $P(z)$ en fonction de $P(|z|)$ pour $z \in D$, au moyen d'inégalités élémentaires, de manière à établir que

$$(10) \quad \int_{-\pi}^{\pi} e^{-i\frac{\pi^2 u}{6t^2}} \frac{P(e^{-t}e^{iu})}{P(e^{-t})} du \underset{t \rightarrow 0^+}{=} O(t^{3/2}),$$

ce qui entraîne facilement (2) modulo le choix susmentionné de r .

Il est à noter que le sujet de Maths I de la filière MP fait établir l'équivalent (1), en admettant le développement (6). La démonstration, inspirée d'un travail de Baez-Duarte (1997), fait intervenir les probabilités. Plus précisément, l'estimation asymptotique de l'intégrale est déduite d'un théorème limite central local.

1.4.2 Commentaires généraux

Ce sujet nécessitait une solide maîtrise du programme d'analyse, qu'il couvrait assez largement : inégalités élémentaires, séries, séries entières, séries de fonctions (utilisation de la convergence uniforme), intégration (intégrales généralisées, convergence dominée, permutation série intégrale, continuité d'intégrale à paramètre). Il permettait ainsi de vérifier la connaissance de plusieurs théorèmes importants du cours, ainsi que la capacité à mener assez rapidement des calculs non triviaux. Le caractère fermé de la plupart des questions a conduit à un barème valorisant fortement les justifications précises. Hormis l'analyse, seule la combinatoire était sollicitée (question 17).

Le problème était très long, de niveau soutenu, mais abordable. Les questions nécessitaient principalement une bonne connaissance du cours, assortie à une certaine rigueur dans son application et/ou la capacité de mener à bien des calculs simples. L'étalonnage des copies est très satisfaisant. Beaucoup de candidats ont pu démontrer des qualités mathématiques ; les meilleurs ont traité une part très significative de l'épreuve.

À l'inverse, un lot important de copies reflète une méconnaissance du cours (ou tout au moins un manque de recul) et mettent en évidence de grosses lacunes techniques. Rappelons que les théorèmes

mettant en jeu une permutation non triviale de symboles (continuité d'une intégrale à paramètre, passage à la limite dans une intégrale, permutation somme-intégrale) nécessitent des hypothèses précises, qu'il faut absolument expliciter et vérifier. Soulignons aussi que l'obtention d'une bonne technique de calcul est un des objectifs essentiels des deux années de préparation.

1.4.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - Correctement traitée dans beaucoup de copies. Plusieurs méthodes étaient possibles (entre autres : lemme d'Abel, règle de d'Alembert). Cependant, pas mal de candidats utilisent, dans cette question et les suivantes, un logarithme complexe non identifié.

Q2 - Beaucoup de candidats n'ont pas compris ce qu'ils devaient démontrer. Souvent, la dérivation formelle est faite, mais les justifications manquent de soin. Les bonnes solutions reposent soit sur une utilisation soigneuse des séries entières (gestion de l'intervalle), soit sur l'application du théorème de régularité C^1 des séries de fonctions. Enfin, le résultat n'est pas toujours simplifié.

Q3 - Globalement bien traitée. Cependant, certains candidats utilisent le fameux « logarithme complexe », qui « trivialise » ; cette question et la précédente !

Q4 - Les deux items reposent sur des arguments un peu différents, ce qui explique sans doute que, si chacun a été traité par un nombre significatif de candidats, rares sont les copies qui résolvent la question dans son intégralité. Pour le premier item, les erreurs proviennent d'une manipulation sans soin des inégalités. Dans le second, une inégalité fautive ou non pertinente est souvent substituée à un argument asymptotique.

Q5 - Trois sous-questions simples, qui ne sont que rarement traitées par les mêmes candidats. La première repose sur le fait que \exp ne s'annule pas sur \mathbb{C} ; le fait qu'elle soit strictement positive sur \mathbb{R} ne saurait suffire. Pour la seconde, un argument de continuité est nécessaire. Pour la troisième, il faut préciser que chaque $1 - e^{-nt}$ est strictement positif.

Q6 - Encore trois sous-questions simples. La première fait apparaître, dans certaines copies, une mauvaise compréhension de la notion de fonction continue par morceaux. La deuxième est en général bien traitée, la troisième l'est rarement (le cas des entiers est à distinguer). Un dessin convaincant pouvait tenir lieu de solution pour l'ensemble de la question.

Q7 - Question traitée de manière très inégale, rarement de façon précise et efficace. On attend la mention de la continuité sur $[1, +\infty[$ (sans inventer un faux problème en 1) et une estimation justifiée en $+\infty$. On remarque beaucoup de résultats asymptotiques fantaisistes (équivalents) ou non justifiés. Enfin, les indispensables valeurs absolues sont absentes de la plupart des copies.

Q8 - La seconde égalité a souvent été établie. C'est moins vrai de la première, qui a reçu un certain nombre de solutions prétendant éviter le découpage de l'intégrale et relevant du pur bluff.

Q9 - La première partie était immédiate par encadrement ; beaucoup de candidats se sont embarqués dans des calculs explicites, très rarement concluants. Le lien avec la formule de Stirling a eu plus de succès ; la manipulation des équivalents manque toutefois parfois de rigueur.

Q10 - L'expression pertinente de $\ln(1 - e^{-t})$ comme somme de série est donnée dans beaucoup de copies. Il en est de même du calcul formel. Ceux qui ont produit une justification complète ont été

récompensés par le barème. L'argument le plus simple reposait sur le théorème de sommation L^1 ; quelques candidats ont préféré appliquer le théorème de convergence dominée.

Q11 - Question difficile, qui n'a que rarement reçu de réponses complètes. Les solutions partielles (preuve de la décroissance, lien avec le théorème de convergence dominée) ont été récompensées.

Q12 - Application de la continuité d'une intégrale à paramètre, très inégalement traitée, avec nécessité de préciser les choses en 0. Beaucoup de candidats ne semblent pas vraiment comprendre l'importance et la nature de l'hypothèse de domination.

Q13 - Cette question demandait un certain recul. Les réponses partielles (lien avec le théorème spécial des séries alternées) ont été bien payées. Les candidats ayant repéré la petite erreur d'énoncé sur le signe ont reçu un bonus.

Q14 - Le lien avec la question précédente via la convergence uniforme n'a été perçu que par une poignée de candidats.

Q15 - Rarement traitée.

Q16 - Question reposant sur la synthèse de plusieurs résultats précédents, mais demandant un peu de travail supplémentaire. Les réponses sont le plus souvent partielles ; à nouveau, beaucoup de tentatives de bluff.

Q17 - Seule question du problème ne faisant pas intervenir l'analyse, souvent abordée. Les réponses ont été très inégales, allant du parfait au dépourvu de sens (nombreuses erreurs de typage). Les deux premiers items ont eu plus de succès que les deux derniers.

Q18 - La première partie, très simple, a donné principalement lieu à des réponses aberrantes (expression des $a_{n,N}$ faisant intervenir z). Quelques candidats ont vu le produit de Cauchy dans la seconde partie.

Q19 - Rarement bien traitée. Le rayon 1 est donné par la plupart de ceux qui abordent cette question, mais avec des justifications le plus souvent insuffisantes.

Les questions suivantes n'ont reçu que peu de réponses significatives.

1.5 Mathématiques 2 - filière PC

1.5.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet propose d'aborder un théorème de Kreiss de 1962 et plus précisément de donner une démonstration de l'inégalité de Spijker publiée en 1992 et améliorant le résultat de Kreiss. L'inégalité en question est une borne sur la norme de la résolvante d'une matrice complexe $M \in M_n(\mathbb{C})$ satisfaisant une condition de stabilité : on demande $\sup_{k \in \mathbb{N}} \|M^k\| < +\infty$.

Le sujet comporte 20 questions dont l'ultime question présente l'inégalité sous forme de coefficients matriciels de la matrice M^k pour tout $k \in \mathbb{N}$.

La norme matricielle choisie dans l'énoncé, notée $\|\cdot\|_{op}$, est la norme subordonnée à la norme $\|\cdot\|_2$ sur $M_{n,1}(\mathbb{C})$ notée quant à elle $\|\cdot\|$. Il sera donc question pour le candidat de spéciale PC-PC* à la fois de s'adapter et de montrer ses acquis sur des questions d'analyse matricielle.

Aussi, dans ce rapport, nous mentionnerons des erreurs significatives que nous avons rencontrées tout au long de la correction.

1.5.2 Analyse détaillée des questions

Partie 1

Cette partie du sujet a été particulièrement mal traitée. On a pu constater des lacunes sur les notions d'espaces vectoriels normés. Le point le plus important est le manque de compréhension de la nature de la norme que le candidat manipule. Le jury a pu noter des confusions entre norme d'une matrice et norme d'un vecteur.

Q1 - Il a été rare d'avoir vu cité le théorème des bornes atteintes, et encore plus rare une utilisation correcte du théorème pour $X \in \Sigma_n \mapsto \|MX\|$ continue, sur un fermé borné. Souvent les candidats ne mentionnent que le caractère fermé ou borné. Certains candidats ont pu reconnaître un compact. Les arguments pour prouver la continuité sont souvent approximatifs. On a pu lire des arguments comme : « Toute suite d'applications atteint ses bornes » ou bien « $X \mapsto \|MX\|$ est une norme ». La notion d'homogénéité pour une norme n'est pas vraiment comprise et est plutôt absente. Dans le meilleur des cas certains candidats redémontrent l'inégalité de Cauchy-Schwarz, ce qui est bien évidemment hors-sujet. Dans le pire des cas, les candidats évoquent l'inégalité de « Cauchy-Schwarz » au même titre que l'inégalité triangulaire ou encore « Minkowski » pour prouver une inégalité sur la norme matricielle d'un produit de matrices. De nombreux candidats écrivent « par théorème X » pour citer le théorème X . La formulation est pour le moins étrange.

Q2 - Dans la première partie de la question, beaucoup de candidats reconnaissent faussement un produit scalaire, et appliquent automatiquement l'inégalité de Cauchy-Schwarz. Le jury indulgent a peu sanctionné cette erreur. Très peu de candidats trouvent le vecteur maximisant la norme de la forme linéaire. Dans la deuxième partie de la question les candidats voient que l'égalité découle des questions précédentes, mais très peu la rédigent correctement. Certains candidats ont rempli plusieurs pages d'affirmations successives sans recueillir le moindre point. Le jury attendait à chaque fois une majoration de la quantité dont on cherchait un maximum, avant d'exhiber ensuite un cas d'égalité.

Partie 2

Q3 - De nombreux candidats prouvent encore une fois qu'ils n'ont pas compris la propriété de la norme $\|\cdot\|_{op}$. En effet, on voit souvent : pour $X \in M_{n,1}(\mathbb{C})$

$$\|MX\| \leq \|M\|_{op}.$$

Le manque de distinction entre la nature des différents objets est surprenante voire alarmante : M une matrice, X un vecteur et λ une valeur propre. Par exemple on a pu lire $M^k X = \lambda^k X^k$! Le fait que le spectre des matrices considérées était dans le disque unité devait se justifier avec soin. Notons tout de même que les candidats ayant abordé les questions **Q1** et **Q2** correctement, réussissent en général cette question.

Q4 - De façon surprenante, de nombreux de candidats abordent cette question, et arrivent à produire des contre-exemples. Cependant, les justifications sont parfois absentes, ce qui n'a pas manqué d'être sanctionné par le jury.

Partie 3

La partie 3 a été mieux réussie.

Q5 - Q6 - La plupart des copies montraient une preuve précise de la propriété \mathcal{P} pour les matrices diagonales en posant le bon polynôme, avant de l'étendre ensuite à toute matrice diagonalisable.

Q7 - Le fait admis par l'énoncé permettait de considérer une série de matrices sans que l'on sorte du programme de PC. Les candidats qui l'ont compris ont facilement majoré la norme (d'opérateur) du terme général avant d'en déduire la convergence de la série. Certains ont majoré les sommes partielles de la série des normes avant d'argumenter que, pour les séries à termes positifs (puisque l'on travaille avec les normes des v_j), cela prouvait la convergence. Par contre, toute majoration des sommes partielles de la série de matrices, voire même des sommes totales, ne démontrait en rien la convergence de celle-ci. On a trop rarement vu la convergence de la série majorante justifiée par la reconnaissance d'une série géométrique ! Certains utilisent le critère de Riemann avec $j + 1 > 2$, ce qui est un non sens total. La deuxième partie de la question traduit une fois de plus l'incompréhension de la nature des objets manipulés. On pu lire les matrices traitées comme des scalaires : $\frac{1}{1-d-M}$ ou bien $M \leq \|M\|_{op}$. On a vu écrit $|M/z^{j+1}| = \|M\|_{op}/|z|^{j+1}$ on encore $|M/z^{j+1}| = |M|/z^{j+1}$. Enfin, si l'expression simplifiée a très souvent été trouvée, n'oublions pas qu'un argument de continuité était nécessaire avant de conclure.

Q8 - Question assez bien réussie par les candidats. Il s'agissait d'appliquer l'inégalité triangulaire sur la norme d'opérateur et de sommer une série géométrique.

Q9 - Dans la première partie de la question, les candidats voient la convergence absolue mais ont du mal à la relier proprement à la convergence normale. On a pu lire $e^{it} < 1$! On voit encore beaucoup d'écritures du type $\|f(t)\|_\infty$, laissant place au doute pour le correcteur quant à la compréhension de la notion de convergence normale. Certains utilisent le théorème d'interversion avec l'hypothèse $\sum_n \int_I |f_n|$ en le préférant à celui utilisant la convergence uniforme. Ceci est tout à fait correct s'il y a la continuité demandée. La conclusion par le calcul était ensuite plutôt bien réussie. Il était difficile de s'en sortir avec le maximum de points si on ne mentionnait pas de convergence normale (ou uniforme).

Partie 4

Q10 - À l'image des questions d'existence, le nombre maximal de points s'obtenait avec des justifications précises qui répondent au problème posé. Les bonnes copies contiennent le contre exemple $t \mapsto e^{int}$ avec succès. Des candidats maladroits choisissent $t \mapsto \cos(nt), \sin(nt)$ et s'enlisent dans les justifications.

Q11 - L'argument principal tenait dans le fait que f' ne changeait pas de signe sur chaque intervalle. Si beaucoup de copies contiennent les bonnes argumentations, d'autres tentent cependant des justifications erronées par télescopage ou par des primitives avec une valeur absolue.

Q12 - Cette question a été assez bien réussie quand elle a été abordée. Les candidats évoquent la monotonie à bon escient. On a pu même voir des preuves par l'absurde utilisant le théorème de Rolle, ce qui était tout à fait correct.

Partie 5

La partie 5 a été moins abordée et beaucoup moins réussie.

Q13 - Cette question devrait être bien traitée par des élèves de spéciale PC-PC*. Elle a été commencée par beaucoup de candidats pour le calcul de l'intégrale de $|\cos(u-w)|$. Cependant, ce calcul a amené

à des circonvolutions parfois surprenantes menant en majorité au résultat 0 alors qu'il s'agit d'une fonction continue positive non identiquement nulle. Là encore, la manipulation et la compréhension de la norme (ici, la valeur absolue sur \mathbb{R}) ont été à l'origine de beaucoup d'erreurs.

Q14 - Très peu abordée. Mais l'intégration par parties a été faite correctement à plusieurs reprises pour amorcer la question lorsqu'elle a été abordée.

1.5.3 Conclusion

D'un point de vue général, ce sujet a permis de départager les candidats, abordant plusieurs points ou techniques du programme tout en suivant un fil conducteur intéressant. Le jury a cependant noté un nombre plus important de copies quasi-vides ou comprenant parfois plusieurs pages de calculs que les années précédentes, mais ne contenant aucun résultat mathématiquement exact. Soulignons aussi que le jury apprécie une orthographe soignée en particulier concernant l'écriture des noms propres des mathématiciens. La bonne compréhension des objets, et en particulier des normes, est essentielle pour permettre de raisonner et de démontrer convenablement. Une inégalité ne peut porter sur des nombres complexes et encore moins sur des matrices. La plupart des justifications en analyse nécessite des majorations. Il est essentiel de comprendre l'importance de la norme pour se placer dans le seul ensemble ordonné à notre disposition dans le programme : \mathbb{R} .

1.6 Mathématiques 1 - filière PSI

1.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet porte sur l'étude asymptotique du nombre de partitions d'un entier n , c'est-à-dire du nombre de décompositions de n en somme d'entiers, en ne tenant pas compte de l'ordre des termes.

C'est un problème d'analyse, avec quelques questions de dénombrement. Pratiquement toutes les notions et les outils développés en analyse pendant les deux années de classes préparatoires sont utilisés : séries, séries de fonctions, séries entières, intégrales à paramètre discret ou continu, interversion de symboles, convergence dominée, étude asymptotique.

Les questions sont de difficultés variées. Certaines sont très proches du cours, d'autres demandent une bonne maîtrise des théorèmes, d'autres enfin sont vraiment difficiles.

Le sujet est très long et les deux dernières parties n'ont pour ainsi dire pas été abordées. Les trois premières, relativement indépendantes et traitant de thèmes divers, ont cependant permis aux candidats de montrer leurs qualités, et d'étalonner les copies de manière très satisfaisante.

La maîtrise des techniques et des résultats du cours est indispensable pour réussir les concours. Beaucoup de candidats l'ont heureusement compris.

1.6.2 Analyse détaillée des questions

Q1 - On demande ici la convergence d'une série, qui est en fait une série entière. Divers arguments, corrects, ont été donnés : utilisation du lemme d'Abel afin de déterminer le rayon de convergence de la série entière, critère de d'Alembert pour les séries ou les séries entières (avec des modules et des limites), comparaison à une série géométrique... Pour la variable réelle, on reconnaît une série bien connue, dont on peut donner directement la somme.

Q2 - Beaucoup de confusions chez les candidats. Peu d'entre eux reconnaissent une série entière dont le rayon est strictement supérieur à 1. Certains appliquent le théorème de régularité \mathcal{C}^1 des séries de fonctions en confondant « inclus dans $[-1, 1]$ » et « incluant $[-1, 1]$ ». D'autres enfin dérivent terme à terme sans aucune justification.

Q3 - On ne peut ici utiliser le logarithme principal. On attend l'argument classique : une fonction dérivable sur un intervalle et de dérivée nulle est constante.

Q4 - Pour le premier point, on retrouve l'expression donnée à la question 1. Pour le second, on attend deux arguments : z^n est dans le disque D et $-\ln(1 - |z|^n)$ est équivalent à $|z|^n$ lorsque $n \rightarrow +\infty$.

Q5 - Peu de candidats ont traité correctement cette question, a priori facile. Le premier point est souvent faux : la plupart des candidats justifient la non nullité de $P(z)$ par le fait que l'exponentielle est à valeurs dans \mathbb{R}^{+*} , ce qui est évidemment faux sur \mathbb{C} . Pour le second, on attend l'utilisation de sommes partielles. Enfin, pour le dernier, il faut préciser que les termes sont dans $[0, 1[$.

Q6 - Question très élémentaire, souvent imparfaitement traitée. Rappelons que le caractère continu par morceaux nécessite l'existence de limites à gauche et à droite aux bornes. Pour la parité de $|q|$, il faut distinguer le cas des entiers.

Très peu de candidats ont le réflexe de tracer un ou deux graphes. Les correcteurs ont apprécié et valorisé cette initiative.

Q7 - On attend le caractère borné de q , ainsi qu'une étude du comportement de la fonction au voisinage de $+\infty$.

Q8 - Il est nécessaire ici de découper l'intégrale en morceaux, soit en rédigeant une récurrence, soit en utilisant une somme. Le calcul n'est bien mené que chez une petite moitié de candidats.

Q9 - On attend ici une majoration effective pour le premier point, un découpage et un passage à la limite utilisant la question 8 et la formule de Stirling pour la suite.

Q10 - On utilise ici une permutation série intégrale soit avec le théorème de sommation L^1 , soit avec le théorème de convergence dominée appliqué aux sommes partielles. Un calcul uniquement formel était faiblement récompensé.

Q11 - Cette question est très difficile. Les correcteurs ont valorisé toutes les initiatives prises par les candidats.

Q12 - Question difficile demandant l'utilisation du théorème de continuité des intégrales à paramètre, avec un prolongement à la limite. Beaucoup de candidats ont compris qu'il fallait appliquer ce théorème et l'on appliqué assez correctement sur \mathbb{R}^{+*} . La continuité en 0 est plus délicate.

Q13 - On cherche à appliquer le théorème des séries alternées. Une faute s'était glissée dans le signe de $u_k(t)$ et les candidats qui l'ont signalée ont été récompensés.

Q14 - Question traitée par une poignée de candidats. On utilise la convergence uniforme et la continuité pour passer à la limite dans l'intégrale.

Q15 - Question peu abordée, sans difficulté particulière.

Q16 - Question de synthèse utilisant les résultats précédents et nécessitant l'utilisation précise de développements asymptotiques.

Q17 - C'est une question de dénombrement, pour laquelle des arguments concis mais précis sont attendus.

Q18 - La question est assez élémentaire, mais on a vu beaucoup de coefficients de la série entière dépendant de z .

La suite du problème est très peu abordée.

1.7 Mathématiques 2 - filière PSI

1.7.1 Intérêt scientifique et structure du sujet

Le sujet portait principalement sur l'analyse asymptotique des solutions réelles d'un système différentiel homogène à coefficients réels constants. Le résultat principal, démontré dans la partie **IV**, indique que

lorsque la matrice A d'un tel système est diagonalisable sur \mathbb{C} (semi-simple, selon la terminologie du sujet), une condition nécessaire et suffisante pour que toutes les solutions réelles soient de limite 0 en $+\infty$ est que toutes les valeurs propres de A soient de partie réelle strictement négative, autrement dit que le polynôme caractéristique de cette matrice soit de Hurwitz (notion définie et étudiée en partie **III**).

Le sujet ne se limitait pas à une démonstration du résultat précédemment cité, mais établissait plusieurs résultats en lien avec les notions étudiées.

- Dans la partie **I**, on donnait une caractérisation des matrices réelles semi-simples en termes de réduction au sens réel sous une forme diagonale par blocs.
- Dans la partie **II**, on caractérisait la diagonalisabilité d'un endomorphisme d'un \mathbb{C} -espace vectoriel E de dimension finie en termes des sous-espaces stables par un tel endomorphisme (plus précisément, par le fait que tout sous-espace vectoriel de E possède un supplémentaire stable par l'endomorphisme en question). Il est à noter que ce résultat n'a rien de spécifique au corps des complexes et vaut aussi sur le corps des réels (et même d'autres situations, mais cela déborde du cadre du programme). Au passage, la terminologie « semi-simple » s'applique en général aux endomorphismes pour lesquels tout sous-espace vectoriel *stable* (et non tout sous-espace vectoriel tout court) possède un supplémentaire stable.
- Dans la partie **III**, on caractérisait les polynômes de Hurwitz à l'aide du signe de leurs coefficients ainsi que du signe des coefficients d'un deuxième polynôme formé à partir des sommes deux à deux des racines du polynôme initial.

Les trois premières parties étaient totalement indépendantes les unes des autres, alors que la dernière partie n'utilisait que les résultats de la première.

Le sujet était plutôt long et présentait plusieurs questions demandant une grande autonomie, principalement la question 6 (où l'on n'a presque pas vu de réponse vraiment satisfaisante) et la fin de la dernière partie. Beaucoup de candidats ont abordé un très grand nombre de questions dans les trois premières parties, et en général les deux premières questions de la quatrième.

1.7.2 Remarques générales sur les fautes rencontrées

La partie **II** a malheureusement mis en évidence une compréhension très superficielle de l'algèbre linéaire, la plupart des candidats multipliant les erreurs graves. En particulier :

- étant donné une base finie \mathbf{B} d'un espace vectoriel E et un sous-espace vectoriel F de E , il n'existe en général aucune base de F extraite de \mathbf{B} !! En effet, si *a contrario* ce principe (faux) était vérifié, alors E ne pourrait posséder qu'une quantité finie de sous-espaces vectoriels, ce qui est grossièrement faux dès que la dimension de E est au moins égale à 2 ! Pire, dès que F est un sous-espace vectoriel strict de E , il existe une base de E dont *aucun* vecteur ne figure dans F (grâce au théorème de la base extraite - le vrai ! - il suffit pour cela de constater que $E \setminus F$ est une partie génératrice de E , ce qui se démontre très facilement) ;

- dans un ordre d'idée voisin : si un supplémentaire de F peut effectivement être construit par extraction de la base \mathbf{B} (ce qui est précisément ce qu'indique le théorème de la base incomplète, une fois appliqué à une base de F), il ne suffit pas de sélectionner les vecteurs de \mathbf{B} en dehors de F pour obtenir une base d'un tel supplémentaire (en effet, selon le principe cité plus haut, il se peut que, bien que F soit un hyperplan de E , aucun des vecteurs de \mathbf{B} ne figure dans F : faut-il donc croire que E est un supplémentaire de F dans E ?) ;
- le jury ne peut être qu'agacé lorsque les candidats parlent « du » supplémentaire d'un sous-espace vectoriel, puisque sauf cas trivial plusieurs supplémentaires existent pour un sous-espace vectoriel donné. Il serait aussi profitable que les candidats cessent de croire qu'un nombre complexe ne puisse pas être réel ! Les nombres réels sont des nombres complexes.

Le Concours Commun Mines-Ponts sélectionne de futurs ingénieurs, et qu'il s'agisse de Mathématiques, de Sciences Physiques, d'Ingénierie, etc, la maîtrise et la précision du langage sont des qualités essentielles attendues.

Le jury constate globalement, et s'attriste, que dès que l'on sort de quelques questions bien répétées dans l'année (typiquement, la question 1 et l'amorce de la 2), une grande difficulté est observée à mettre en place un raisonnement structuré résolvant patiemment toutes les difficultés rencontrées. De nombreuses réponses montrent une négligence pour les bases de la rédaction en Mathématiques. Par exemple, lorsqu'une question est formulée « montrer que si A alors B » l'énoncé ne tient nullement A pour acquis (ou supposé) et il appartient au candidat de faire lui-même l'hypothèse explicite (« On suppose A »).

La question 4 a mis en évidence des lacunes logiques criantes chez bon nombre de candidats, qui tentent vainement de montrer l'équivalence entre semi-simplicité et l'hypothèse (i), puis l'équivalence entre semi-simplicité et l'hypothèse (ii). Il était absurde de tenter de démontrer cela, d'autant plus qu'il était normalement évident que (i) et (ii) ne sont pas équivalentes (et même incompatibles !) : tout cela démontre un manque inquiétant de bon sens logique.

Une des subtilités du sujet résidait dans le fait que, pour les questions 2, 3 et 6, la réduction dusse se faire sur le corps des réels et non des complexes. De nombreux candidats sont tombés dans cet écueil. Un petit nombre de candidats connaissaient le résultat classique voulant que deux matrices carrées réelles sont semblables sur \mathbb{R} dès qu'elles le sont sur \mathbb{C} , et ont redémontré ce résultat au moment opportun.

Enfin, les questions en apparence les plus simples ont été souvent très mal réussies. Par exemple, on voit très peu souvent de justifications précises dans la question 7 (beaucoup de candidats jetant quelques hypothèses à la tête du correcteur sans faire le tri et indiquer quelle hypothèse sert à quel moment du raisonnement), et par exemple, on voit très peu de justifications réellement détaillées du fait que $F \cap \text{Vect}(x_k) = \{0\}$. La question 15, qui était fondamentalement très élémentaire (question de niveau première année), n'a été réussie que dans un nombre infime de copies, la plupart des candidats se révélant incapables d'écrire une formule correcte pour les coefficients du produit de deux polynômes lorsque tous les coefficients n'ont pas été définis !

1.7.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - Ce n'était pas une entrée en matière évidente car le polynôme caractéristique n'était pas à racines simples. Il fallait donc examiner la dimension du sous-espace propre associé à 2, ce qui a été souvent

fait correctement. Il n'était pas nécessaire de calculer le moindre sous-espace propre, on pouvait se contenter d'observer que $A \neq 2I_2$, empêchant au sous-espace propre associé à 2 d'être de dimension 2. Les erreurs à signaler : confusion entre taille des matrices carrées et dimension de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$, confusion entre sous-espace propre réel et sous-espace propre complexe (s'il s'agit de démontrer l'absence de diagonalisabilité sur \mathbb{C} , on doit considérer le dernier type de sous-espace propre). Dans l'ensemble, on observe toutefois un taux de réussite satisfaisant sur cette question.

Q2 - La première partie de la question (semi-simplicité parce que le polynôme caractéristique est simplement scindé) a été bien réussie en général. À noter que l'usage du théorème de Cayley-Hamilton n'était pas nécessaire ici (le critère cité précédemment figure au programme). La réduction sous forme « matrice de similitude » a été ensuite mal réussie. Il était possible d'obtenir une telle réduction sans calculer le moindre vecteur propre de B , ce qui avait l'avantage de fournir un galop d'essai pour la question 3 au prix d'un raisonnement délicat pour montrer l'inversibilité de Q , mais la plupart des candidats se sont lancés dans la recherche d'un vecteur propre pour B . Souvent, ils se sont arrêtés là et n'ont pas trouvé de matrice Q appropriée : nous pensons que les candidats ont coincé sur la recherche de Q par défaut de compréhension géométrique de la situation (ce sont les colonnes de Q qui étaient pertinentes). On a enfin vu trop de résultats parachutés sans explication (typiquement, les candidats donnent a et b sans produire la moindre matrice Q , ce qui n'était pas bien difficile par simple observation de la question 3) ; enfin, on a vu de nombreuses erreurs sur la résolution de systèmes linéaires à coefficients complexes.

Q3 - Les candidats ayant résolu la question 2 sans recherche explicite d'un vecteur propre étaient ici avantagés, mais ils étaient souvent pénalisés par le défaut d'une démonstration de l'inversibilité de la matrice Q construite. On rappelle aux candidats que l'égalité des polynômes caractéristiques ne garantit en rien la similitude des matrices concernées.

Q4 - Comme indiqué dans le préambule, cette question a donné lieu à de très nombreuses fautes logiques choquantes. La difficulté principale résidait dans l'analyse de la situation de semi-simplicité, en examinant les situations possibles pour le polynôme caractéristique. Beaucoup trop de candidats ont signalé leur incompréhension du cours en indiquant que le polynôme caractéristique d'une matrice diagonalisable est nécessairement à racines simples. Trop de candidats jugent évident que si une matrice réelle est \mathbb{C} -diagonalisable et a son polynôme caractéristique scindé sur \mathbb{R} , alors elle est \mathbb{R} -diagonalisable : cet énoncé est certes vrai mais sa démonstration est bien plus subtile que ce que croient les candidats.

Q5 - Dans la mise en place des hypothèses (introduire P et M , puis la forme diagonale par blocs de M), on aimerait que les candidats prennent la peine d'explicitier les notations et non de renvoyer de manière cavalière « aux notations de l'énoncé » (ce qui n'a pas grand sens puisqu'on parle là d'une définition générale et non des objets précis manipulés dans cette question). La question se ramenait ensuite à établir que les blocs de similitude $\begin{pmatrix} a & b \\ -b & a \end{pmatrix}$, où $a \in \mathbb{R}$ et $b \in \mathbb{R}^*$, sont tous \mathbb{C} -diagonalisables.

Là, le jury a été très étonné de la lecture singulière que les candidats font de l'énoncé de la question 3 : en effet, le résultat ne serait utilisable qu'à condition de démontrer l'*existence* d'une matrice de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$ dont les valeurs propres sont $a + ib$ et $a - ib$. Mais où les candidats ont-ils démontré cette existence ? Ensuite, on attendait une diagonalisation explicite à partir d'une diagonalisation de chacun des blocs diagonaux. Beaucoup trop de candidats se sont contentés d'explications vagues, annonçant brutalement

qu'une matrice diagonale par blocs diagonaux tous diagonalisables est toujours diagonalisable (oui mais pourquoi ?) ou encore se sont perdus dans des considérations géométriques mal maîtrisées (tentant maladroitement de « recoller » des bases de diagonalisation, mais sans avoir défini précisément les espaces sur lesquels ils travaillent).

Q6 - Cette question était très difficile. La plupart des candidats se sont arrêtés à l'expression du polynôme caractéristique : les erreurs sur ce point sont venues d'un défaut de prise en compte de la multiplicité des racines (il était, du reste, parfaitement acceptable de ne pas se préoccuper d'introduire les racines distinctes : écrire $\chi_N = \prod_{k=1}^p (X - x_k) \prod_{k=1}^q (X - z_k)(X - \bar{z}_k)$ en précisant que les x_k sont réels, et les z_k complexes non réels, était parfaitement satisfaisant). Le reste de la question n'a été abordé avec succès que dans un nombre réduit de copies ; il demandait une compréhension solide des mécanismes de la question 3. Une difficulté particulièrement coriace résidait dans le point suivant : étant donné une base de diagonalisation complexe (X_1, \dots, X_n) dans laquelle les p premiers vecteurs sont associés aux valeurs propres réelles, il n'y a aucune raison a priori pour que X_1, \dots, X_p soient des vecteurs de \mathbb{R}^n , et en général il n'y a même aucune garantie pour que l'on puisse les remplacer dans la base par $\text{Re}(X_1), \dots, \text{Re}(X_p)$. Vu la très grande subtilité de ce point, le jury a valorisé les rarissimes copies soulevant cette difficulté et admettant que les X_i pouvaient être *choisis* dans \mathbb{R}^n .

Q7 - Le taux de réussite de cette question est extrêmement décevant. Ici, l'argument le plus simple était de voir que si la condition à obtenir est fautive, alors F contient tous les vecteurs de E (stabilité par combinaison linéaire et caractère générateur de $(v_k)_k$), et on contredit ainsi l'hypothèse $F \neq E$. La deuxième partie de la question a été tout aussi mal réussie : une preuve détaillée était attendue, et beaucoup trop de candidats sont passés de $\lambda v_k \in F$ à $\lambda = 0$ sans explication suffisamment convaincante.

Q8 - L'axiomatique de \mathbb{N} est souvent mal maîtrisée, les candidats oubliant trop fréquemment de montrer que \mathcal{L} est non vide. Il fallait impérativement s'appuyer sur la question 7 pour montrer cette non-vacuité, et on ne pouvait pas se contenter de cette seule référence : la stabilité de $\text{Vect}(v_k)$ utilise en effet le fait que v_k soit vecteur propre de u , ce qui n'était pas intervenu jusque-là.

Q9 - Beaucoup trop de candidats ont pris un supplémentaire quelconque de F et ont tenté de montrer qu'il était stable par u . Ce n'est que dans une petite minorité de copies que l'on a vu des tentatives, le plus souvent totalement inabouties, de s'appuyer sur la question 8. À noter qu'une autre solution possible consistait à créer G directement grâce au théorème de la base extraite. Comme déjà indiqué, ce théorème est souvent très mal compris, et les démonstrations fondées sur une version fautive de ce théorème n'ont jamais été validées par le jury.

Q10 - L'indication suggérait de raisonner par l'absurde, en construisant un hyperplan contenant tous les vecteurs propres (la construction très précise d'un tel hyperplan manque à presque toutes les copies) puis en obtenant grâce à l'hypothèse un supplémentaire de cet hyperplan qui soit stable par u . Un tel supplémentaire est alors une droite stable, on obtient donc une contradiction en prenant un vecteur non nul de cette droite. Une autre possibilité consistait à prendre directement un supplémentaire de la somme des sous-espaces propres, puis d'examiner l'endomorphisme induit par u sur celui-ci, utilisant le théorème de d'Alembert-Gauss pour en trouver une valeur propre. Le jury a bien entendu accepté cette forme de raisonnement, qui ignorait l'indication (celle-ci était formulée de manière propositionnelle et non impérative) en évaluant bien sûr toutes les étapes de la démonstration. Les candidats ont oublié trop souvent la deuxième partie de la question, et bien peu ont fait l'effort de citer précisément ce qui

permettait d'affirmer la réciproque (la combinaison des questions 7 à 9 d'une part, et enfin le cas des sous-espaces triviaux devait être cité car il était écarté dans ces questions).

Q11 - Cette question a été assez bien réussie, les mauvaises réponses étant dues à un manque de clarté dans les explications et de rigueur.

Q12 - Beaucoup de candidats ont opté pour des démonstrations beaucoup trop compliquées : ils ont trop souvent cherché à expliciter les diviseurs d'un polynôme de Hurwitz à partir d'un scindage sur \mathbb{C} , et ont presque systématiquement échoué dans cette quête. Pourtant, la définition de la divisibilité était rappelée et elle permettait de résoudre cette question en quelques mots à peine. Ici, la précision du langage était indispensable : non, les racines d'un diviseur de P ne sont pas les racines de P , mais seulement *des* racines de P en général !

Q13 - Une part des candidats a oublié l'irréductibilité ! Pour ceux ayant compris l'énoncé, on déplore parfois un manque d'attention à l'existence des objets (il fallait signaler l'existence de racines complexes ou les expliciter). Le jury est par ailleurs frappé du fait que les candidats ont choisi majoritairement les points de vue les moins efficaces : puisqu'ici les conditions portaient sur les racines, n'était-il pas *a priori* plus performant de partir d'une forme factorisée pour en tirer les conclusions attendues sur les coefficients ?

Q14 - Cette question était délicate. En effet, d'une part le résultat à démontrer n'était pas indiqué, d'autre part il était beaucoup plus direct de s'en sortir sans calculer le moindre coefficient de Q , en s'appuyant sur la question 11. Le fait de traiter le cas $n = 2$ aurait au moins pu permettre aux candidats d'avoir une vision nette de la forme factorisée de Q . Le jury déplore un nombre étonnant d'erreurs sur cette dernière (beaucoup de candidats écrivant un polynôme de degré 2 ou 3 !). Lorsqu'ils parviennent à une étude des racines de P , beaucoup trop de candidats ignorent l'éventualité qu'elles soient réelles. Beaucoup d'autres aussi écrivent des inégalités portant sur des nombres complexes, ce qui n'a aucun sens.

Q15 - Cette question a été très mal réussie. Très peu de candidats se sont révélés capables de donner une expression correcte des coefficients de AB en fonction des coefficients de A et B qu'ils avaient introduits (il était utile de les compléter par des coefficients nuls, ce qui a rarement été bien vu). Pour les rares qui sont parvenus à une expression correcte, la non-vacuité de la somme n'a presque jamais été abordée alors que c'était une difficulté centrale de la question. Que comprendre à l'affirmation : « les coefficients sont des sommes *et* produits de réels strictement positifs » ? Qu'est-ce donc qu'une « somme et produit » ? Enfin, une erreur commune a été de ne traiter que le cas où A et B ont le même degré !

Q16 - C'était la question de synthèse de cette partie. On a dénombré quelques bonnes réponses pour le sens direct, souvent limitées au fait que P est à coefficients strictement positifs s'il est de Hurwitz. La réciproque, qui ne nécessitait que le fait que Q soit à coefficients strictement positifs, n'a été que très exceptionnellement traitée.

Q17 - Il s'agissait d'une question de cours très élémentaire et le jury a été particulièrement attentif à l'articulation logique des raisonnements. On n'attendait aucunement un raisonnement par équivalences : il s'agissait de partir d'une solution arbitraire X de (S) , de construire une solution de (S^*) telle que les coefficients de X soient des combinaisons linéaires de celles de Y . Trop fréquemment, le jury a vu des affirmations du type « on pose $Y = PX$ et $Y' = PX'$ », comme si Y et Y' représentaient deux

variables sans lien entre elles ! On attendait ici une mention du fait que $Z \mapsto PZ$ est linéaire, si bien qu'il « commute » avec la dérivation.

Q18 - Ici un raisonnement par équivalences était indispensable, en précisant bien qu'on utilisait la reconnaissance des parties réelle et imaginaire d'un nombre complexe (ainsi, dire « j'ajoute la ligne 1 du système à i fois la ligne 2 » n'est pas une justification suffisante car elle ne donne qu'une seule implication). On a vu ensuite une erreur critique sur la résolution de $z' = (a - ib)z$, la plus grande partie des candidats choisissant la constante multiplicative dans \mathbb{R} et non dans \mathbb{C} , ce qui était parfaitement absurde vu le contexte. On n'a presque jamais lu de solution correcte à la suite de la question, puisque cela nécessitait d'avoir explicité une matrice Q adéquate à la question 2.

Q19 - Cette question a été le plus souvent bâclée : la plupart des candidats qui ont tenté de l'aborder ont commis de graves contre-sens sur la notion de matrice semi-simple (ils ont ignoré le cas réel diagonalisable, typiquement). Très souvent, le caractère nécessaire de la condition trouvée n'a pas été démontré rigoureusement.

Q20 - Cette question a été traitée avec succès dans un tout petit nombre de copies, aucune erreur typique n'est à signaler.

Q21 - À part des copies très exceptionnelles, les solutions se sont résumées à démontrer l'implication la plus évidente, celle qui faisait l'objet de l'indication. Le reste a souffert d'une absence de recul sur les résultats démontrés antérieurement.



2 Physique

2.1 Remarques générales

Plusieurs des 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 participe passé (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.

Les candidats ne doivent pas se contenter de réponses superficielles et 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.

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 de leur 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 donc 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 - filière MP

2.2.1 Généralités et présentation du sujet

Cette année, le sujet de physique 1 porte sur les bilans d'énergie et transferts thermiques impliquant des fils électriques soumis à l'effet Joule, et le fluide qui s'écoule autour d'eux. Le but est de montrer que l'étude de l'évolution de la température des fils ou la mesure de leur résistance électrique permet d'accéder à la vitesse de l'écoulement du fluide dans lequel ils baignent.

La partie I commence par des rappels de cours. Le transfert thermique par conducto-convection est introduit dans l'équation de la chaleur. On résout cette dernière dans le cas d'un fil rectiligne soumis à l'effet Joule, en s'appuyant sur une modélisation unidirectionnelle. Cela aboutit au profil de température dans le fil. La pertinence de la prise en compte des bords du fil est alors discutée. On est ensuite amené à relier la conducto-convection à la vitesse d'écoulement du fluide baignant le fil. Puisque la résistivité électrique d'un conducteur dépend de sa température et que cette dernière dépend elle-même de la vitesse d'écoulement du fluide autour du conducteur, une relation explicitant le lien entre vitesse d'écoulement et résistance électrique du fil est alors établie.

La partie II s'intéresse à une autre géométrie permettant d'accéder à la vitesse de l'écoulement. Deux fils sont utilisés : l'un sert à chauffer le fluide, qui s'écoule jusqu'au second et le réchauffe. La durée séparant les pics d'échauffement de chacun est directement liée à la vitesse de l'écoulement. Cela est explicité à l'aide d'un bilan d'énergie sur chaque fil, qui conduit à la résolution de deux équations différentielles courantes du premier ordre.

2.2.2 Analyse détaillée des questions

Q1 - Q2 - Questions globalement bien traitées. On note tout de même un nombre significatif de copies qui confondent les résistances électrique et thermique. En particulier, on a observé des confusions au niveau des unités.

Beaucoup de copies traduisent l'uniformité de la température sur une section droite par la nullité du gradient de la température ou encore indique que $\partial T(x, t)/\partial x = 0$, mais utilisent $\partial T(x, t)/\partial x$ et $\partial^2 T(x, t)/\partial x^2$ dans la suite des calculs.

Q3 - Certaines copies se bornent à affirmer que le coefficient h est proportionnel à la vitesse, comme si cela suffisait pour déterminer son sens de variation en fonction de V .

Q4 - Conformément au programme, une démonstration de cours dans le cas unidimensionnel était attendue dans cette question. En ce sens, les copies invoquant directement l'équation locale de conservation de l'énergie ne se sont pas vues attribuer tous les points. Le jury rappelle que préciser le système sur lequel le bilan d'énergie est effectué est une étape incontournable du raisonnement, sinon comment justifier le remplacement de $dT(x, t)$, utilisé dans certaines copies, par $\partial T(x, t)/\partial t \times dt$?

Q5 - Le jury invite les futurs candidats à revoir les méthodes de base de résolution des équations différentielles avant de présenter les écrits du concours. Un nombre non négligeable de copies propose en effet une résolution erronée, affirmant que l'équation aux racines associée à l'EDO considérée est $X^2 + K1X + K2 = 0$.

Q6 - Certaines copies mélangent la dérivée partielle par rapport à x et l'intégration sur la section droite. Cette dernière se transforme en une intégrale selon la coordonnée x , faisant ainsi disparaître la dérivée par rapport à x .

Q7 - La définition de la valeur moyenne est bien connue.

Q8 - Question un peu délicate qui nécessitait de s'appropriier le graphe et la formule fournie. Toutes les bonnes initiatives ont été valorisées.

Q9 - Une comparaison entre L_w et l_c était attendue dans cette question. En particulier, les réponses $L_w \rightarrow \infty$ et $L_w \gg dw$ n'ont pas été acceptées.

Q10 - Bien traitée.

Q11 - Deux réponses étaient possibles pour cette question : soit en utilisant l'effet Joule dans la continuité de la question précédente, soit via la conducto-convection.

Q12 - Bien traitée par la moitié des copies.

Q13 - La partie analyse dimensionnelle a été bien traitée par la moitié des copies. L'impact de la vitesse sur Nu et son interprétation physique ont posé plus de difficultés.

Q14 - Question peu abordée.

Q16 - Question très difficile, correctement traitée par quelques très bonnes copies.

Q17 - Comme l'indiquait l'énoncé, le terme en $T_e - T_f$ n'émanait pas de la conducto-convection.

Q18 - Bien traitée par de nombreuses copies.

Q19 - Bien traitée.

Q20 - Bien traitée par la moitié des copies qui l'ont abordée. L'autre moitié invoquant un effet non pertinent.

Q21 - Très peu de copies font le lien avec la formule établie à la question 20. En particulier, le jury attendait une justification qualitative que la pente est une fonction affine de \sqrt{V} , un commentaire au regard du graphe ou, constant l'allure affine, une stratégie expérimentale pour étalonner le capteur (à la manière d'un pH-mètre par exemple).

Q22 - Il était attendu que les copies citent explicitement des phénomènes physiques expliquant le retard, l'étalement et l'affaissement du second pic par rapport au premier.

Q23 - Bien traitée par la moitié des copies.

2.3 Physique 2 - filière MP

2.3.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet, intitulé « À propos des araignées », s'intéresse à quelques problèmes de physique relatifs à trois espèces d'araignées :

- des araignées volantes tirent profit du champ électrostatique de l'atmosphère ;
- des araignées-catapultes tendent et relâchent leur toile pour capturer leurs proies ;
- d'autres araignées tissent des fils dont on peut faire des cordes vibrantes de violon.

Les parties sont totalement indépendantes et de taille à peu près équilibrée. Les questions sont soit indépendantes, soit groupées par deux.

Un ensemble de questions, **Q1, Q2, Q6, Q9, Q12, Q14**, exige des connaissances du cours, une bonne appropriation de l'énoncé (mettre en place des grandeurs physiques), des savoir-faire habituels de calculs d'ordres de grandeur (conversions, homogénéité des dimensions, applications numériques).

Les questions **Q3, Q8, Q10, Q15** et **Q17** reposent sur des compétences mathématiques usuelles (géométrie, développements limités, calcul d'éléments infinitésimaux et dérivation).

L'autre moitié des questions appelle des raisonnements plus élaborés ou des savoir-faire techniques propres à la physique, traités en une question unique ou filés sur deux questions successives.

Le sujet, principalement centré sur la mécanique (énergie mécanique des systèmes, dynamique du point), développe des questions d'électrostatique et de mécanique ondulatoire. Des savoir-faire transversaux sont évalués : appropriation de l'énoncé, analyse de données expérimentales, conversions et calculs d'ordre de grandeur, analyse dimensionnelle.

2.3.2 Commentaires généraux

Le défaut dans le soin des copies et *dans l'expression* atteint un niveau extravagant et la proportion des copies concernées devient alarmante. Nous corrélons ce constat au *défait d'appropriation de l'énoncé* qui provoque des non-sens parfois graves : trop de questions ne sont pas comprises. Cela a terriblement affecté les résultats dans leur ensemble. Nous réaffirmons que s'inquiéter du soin et de la qualité de son expression, ainsi que de prêter attention au sens précis des mots, doivent être une priorité dans le travail de l'étudiant.

La géométrie (**Q3** : calcul de la longueur d'un côté d'un hexagone régulier à $2n$ côtés inscrit dans un cercle de rayon connu), le formalisme vectoriel et les projections (**Q10** : problème bi-dimensionnel de statique, **Q13** : pendule simple), posent anormalement problème. L'énoncé a présenté une omission : le Laplacien (ou la divergence) en cylindriques ne figurait pas au formulaire, ce qui ne permettait pas la résolution complète de la question 7.

La troisième partie était consacrée à la corde vibrante, dont l'étude en tant que telle n'est pas au programme de MP (mais l'étude expérimentale de la corde de Melde est faite en MPSI). Toutefois, l'énoncé est tout à fait progressif et abordable, cela a été traité plus aisément que les questions qui exigent des raisonnements de géométrie. Il est indéniable qu'aborder la corde vibrante en travaux dirigés de physique ondulatoire est un avantage.

Peu de copies ont traitées les questions dans le désordre, il y a eu un effort appréciable de cohérence globale dans le traitement des parties.

Le sujet présente des difficultés : la mécanique, qui est centrale, est un domaine de la physique généralement redouté en raison de la géométrie ; quelques exercices développés dans l'énoncé sont

originaux. Beaucoup de candidats ont fait preuve de combativité, de créativité, de tentatives que les correcteurs ont toujours cherché à valoriser.

2.3.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - Question réussie une fois sur deux. Le diamètre de la boule, plutôt que le rayon, est représentatif de la taille de l'animal. Le calcul doit être posé pour justifier l'ordre de grandeur trouvé.

Q2 - Question dans l'ensemble bien traitée. Dans le contexte, il n'était pas utile de repartir du théorème de Gauss (en l'expédiant bien mal) pour redémontrer les résultats connus du condensateur plan.

Q3 - Cette question présentait trois sous-questions. La première demande de calculer le côté d'un polygone régulier à $2n$ côtés inscrit dans un cercle de rayon connu. Il suffit de quelques lignes et surtout d'un bon schéma pour y répondre. La réponse étant fournie par l'énoncé, nous jugeons la rédaction. Il convient de ne pas oublier les deux autres questions. L'énergie d'interaction d'un système à N corps demande le facteur $1/2$.

Q4 - Une approche dynamique (forces ou moments) appliquée à un fil ne peut pas bien aboutir, faute de connaître l'expression des forces. L'approche énergétique sur le système à $2n$ corps est judicieuse, la question **Q3** demandant d'exprimer l'énergie potentielle d'interaction du système. L'énoncé dit explicitement qu'on néglige le poids.

Q5 - **Q6** - L'énoncé précisait les interactions à prendre en compte afin d'exprimer l'énergie potentielle totale du système.

Q7 - Il manque l'expression du Laplacien en cylindriques au formulaire de l'énoncé, ce qui rendait la question irréalisable en l'état. Néanmoins, il y a moyen d'écrire l'équation de Laplace, puis d'écrire les conditions aux limites qui quantifient l'argument du sinus. Le jury a valorisé les tentatives et les démarches sensées.

Q8 - L'application de la formule donnée du gradient pose problème, notamment sur le formalisme vectoriel.

Q9 - Question bien traitée en général, mais pas de manière optimale car l'analyse dimensionnelle doit être parfaitement maîtrisée.

Q10 - L'expression « loi de puissance » (qui signifie établir $m = Ah^\alpha$ et exprimer A et α) n'est pas connue. Alors qu'il s'agit d'appliquer le principe fondamental de la statique et d'effectuer un développement limité, beaucoup de candidats se sont lancés dans un raisonnement énergétique (influencés par le mot « puissance » de la consigne), par exemple en affirmant la conservation (erronée) de l'énergie mécanique. Très peu de candidats se lancent dans le développement limité qui, quoique à l'ordre deux, ne pose pas de difficultés.

Par ailleurs, trop de candidats, par défaut de méthode et de rigueur dans le choix des grandeurs d'étude, confondent les longueurs l_0 et $l_0/2$ et ne parviennent pas à exprimer la force de rappel élastique.

Q11 - Les candidats ayant trouvé (à tort) une loi linéaire à la question 10 la valident par l'ajustement affine des valeurs expérimentales sans se soucier du caractère logarithmique des échelles. L'expression « droite affine » est à proscrire car dénuée de sens.

Q12 - Question classique sur les oscillateurs harmoniques, que l'on a vue traitée en analyse dimensionnelle, ou même comme un mouvement uniformément accéléré.

Q13 - Question classique sur le pendule simple, trop souvent traitée en coordonnées cartésiennes. La cinématique du mouvement circulaire n'est pas assez bien connue, peu de candidats parviennent à exprimer les variations de la tension du fil avec l'angle du pendule. L'approximation des petits angles n'est pas valable quand $\theta(0) = \pi/2$.

Q14 - La réponse $k_{eq} = Nk$ est souvent donnée sans même quelques mots de justification : il faut maintenir l'effort dans la rédaction (qui peut être concise) tout au long de l'épreuve. Le calcul numérique d'ordre de grandeur n'aboutit pas souvent. Le nombre de brins dans un câble cylindrique est en raison du carré de son rayon.

Q15 - Deux questions. La première porte sur la géométrie d'un tronçon élémentaire de corde. L'homogénéité est souvent malmenée. La deuxième porte sur la projection horizontale de la relation fondamentale de la dynamique. Des confusions entre la composante T_x et la norme T de la tension. Nous rappelons que $T_x = T \cos \alpha$, mais pas $T_x \cos \alpha$.

Q16 - Question généralement bien traitée quand la question **Q15** l'a été. La relation $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, vue avec l'étude expérimentale de la corde de Melde, est assez bien connue. En revanche, des interprétations parfois fantaisistes en sont données : vitesse de la corde, voir célérité de la lumière...

Q17 - On lit fréquemment $\partial f(x-ct)/\partial t = -c \partial f(x-ct)/\partial x$, ce qui est un non sens (à moins de supposer la dérivée partielle nulle !), et même $\partial f(x-ct)/\partial t = -c \partial f(x-ct)$ (f n'étant pas nécessairement une exponentielle). Nous recommandons de poser clairement le changement de variable $u = x - ct$.

Q18 - Question convenablement traitée même si certaines copies ont évoqué une particule quantique.

Q19 - Rarement traitée. Encore beaucoup d'échecs dans l'application numérique (pourtant simple), même en ayant l'expression littérale correcte.

Q20 - La relation de dispersion est retrouvée, parfois avec des erreurs de signe.

2.3.4 Conclusions

Les compétences acquises au long cours, de savoir-faire (appropriation de l'énoncé), mais aussi de physique (mécanique du système, du point), sont fragiles. Le sujet, exigeant, a valorisé la pugnacité des candidats. Les questions présentant une suite d'exercices indépendants leur ont permis de rebondir dans une variété de savoir-faire techniques. Ainsi, l'épreuve permet, comme attendu, de classer les candidats.

2.4 Physique 1 - filière PC

2.4.1 Présentation du sujet

Le sujet abordait deux systèmes physiques quantifiés par méthode optique interférentielle. Le sujet, divisé en quatre parties largement indépendantes, portait sur des éléments distincts du programme de

physique de PCSI et de PC : mécanique céleste, mécanique quantique, optique géométrique, optique interférentielle.

La première partie s'intéressait à un système d'étoile binaire. Il s'agissait d'établir les forces et énergies qui autorisent deux étoiles à former un système lié et de trouver les paramètres caractéristiques du système.

Dans un deuxième temps il fallait mettre en place la méthode optique permettant de mesurer la distance angulaire entre deux étoiles d'un système double.

La deuxième partie s'intéressait à la raie rouge de l'atome d'hydrogène. Il fallait établir le modèle de Bohr associée à la raie d'émission de l'atome d'hydrogène à 656nm ainsi que la correction relativiste qui conceptualise la constante de structure fine expliquant le dédoublement de raies d'émission. Puis, il s'agissait de mettre en place la méthode optique permettant de mesurer la constante de structure fine.

2.4.2 Commentaires généraux

Le sujet proposé, découpé en parties largement indépendantes, devait permettre aux candidats d'aborder un grand nombre de questions. Comme souvent, si la plupart des questions sont en effet traitées trop peu l'ont été correctement, alors même que le nombre limité de ces questions laissait du temps pour le faire.

Il est à intégrer que les correcteurs ont eu sous les yeux un certain nombre de copies qu'il serait possible de qualifier de brouillon. Il est rappelé à nouveau aux candidats qu'au-delà d'une certaine limite, cet aspect de leur copie rejaillira sur la note finale.

Les applications numériques ont fait perdre, cette année encore, un nombre de points considérables aux candidats ne traitant pas ces éléments de questions.

De manière générale, les questions nécessitant de faire des démonstrations de formules appliquées au cas spécifique du sujet (**Q1, Q2, Q6, Q16, Q17**) ont perturbé les candidats (sauf évidemment les meilleurs). La prise d'initiative est nécessaire dans ce genre de questions, et doit être faite posément : des réponses où les signes ne sont pas physiquement acceptables ou les préfacteurs faux sont insuffisantes.

Rappelons que l'analyse dimensionnelle ne permet que la vérification d'une expression ou l'obtention d'une grandeur caractéristique. Elle ne remplace pas la détermination exacte. Néanmoins les correcteurs peuvent prendre en compte un résultat obtenu de cette manière si le candidat n'en abuse pas.

Cette année encore, les candidats ayant une bonne maîtrise du cours de physique et des outils mathématiques liés, ont pu réussir cette épreuve. La capacité d'analyse des phénomènes physiques était également valorisée par certaines questions (**Q7, Q13, Q20, Q22**).

Si certains candidats ont bien réussi telle ou telle partie du sujet, trop peu ont satisfait à l'ensemble des parties.

2.4.3 Analyse détaillée des questions

Structure gravitationnelle d'une étoile binaire

Cette partie a souvent été abordée par les candidats. Les meilleurs candidats ont su appliquer les formules du cours au système spécifiquement étudié et ont donc trouvé les bons préfacteurs dans les formules et également de bonnes applications numériques.

Q1 - Nombre de candidats n'ont pas appliqué la formule des forces gravitationnelles au cas spécifique du sujet. Les préfacteurs étaient donc faux. La détermination de l'énergie potentielle totale du système a également posé beaucoup de problèmes (notamment sur le signe).

Q2 - Dans cette question une démonstration était requise. On ne pouvait appliquer la loi de Kepler directement.

Q3 - Dans trop de copies, savoir que l'énergie mécanique est négative (constante nulle car énergie nulle à l'infinie) n'est pas associé à un état lié des deux astres.

Q4 - La notion de référentiel galiléen n'est pas maîtrisée pour beaucoup de candidats. Il fallait « montrer » par une démonstration que le centre de gravité était en mouvement rectiligne uniforme en plus de la translation du référentiel.

Q5 - Les meilleurs candidats connaissaient la définition du barycentre.

Q6 - Question peu traitée.

Q7 - Cette question était particulièrement intéressante, car elle permettait d'aborder les limites de la mesure via la considération de la diffraction. Intuiter le critère de Rayleigh a permis aux meilleurs candidats de récolter des points. Malheureusement, l'application numérique demandée dans une unité spécifique a bien souvent fait défaut.

Q8 - Savoir calculer une différence de marche en configuration trous d'Young est une nécessité pour un futur ingénieur issu de la filière PC. Les candidats n'ont trop souvent pas exploité le schéma optique qui donnait un résultat classique.

Q9 - Cette question a souvent été bien traitée.

Q10 - 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. Le candidat qui connaît le critère de cohérence temporelle fait la démonstration d'un sens physique aiguisé.

Q11 - Question qui permettait de récolter plusieurs points pour les meilleurs candidats habiles en calcul. Cependant, il ne faut pas perdre de vue les paramètres à expliciter qui sont demandés par la question pour obtenir tous les points.

Q12 - Beaucoup de candidats n'ont pas su récolter les points de cette question qui était essentiellement de la dénomination de paramètres optiques du cours ainsi qu'une réflexion physique et qualitative sur le phénomène étudié.

Q13 - Question très peu abordée.

La raie rouge de l'hydrogène

Globalement les candidats se sont perdus dans le calcul des expressions. À noter les grandes difficultés à faire un développement limité correct.

Q14 - Comme la question demande de « montrer », il fallait justifier rigoureusement la constance du moment cinétique et ne pas se contenter de parler de force centrale.

Q15 - Les meilleurs candidats ont su trouver la bonne expression de l'énergie effective sans erreur de signe.

Q16 - Q17 - De nombreuses erreurs de calcul.

Q18 - Beaucoup de candidats ont su démarrer le calcul de dimensionnalité, mais ils n'ont pas su le mener à bien.

Q19 - De très nombreux développements limités non corrects. Par ailleurs l'énergie au repos ($E = mc^2$) est rarement identifiée.

Q20 - Question peu abordée.

Q21 - Les candidats qui savaient faire un schéma correct des trajets optiques dans un interféromètre de Michelson ont été grandement avantagés par cette question.

Q22 - Ne pas savoir répondre à cette question correctement est un problème pour la réussite du candidat.

Q23 - Il y a eu de nombreuses erreurs dans le préfacteur pour le calcul de la différence de marche en configuration lame d'air.

Q24 - Cette question de calcul pouvait être traitée directement en partie grâce aux données de l'énoncé. Dommage que beaucoup de candidats n'aient pas su prendre ces points.

Q25 - Question peu abordée.

2.4.4 Conclusion

Les conclusions du rapport précédent sont toujours aussi pertinentes et d'actualité.

Par ailleurs, être agile dans le calcul formel et le calcul numérique en ordre de grandeur est un prérequis à toute personne souhaitant devenir ingénieur. Le jury apporte donc une grande importance à ces capacités qui nécessitent un entraînement minutieux.

Certains candidats amélioreront leurs résultats en se concentrant sur un nombre plus réduit de questions et en les traitant de manière plus complète.

La rédaction de ces questions doit être faite de manière claire et concise comme le précise le programme.

Pour ces raisons, le jury recommande aux candidats l'utilisation d'un brouillon qui permettra de poser leur raisonnement, de clarifier leur rédaction et de corriger les erreurs liées à une réponse impulsive.

2.5 Physique 2 - filière PC

2.5.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet proposait d'étudier quelques propriétés physiques associées aux araignées et aux fils de soie fabriqués par celles-ci.

La première partie consistait en la description de l'envol d'araignées grâce aux forces électrostatique et hydrodynamique appliquées sur un ensemble de fils de soie solidaires d'une araignée.

La deuxième partie proposait d'étudier la possibilité de réaliser des cordes de violon composées de fils de soie d'araignée.

Enfin, la troisième et dernière partie concernait la description de l'instabilité de Rayleigh-Plateau responsable de la formation de gouttes d'eau sur une toile d'araignée.

Le sujet comportait un certain nombre de questions proches du cours alors que d'autres demandaient plus d'initiative de la part des candidats. La première partie faisait appelle à des notions de mécanique et d'électrostatique alors que la deuxième partie portait sur la propagation d'ondes mécaniques et la dernière partie faisait appelle à des notions d'hydrodynamique. Des qualités différentes ont donc pu être testées au cours de cette épreuve ce qui a permis aux candidats d'aborder un grand nombre de questions et de montrer l'étendue de leurs connaissances.

2.5.2 Commentaires généraux

Le jury a noté que de nombreuses erreurs de calcul auraient pu être évitées par une simple étude de l'homogénéité du résultat. De plus, le jury a souvent déploré un manque de rigueur dans la manipulation des grandeurs vectorielles. Des expressions non homogènes vectoriellement, qui égalent une quantité scalaire et une quantité vectorielle, ne sont pas acceptables.

Le sujet comportait des questions dont le résultat attendu est fourni par l'énoncé. Le jury est particulièrement attentif à l'argumentation de ces réponses. Il est donc fortement conseillé de bien détailler le raisonnement sur ce type de question.

2.5.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - La plupart des candidats ont pris de bonnes initiatives sur cette question. On note cependant un certain nombre de copies dans lesquelles la modélisation sphérique n'est pas respectée menant à des estimations hasardeuses sans justifications précises. Le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent rester critiques sur les ordres de grandeur des valeurs numériques obtenues.

Q2 - Une erreur de facteur 2 dans la densité surfacique de charge, due à l'application du théorème de Gauss sur une unique armature, a été retrouvée dans un grand nombre de copies. Le jury déplore que le signe de la densité surfacique de charge n'ait majoritairement pas été indiqué et que l'unité de cette quantité soit parfois erronée.

Q3 - Le jury a noté que l'expression du nombre de Reynolds, ainsi que sa signification physique, est connue d'une majorité de candidats. Dans cette question, une connaissance préalable de la masse

volumique de l'air permettait de gagner du temps. On trouve des confusions entre les viscosités dynamique et cinématique conduisant à des oublis de la masse volumique dans l'expression du nombre de Reynolds.

Q4 - Les candidats ont fait preuve de bon sens sur cette question. Le jury a noté de nombreuses erreurs d'unité sur la masse pour calculer le poids. Il était bien stipulé dans l'énoncé de s'intéresser aux plus petites araignées mais cela n'a pas été pris en compte dans de nombreuses copies. Le commentaire demandé était bien souvent absent.

Q5 - Cette question, comme les deux suivantes, nécessitait des prises d'initiatives de la part des candidats ce qui a été valorisé par le jury. La majeure partie des candidats invoque le théorème de superposition pour trouver l'expression du potentiel mais les expressions des distances entre les charges n'ont pas toujours été démontrées de manière rigoureuse. Très peu de candidats utilisent l'expression correcte de l'énergie d'interaction du système. On note que la forme à l'équilibre de l'éventail a souvent été bien appréhendée par les candidats.

Q6 - Question qui a souvent été abordée mais rarement menée à son terme. On note un grand nombre d'erreurs dans l'expression de l'énergie cinétique car les candidats n'ont pas utilisé l'hypothèse que le fil est assimilé à un point situé en son milieu.

Q7 - Peu de candidats ont obtenu l'expression de l'énergie potentielle électrostatique due au champ électrique terrestre. Le jury a agréablement noté que les interprétations physiques des candidats relatives aux influences des différents paramètres sur l'angle d'équilibre de l'éventail étaient majoritairement correctes.

Q8 - Question très peu abordée.

Q9 - Cette question, proche du cours, a été assez peu abordée. Les réponses données sont globalement correctes, mais des confusions entre lignes de champ et équipotentielles ont été observées.

Q10 - Question très proche du cours. Cependant, le jury a noté quelques erreurs d'homogénéité dans les expressions des fonctions trigonométriques et de l'élément infinitésimal ds . Le jury a noté de fréquentes confusions entre la composante de la tension selon l'axe horizontal et la norme de la tension. Un tel manque de rigueur est problématique. Il en découle que rares sont les copies qui ont montré $T_x = \text{constante}$ puis $T = \text{constante}$. Le jury a observé de nombreuses confusions entre le théorème de la résultante cinétique, le théorème de la puissance cinétique, le théorème de l'énergie cinétique ou même le théorème du moment cinétique.

Q11 - Les réponses données à cette question par les candidats sont majoritairement correctes. Le jury invite les candidats à bien s'approprier la problématique de l'énoncé afin d'éviter des interprétations de la célérité qui n'ont aucun lien avec le problème posé.

Q12 - Question proche du cours pour laquelle le jury a été particulièrement attentif à la rédaction et à la justification du calcul. Beaucoup de candidats ne dérivent pas f et g en faisant un changement de variable ou écrivent des expressions non homogène. La signification physique de f et g est bien connue de la plupart des candidats.

Q13 - Cette question a été majoritairement bien réussie par les candidats. Cependant la notion d'onde stationnaire est parfois confuse et le caractère entier de l'indice apparaissant dans la quantification des pulsations et vecteurs d'onde n'est pas toujours précisé.

Q14 - L'expression de la fréquence fondamentale a généralement été trouvée par les candidats. On note parfois des confusions entre pulsation et fréquence. Le jury a observé de nombreuses erreurs dans l'application numérique suite à une erreur dans l'unité de la masse.

Q15 - La relation de dispersion a bien été obtenue par une majorité de candidats, on note cependant des copies où ce calcul a donné lieu à des erreurs de signe. La conclusion de cette question nécessitait de faire une application numérique précise.

Q16 - Question souvent abordée mais rarement menée à son terme. La plupart des candidats a réussi à exprimer le volume à l'état de repos même s'il est à déplorer plusieurs erreurs grossières sur ce volume dans certaines copies. Par la suite, peu de candidats ont vu qu'il fallait repartir de la définition intégrale du volume pour effectuer le calcul.

Q17 - Ainsi qu'à la question précédente, la majeure partie des candidats ont réussi à exprimer l'énergie de l'état de repos mais ici aussi le jury a observé des erreurs grossières dans l'expression de la surface dans certaines copies. Par la suite, l'expression de la surface élémentaire était souvent erronée.

Q18 - Très peu de candidats ont abordé cette question alors qu'elle semblait à leur portée. Le jury a noté une confusion fréquente entre équilibre et stabilité. Un nombre important de candidats comparent directement l'énergie à 0 pour discuter de la stabilité du cylindre.

Q19 - Question proche du cours qui a été dans l'ensemble bien réussie par les candidats. Le jury a trouvé de nombreuses copies manquant de rigueur concernant la notation vectorielle, l'expression des opérateurs et la conséquence des hypothèses sur les simplifications à effectuer.

Q20 - Dans la majeure partie des copies, cette question est réussie. Le jury rappelle aux candidats de rester vigilant à l'homogénéité des résultats ce qui permettrait d'éviter certaines erreurs de calcul.

Q21 - Cette question comportait un calcul relativement long. Celui-ci a bien été commencé par les candidats, qui ont montré une bonne connaissance de l'expression du débit volumique, mais a rarement été mené correctement à son terme. On note en particulier des erreurs dans la définition des bornes des intégrales. Le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent être honnêtes dans la conclusion de leur calcul et ne pas chercher à tout prix à retrouver l'expression donnée dans l'énoncé.

Q22 - Question bien réussie par les candidats l'ayant abordée.

Q23 - Assez peu de candidats ont pensé à réaliser un bilan de masse pour répondre à cette question.

Q24 - Question peu abordée. Le jury a noté que la stabilité ou instabilité du film est souvent affirmée sans réelle justification.

Q25 - Majoritairement de bonnes réponses à cette question. Le jury a noté beaucoup d'erreurs dans la couleur du laser pourtant utilisé en travaux pratiques. Certaines copies voient ici un phénomène d'interférence à deux ondes au lieu de la diffraction.

2.5.4 Conclusions

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, calculs numériques, raisonnements approfondis autour de notions de cours.

2.6 Physique 1 - filière PSI

2.6.1 Généralités et présentation du sujet

Sous le titre unificateur « *Fourier dans tous ses états* », le sujet proposé cette année aux candidats comportait trois études *totalelement indépendantes* consacrées respectivement au critère de Nyquist-Shannon, aux ondes acoustiques et à leur transmission par une paroi rigide, et enfin à la conduction thermique à propos notamment d'une expérience historique de Fourier.

Chacune de ces trois parties comportait une part importante de questions de cours suivies d'applications un peu plus originales. Cette structure bien progressive a permis à des candidats de tous niveaux de traiter une partie significative du problème posé, chacun étant ainsi évalué en fonction de ses capacités.

Les méthodes et compétences mathématiques et de calcul du programme étaient aussi évaluées : trigonométrie élémentaire, spectre de Fourier, notations complexes pour les ondes planes et les filtres du second ordre, équations différentielles, séparation des variables et séries de fonctions. Enfin, l'analyse dimensionnelle et des estimations d'ordres de grandeur (rappelons ici que ce terme désigne en Physique la puissance de dix entière la plus proche du résultat exact, et qu'il n'a de sens qu'accompagné de l'unité associée) figurent à plusieurs reprises au fil du sujet.

2.6.2 Commentaires généraux

Le sujet a permis un étalement très satisfaisant des notes, certains candidats ayant réalisé une excellente prestation en traitant de manière correcte la quasi-totalité des 23 questions posées. *A contrario* un très petit nombre de candidats a obtenu un résultat très médiocre qui ne peut s'expliquer que par des lacunes sérieuses de préparation, avec des impasses totales sur plusieurs parties du programme ajoutées à une attitude inadéquate face à la copie.

Concernant la **première partie**, consacrée à l'illustration du théorème d'échantillonnage, les questions posées ont, par leur simplicité même, permis de faire clairement la différence entre les étudiants maîtrisant plus ou moins les notions associées à cette partie du programme : spectre de Fourier, échantillonnage, filtrage. En particulier, si l'*énoncé* du théorème d'échantillonnage est manifestement bien connu de presque tous, son *interprétation concrète* pose parfois plus de difficultés.

La **seconde partie** s'intéressait d'abord à l'étude très classique de la propagation d'une onde acoustique dans l'air. Même si la plupart des candidats savent bien établir les équations de d'Alembert, les hypothèses physiques qui les conditionnent sont moins maîtrisées. Si certains confondent ici célérité du son et vitesse de la lumière (la malédiction de la notation c peut-être...) d'autres, plus nombreux, assimilent manifestement célérité du son et vitesse de l'air lors du passage de l'onde sonore. La détermination du coefficient de transmission par une paroi élastiquement liée a constitué un autre élément permettant de distinguer les meilleurs candidats.

Enfin, la **troisième partie** proposait l'étude, sous différentes hypothèses (régimes variable ou stationnaire, système thermiquement isolé ou refroidi par convection) de l'équation de diffusion thermique. Si sa forme analytique dans le cas simple (unidimensionnel cartésien en régime de conduction pure) est

manifestement maîtrisée par presque tous les candidats, il n'en va pas de même des variantes proposées par le sujet : bilan en géométrie cylindrique, régime forcé avec refroidissement pariétal puis résolution générale en termes de séries de fonctions appuyée sur la linéarité de l'équation.

Beaucoup de copies ont été rédigées de manière tout à fait professionnelle, conformément aux critères bien connus des candidats : *lisibilité* de la rédaction, *mise en valeur* des résultats, *rédaction explicite* des réponses et de leurs justifications. Ceux qui ne se sont pas donnés cette peine ont bien sûr été sanctionnés.

2.6.3 Analyse détaillée des questions

Partie I — Analyse de Fourier et échantillonnage d'un signal électronique

Q1 - Simple application d'une formule trigonométrique, bien traitée dans la majorité des copies malgré parfois un manque de soin : positionnement des fréquences négatives, non-prise en compte de l'énoncé ($f_1 > f_0$), amplitudes relatives des pics.

Q2 - Il suffisait ici d'un tracé (soigneux si possible) pour extraire de la courbe représentant un cosinus (et pas un sinus...) les quelques points remarquables demandés. Beaucoup de candidats y ont bien vu les limites du sous-échantillonnage ; le jury a choisi d'être généreux au moment d'évaluer la rédaction de cette question d'interprétation.

Q3 - Ici aussi il suffisait d'être soigneux pour positionner la liste des valeurs des $f_0 \pm kf_e$.

Q4 - Le jury attendait seulement l'énoncé de la condition de Nyquist–Shannon, laquelle est bien connue de presque tous les candidats.

Q5 - La plupart des copies généralisent bien ce même critère dans le cas d'un spectre continu mais la représentation du spectre après échantillonnage n'est pas toujours maîtrisée. La compréhension des notions fait ici la différence entre les meilleures copies et les autres.

Q6 - Question bien traitée par ceux qui l'ont abordée. Certains candidats ont développé le schéma d'un filtre (en général *RC*) qui n'était pas demandé ; le jury attendait plutôt une courte discussion sur l'importance de l'*ordre* (ou du gabarit) de ce filtre.

Q7 - Le jury a été souvent déçu ; c'était pourtant une question de simple bon sens. Peut-être a-t-elle été peu et mal traitée simplement à cause de sa position en fin de partie ?

Partie II — Analyse de Fourier et acoustique

Q8 - Question en général bien traitée. Notons quand même que certains candidats sont capables d'écrire la condition $|v_1| \ll c_s$ avant de proposer... $|v_1| \simeq c_s$ quelques lignes plus bas ! Le jury n'attend pas une connaissance fine des valeurs numériques associées aux limites de l'audition mais seulement un minimum de cohérence.

Q9 - Au delà de la définition rigoureuse et de l'expression approchée attendues, la question portait sur la *pertinence* et la *signification physique* de la compressibilité isentropique χ_S . L'affirmation « l'emploi de cette grandeur fournit une relation utile au calcul » ne répond à aucune de ces questions. De nombreux

candidats ont aussi évoqué les propriétés du gaz parfait pour justifier le caractère isentropique de la perturbation apportée par l'onde sonore. Un tel gaz peut évidemment subir des transformations non isentropiques et la propagation des ondes acoustiques peut aussi, dans le cadre du modèle exploité, être décrite pour un fluide qui n'est pas un gaz parfait (l'eau liquide...).

Q10 - Établir l'équation de propagation des ondes acoustiques et y identifier leur célérité c_s est une question de cours, classique et en général bien traitée, sauf par ceux qui savent vaguement la forme attendue mais pas comment l'obtenir et essaient d'embrouiller le correcteur. Le jury ne recommande pas une telle attitude.

Q11 - La plupart des candidats connaissent la notion d'impédance acoustique, savent la calculer et l'associer correctement au sens de propagation de l'onde.

Q12 - Quelques candidats font ici une faute de signe, confondant peut-être causalité (incident \rightarrow réfléchi et transmis) et linéarité (incident + réfléchi = transmis). La justification demandée ($\exp(-jke) \simeq 1$ car $e \ll \lambda$) n'est presque jamais complètement explicitée mais le jury a largement considéré des réponses moins formalisées.

Q13 - Question assez longue qui comporte d'abord une analyse mécanique (certains candidats confondent ici le théorème de la résultante et celui de l'énergie cinétique), rarement menée à terme, puis l'identification d'un filtre classique du second ordre, partie de la question banale à laquelle le jury aurait pu attendre un meilleur résultat. À noter que les tracés logarithmiques ont été acceptés *seulement* s'ils étaient clairement identifiés comme tels (un tracé de $|H|$ s'étendant vers les réels négatifs n'est vraiment pas sérieux).

Q14 - Le lien entre « *élasticité* » et coefficient de raideur n'est pas souvent fait spontanément. Les calculs qui suivent ne sont pas élémentaires et donc rarement complets. À noter que la valeur de la célérité des ondes acoustiques était ici à l'initiative du candidat, sans que cela ne semble poser de problème à ce stade du sujet.

Partie III — Analyse de Fourier et diffusion thermique

Q15 - Abordée par presque tous les candidats, cette question de cours (expliciter la diffusivité thermique et évaluer la durée caractéristique du phénomène) a été plutôt bien traitée dans la majorité des copies. Le jury acceptait autant les méthodes basées sur un bilan thermique explicite (1D cartésien) que celles appuyées sur l'analyse dimensionnelle (si celle-ci était explicitée et pas seulement invoquée).

Q16 - Cette question a également été bien réussie par la majorité des candidats. Rappelons ici que l'*allure des lignes de champ* doit comporter des marques de l'orientation du vecteur étudié. La chaleur qui « tourne en rond » en faisant tout le tour de l'anneau n'est bien sûr pas un choix raisonnable.

Q17 - Même bien guidés par l'énoncé qui suggérait la méthode et donnait le résultat à atteindre, les candidats ont eu bien plus de mal avec cette question, finalement assez discriminante. Rappelons ici comme chaque année que, lorsqu'un énoncé demande de « *montrer que (un résultat donné)...* », le jury ne se contente pas d'affirmations et vérifie le fil du raisonnement des candidats avant d'attribuer (ou pas) les points prévus au barème.

Q18 - Il s'agissait ici seulement de résoudre une équation différentielle linéaire à coefficients et second membre constants. Difficile de trouver plus usuel, et pourtant une proportion significative des candidats n'y est pas parvenu.

Q19 - La question pouvait être difficile faute de comprendre que, la solution cherchée $T(\theta)$ n'étant *pas dérivable* en $\theta = 0$ (comme explicité par l'énoncé), les grandeurs A et B ne sont que *constantes par morceaux*. Ceci éclairci, il ne subsistait pas de difficulté.

Q20 - Cette question sans aucun nouveau calcul n'a malheureusement pas été très souvent abordée. Elle a de fait constitué un marqueur de la bonne compréhension par le candidat de l'étude en cours.

Q21 - Les techniques de séparation des variables semblaient connues par presque tous les candidats qui ont abordé cette question, la différence se faisant entre autres sur les discussions de signe (pour la partie temporelle) et de parité (de la partie spatiale).

Q22 - Cette question technique était suffisamment bien guidée pour que les meilleurs copies puissent en proposer une résolution complète. Quelques autres ont tenté ici de grappiller quelques points mais sans succès faute de compréhension des enjeux. Aucune connaissance des propriétés mathématiques des séries de Fourier n'était nécessaire.

Q23 - Bien qu'il s'agisse de la dernière question du sujet, un nombre non négligeable de candidats a pu l'aborder et y répondre, confirmant une fois encore que le sujet était de longueur et de difficulté raisonnables.

2.6.4 Conclusion

Explorant une part significative du programme de la classe de PSI, le sujet 2022 de Physique I a bien joué son double rôle de validation de la préparation et de classement des candidats, permettant aux meilleurs d'entre eux de traiter la quasi-totalité du sujet y compris les questions les plus délicates mais aussi à d'autres, plus faibles ou moins rapides, de faire preuve des qualités qui sont les leurs en se concentrant sur les questions plus proches du cours ou de leurs applications immédiates.

Certaines copies très mal notées signalent des étudiants qui se sont présentés ont préféré remplacer un travail soigneux et réfléchi par une frénésie de rédaction sans rigueur, abordant beaucoup de questions sans y répondre vraiment. La note attribuée ne dépend ni du nombre de questions abordées, ni du nombre de pages d'écriture produites. Il est de l'intérêt du candidat de s'en tenir au sérieux et au soin, de la première à la dernière minute de chaque épreuve du concours.

2.7 Physique 2 - filière PSI

2.7.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet aborde le fonctionnement d'un capteur de position (LVDT), en s'attachant à la description du principe de son fonctionnement, le conditionnement du signal qu'il génère. Il propose finalement l'étude d'une de ses applications. Le sujet comporte quatre parties, relativement indépendantes, et traitent du fonctionnement du capteur, depuis l'étude de son état de référence (en l'absence de sollicitation extérieure), jusqu'à la génération du signal dû à un déplacement de la partie centrale.

Dans la première partie, on étudie les propriétés du champ magnétique dans un milieu magnétique, et ses effets sur le bobinage qui l'entoure. On décrit dans une deuxième partie le lien entre un déplacement dans un intervalle limité et le signal produit par le capteur, basé sur un effet d'inductance mutuelle. La troisième partie propose d'étudier le conditionnement du signal à l'aide d'un générateur de signaux triangulaires, auquel est associé un circuit conformateur à diodes.

Dans la dernière partie, le capteur est mis en oeuvre dans un accéléromètre asservi à un moteur. Les questions posées dans ce cadre concernent la mécanique d'un oscillateur amorti. S'ajoutent finalement à ce thème très classique les effets d'inertie, abordés dans les ultimes questions du sujet. La totalité du sujet était accessible, et chaque question a été traitée. Le sujet était plutôt long, et le temps a souvent manqué aux candidats pour le finaliser.

2.7.2 Commentaires généraux et suggestions aux candidats

Le jury note que les raisonnements des candidats sont dans l'ensemble corrects, mais qu'ils sont trop souvent mal rédigés. S'ajoute à cela des conclusions souvent manquantes, laissant ainsi au correcteur la charge d'interpréter ce qui est écrit et de compléter les éléments manquants. On rappelle que des résultats bruts sans justification, des résultats numériques sans unité ou accompagnés d'une unité erronée ne peuvent pas se voir accorder de point. Le jury rappelle l'importance de la vérification de l'homogénéité des résultats, qui permet de corriger efficacement bon nombre d'erreurs.

Les explications sont parfois trop longues ou absentes, souvent confuses et contradictoires. Il est regrettable de constater une dégradation de l'écriture et, plus important, la difficulté pour beaucoup de faire une phrase simple, expliquant succinctement le raisonnement en utilisant le vocabulaire adapté.

2.7.3 Analyse détaillée des questions

Première partie

Q1 - Beaucoup d'erreurs sur des questions de restitution de connaissances. Peu de candidats définissent convenablement le vecteur densité de courants libres, même si l'équation de Maxwell-Ampère est souvent écrite correctement. Le théorème d'Ampère a assez souvent été correctement obtenu.

Q2 - Les équations de Maxwell-Thomson et Maxwell-Faraday sont parfois confondues. Le flux conservatif de \vec{B} a souvent été mentionné, plus rarement démontré.

Q3 - Q4 - Q5 - L'étude des symétries et des invariances est souvent confuse : de nombreux candidats confondent les directions et les dépendances du champ magnétique. D'autre part, certains candidats proposent une direction du champ magnétique incohérente avec la carte de lignes de champ.

Q6 - Les caractères pair et impair ont été mal justifiés et pas toujours constatés, à cause du plan de symétrie non observé.

Q7 - Les candidats ont ici montré des difficultés à produire des raisonnements clairs et succincts.

Q8 - Le comportement des lignes de champ au passage d'un matériau de forte perméabilité est mal connu. On pouvait ici raisonner par analogie avec les lois de Snell-Descartes.

Q9 - Q10 - Bien peu de candidats sont capables d'exprimer simplement et clairement le lien entre le caractère conservatif du champ magnétique, l'allure des lignes de champ et les variations du champ.

Q11 - Même si l'expression correcte de M_0 a été souvent obtenue, les candidats ont peiné à montrer rigoureusement l'égalité des inductances mutuelles.

Q12 - L'application numérique est assez souvent correcte lorsque la question a été abordée, même si les candidats ont souvent manqué d'efficacité dans le calcul numérique.

Deuxième partie

Q13 - Les réponses à cette question ont souvent été confuses.

Q14 - Q15 - Q16 - Ces questions ont souvent été abordées avec succès.

Q17 - La relation entre l'amplitude (pas toujours identifiée comme une grandeur positive) et le déplacement a été souvent obtenue, et même la citation de la phase. La détection synchrone est en revanche peu signalée.

Troisième partie

Il est à noter que dans une part non négligeable des copies, cette partie a été traitée de manière tout à fait satisfaisante. Les montages à ALI, en fonctionnement linéaire et saturé, ont souvent été bien traités.

Q18 - Une définition raisonnable d'un ALI idéal est rarement donnée, on remarque également que les candidats ont très souvent confondu ALI idéal et ALI en régime linéaire.

Q19 - Les relations entre les tensions d'entrée et de sortie ont presque toujours été obtenues.

Q20 - Cette question a souvent donné lieu à de bonnes réponses.

Q21 - La plupart des candidats connaissaient le résultat et ont su l'exposer de façon satisfaisante.

Q22 - Les applications numériques ont été très correctes et les interprétations justes.

Q23 - La question a été très bien traitée par de nombreux candidats.

Q24 - Les réponses sont justes, mais le traitement d'une question où interviennent des diodes donne des réponses souvent trop longues et confuses. À nouveau, plus que le résultat, c'est la clarté du raisonnement qui y conduit qui pose problème.

Q25 - Q26 - Q27 - Q28 - Cette série de questions a été bien traitée dans l'ensemble.

Q29 - Q30 - Q31 - Ces questions plus calculatoires ont posé des problèmes à de nombreux candidats, mais ont également été très bien abordées par d'autres. Un nombre non négligeable de candidats a su garder la concentration nécessaire pour fournir des réponses satisfaisantes.

Q32 - De bonnes propositions d'améliorations ont été rencontrées.

Quatrième partie

Puisqu'elle se trouve en fin d'épreuve, cette partie a été rapidement ou pas du tout abordée, et souvent très maladroitement traitée. Elle demandait avant tout de bien lire l'énoncé et de bien exploiter les

schémas. Beaucoup de candidats ont péché par excès de précipitation et n'ont pas repéré le caractère horizontal du champ de pesanteur. Il convient à ce stade de rappeler que la force électromotrice n'est pas une force en Newton, et que la force de frottement fluide fait intervenir la vitesse relative.

Q33 - Cette question a donné lieu à un certain nombre de confusions : beaucoup de candidats ont fait appel à la force de Lorentz, inappropriée ici.

Q34 - Il fallait faire attention au schéma : le champ de pesanteur était à l'horizontale. Beaucoup ne l'ont pas considéré, hypothéquant ainsi la suite du sujet.

Q35 - Q36 - Ces deux questions ont été assez bien traitées dans l'ensemble.

Q37 - Beaucoup de candidats ont bien démarré la question, mais n'ont pas pu capitaliser suite à une mauvaise expression des forces.

Q38 - Faute de temps ou à cause de la fatigue et du défaut de concentration qu'elle implique, peu de candidats sont allés au bout du sujet avec une interprétation du dispositif et des conclusions satisfaisantes.



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, qui 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 valorise les candidats qui mènent à terme les applications numériques. 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, permettent de mettre le correcteur dans de bonnes conditions d'évaluation. A l'inverse, un candidat qui ne respecte pas les numéros des questions, fait des schémas bâclés ou rend une copie difficilement lisible, perdra forcément 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 maîtrisées 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 « Chimie et énergie ». Il comportait trois parties indépendantes : une première sur la filière hydrogène, portant à la fois sur la production de dihydrogène ainsi que son stockage, une deuxième sur les piles zinc-air et enfin une dernière sur l'énergie du sportif. Les domaines abordés étaient variés : atomistique et cristallographie dans la partie 1, oxydoréduction et thermodynamique dans la partie 2 et chimie des solutions dans la partie 3.

3.2.2 Commentaires généraux

Dans la première partie, des connaissances simples du programme de première année sur l'architecture de la matière étaient mobilisées. Le vocabulaire utilisé pour justifier les réponses devait être pertinent et la lecture de l'énoncé précise. Il était ainsi demandé des quadruplets de nombre quantiques permettant de décrire les électrons de valence, sans nul besoin de citer tous les quadruplets possibles. Dans la suite de cette première partie, les questions de cristallographie ont très souvent été abordées par les candidats avec en général de bonnes réponses. Les schémas de maille n'étaient pas toujours clairs : en particulier l'utilisation de couleurs très proches et de symboles identiques pour les 2 types d'atome fut source de difficultés pour le correcteur, mais aussi pour le candidat établissant ensuite une condition de contact.

La deuxième partie portait sur une pile bouton et nécessitait une bonne compréhension de son schéma. La polarité d'une pile semble être une notion oubliée pour beaucoup de candidats. Néanmoins, cette partie a été abordée par la majorité des candidats et a été globalement plutôt réussie. Les réponses aux questions de thermodynamique chimique demandaient d'effectuer quelques calculs. Le jury a apprécié et encourage l'écriture d'une expression littérale avant l'application numérique qui doit être accompagnée de son unité. De nombreuses erreurs de calcul pourraient ainsi être évitées.

La dernière partie présentait un titrage redox, dont le protocole en plusieurs étapes était fourni. L'analyse du diagramme E-pH n'a pas posé de problème à la plupart des candidats, en revanche la dernière question a été très peu abordée. Elle nécessitait une lecture méthodique et une interprétation pas à pas du protocole.

Enfin, le jury rappelle que la présentation des copies doit être soignée, les résultats doivent être soulignés ou encadrés, les phrases explicatives doivent être simples et compréhensibles. Le jury valorise les candidats qui mènent à terme les applications numériques.

Ainsi, pour cette épreuve sur la chimie et l'énergie, il fallait notamment :

- avoir des notions d'atomistique ;
- connaître les définitions en cristallographie (maille cfc, condition de contact, sites interstitiels) ;
- connaître des notions simples autour des piles ;

- maîtriser les formules utiles en thermochimie et savoir faire des calculs simples ;
- savoir attribuer les domaines d'un diagramme E-pH ;
- analyser un titrage de façon méthodique.

3.2.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - Globalement bien traitée, même si de nombreux candidats perdent du temps à rappeler les règles pour établir la configuration fondamentale alors qu'elles ne sont pas demandées. Les quadruplets de nombres quantiques n'étaient pas tous demandés, il suffisait d'en fournir quelques-uns. Le nombre quantique secondaire de la sous-couche s est souvent mal identifié.

Q2 - La structure de Lewis est souvent correcte, mais ne saurait être complète sans la charge sur l'atome de bore. On rappelle que l'atome de bore doit respecter la règle de l'octet, l'hydrogène celle du duet, et qu'il est utile d'entourer la charge négative pour éviter de la confondre avec un doublet non liant. La géométrie tétraédrique est très souvent citée.

Q3 - Question souvent bien traitée. Il est plus rapide d'utiliser le volume molaire du gaz parfait fourni en annexe plutôt que l'équation d'état. La gestion d'un tableau d'avancement pose problème à quelques candidats.

Q4 - Le fait que le catalyseur n'a pas d'effet sur la thermodynamique, mais seulement sur la cinétique de la réaction, est très souvent connu des étudiants.

Q5 - Question très bien traitée. Certaines couleurs apparaissant très semblables après la numérisation des copies, il vaut donc mieux utiliser des symboles différents plutôt que des couleurs différentes pour une meilleure compréhension du dessin.

Q6 - La formule littérale est souvent juste mais l'application numérique a pu poser problème à certains.

Q7 - Question généralement mal comprise. Le jury attend des réponses concises mais argumentées, basées sur les distances interatomiques et leur comparaison avec les rayons atomiques.

Q8 - La détermination d'une population est acquise pour la majorité des candidats. Certains ont cependant oublié de répondre à la deuxième partie de la question sur la formule brute.

Q9 - La formule littérale a été compliquée à obtenir pour bon nombre de candidats. Il faut commencer par déterminer le nombre de molécules de dihydrogène (et non d'atomes d'hydrogène) dans la maille élémentaire. L'application numérique a également posé problème. Le volume molaire d'un gaz parfait était fourni dans les données.

Q10 - L'attribution des termes anode/cathode aux électrodes nécessite une justification succincte de même que leurs signes. La polarité d'une pile est une notion oubliée de trop nombreux candidats. Un raisonnement fondé sur le sens de circulation des électrons permet d'attribuer correctement la polarité.

Q11 - Souvent bien traitée. Le jury demande cependant un peu d'honnêteté intellectuelle quant à l'application numérique de e° , qui doit réellement être faite, et non une simple recopie de la valeur de e fournie par l'énoncé.

Q12 - Les formules littérales nécessaires à la résolution de la question sont majoritairement connues, mais il faut mener les applications numériques avec plus d'attention et préciser l'unité des grandeurs calculées.

Q13 - Le nombre d'électrons échangés a posé problème : une valeur de e° deux fois plus grande que celle calculée par une autre méthode devrait éveiller un questionnement chez les candidats. Laisser un tel résultat sans commentaire montre un manque de compréhension global de la partie.

Q14 - Il fallait remarquer que le zinc était le réactif limitant. La formule générale semble connue, mais le nombre d'électrons échangés n'apparaît pas toujours. Le jury encourage les candidats à détailler leur raisonnement.

Q15 - La formule littérale est connue et ceux qui avaient répondu à la question précédente ont pu aboutir.

Q16 - Bien traitée.

Q17 - Le jury attend une justification précise : plus le nombre d'oxydation augmente, plus le potentiel augmente.

Q18 - Question souvent mal traitée. Une fois le bon couple redox identifié, l'équilibrage de la demi-équation électronique a posé de nombreux problèmes et la formule de Nernst a été malmenée.

Q19 - Écrire les demi-équations électroniques afin d'équilibrer une réaction redox permet souvent d'éviter des erreurs. Toute remarque pertinente concernant la détection de l'équivalence a été prise en compte.

Q20 - Question difficile : ce type de protocole nécessite une lecture très méthodique pour bien comprendre les différentes étapes. Il est indispensable que le candidat détaille clairement son raisonnement au fur et à mesure, en expliquant ses notations et ses calculs, quitte à faire des applications numériques intermédiaires.

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, le jury tient à les féliciter.

3.3 Chimie - filière PC

3.3.1 Présentation de l'épreuve

L'épreuve de chimie de la session 2022 comportait cinq parties et 48 questions. Les trois premières parties abordaient différents aspects du graphène : structures cristallographiques du carbone, aspects

thermodynamiques et cinétiques de la croissance du graphène sur support, et enfin l'utilisation de feuillets de graphite dans les batteries Li-ion et l'incorporation de feuillets de graphènes dans les matériaux polymères.

Les deux dernières parties qui s'intéressaient à la production de graphène via une réaction de Diels-Alder et à la post-fonctionnalisation des adduits résultants faisaient surtout appel aux connaissances de chimie organique des candidats.

La longueur raisonnable du sujet et la diversité des thèmes abordés dans ces cinq parties globalement indépendantes permettaient au candidat d'exploiter au mieux ses connaissances et de montrer ses capacités.

L'essentiel du sujet a été abordé par la plupart des candidats. Dans la meilleure copie, 44 questions sur 48 ont été traitées.

3.3.2 Commentaires généraux

Comme l'année précédente, le jury encourage les candidats à ne négliger aucune partie du programme et notamment les thèmes abordés en première année (cristallographie, cinétique) qui, de par leur importance en chimie, sont amenés à être utiles lors des résolutions de problèmes.

Pour la partie de chimie organique, le jury rappelle qu'il attend TOUS les doublets non liants des atomes mis en jeu dans la réaction (trois doublets non liants sur l'oxygène se résume quelques fois à un unique doublet non liant). De même, la lacune doit explicitement être dessinée.

D'après le principe de micro-réversibilité, les étapes doivent être écrites avec des doubles flèches. Toutefois, le jury accepte qu'une simple flèche soit utilisée si la réaction est totale. Les mécanismes de type Addition/Élimination ne peuvent être représentés en un seul acte élémentaire en mettant des flèches numérotées ou de couleurs différentes sur le même intermédiaire : l'écriture explicite de l'intermédiaire tétraédrique est attendue.

Un minimum de précision est aussi attendu en ce qui concerne les flèches de mécanisme (d'où elles partent, où elles arrivent). Pour finir, rappelons que les coproduits doivent nécessairement être indiqués pour que l'équation-bilan de l'étape soit correcte.

3.3.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - Cette question qui ne posait pas de difficulté particulière a été globalement bien traitée.

Q2 - Beaucoup d'erreurs ont été commises dans l'expression du volume de la maille, dont la base n'est évidemment pas carrée. Très peu de candidats ont fait l'application numérique pour trouver la densité et beaucoup de résultats ont des ordres de grandeur aberrants. Le jury attend pourtant d'un candidat, à ce niveau de connaissances, qu'il prenne du recul pour critiquer son résultat et qu'il ait en tête l'ordre de grandeur d'une densité. Des résultats numériques comme 10^5 ou 10^{-8} ne devraient pas apparaître dans une copie.

Beaucoup de candidats ont eu du mal à exprimer les grandeurs utiles au calcul (paramètre de maille a , rayon de l'atome de carbone) à partir de la donnée fournie (distance C-C l_{CC}). Pour certains candidats, ces grandeurs semblaient même identiques.

Q3 - La conductivité du graphène n'a pas de lien avec sa densité ou avec sa compacité. La considération de la simple délocalisation par mésomérie n'est pas suffisante pour expliquer la conductivité électronique. Beaucoup d'interprétations farfelues ont été données.

Q4 - Cette question de cours a été très rarement bien traitée. Dire que « le graphène fait partie de la famille des diamants » n'est pas une réponse satisfaisante.

Q5 - Davantage de bonnes réponses que pour la question 1 ont été relevées, excepté pour les coordonnées des atomes.

Q6 - La notion de densité surfacique d'atomes n'a généralement pas été comprise.

Q7 - Il était attendu une justification précise de l'influence de la température en calculant l'enthalpie standard de la réaction et en s'appuyant sur la loi de Van't Hoff pour conclure. La définition des énergies de liaison n'est pas toujours rigoureuse et conduit à des problèmes de signe dans le cycle de Hess proposé. Rappelons que l'écriture d'un cycle thermodynamique, avec l'état physique des espèces bien précisé, est fortement recommandée pour éviter les erreurs.

Q8 - Q9 - Quand des données expérimentales sont fournies, il est attendu que les candidats en fassent une analyse précise. La réponse proposée (choix d'une température de travail, d'une concentration en méthane) doit s'appuyer sur le graphe ou la donnée commentée, et expliquer de façon concise la démarche qui conduit à la conclusion présentée.

Q10 - De même que dans les questions précédentes, il convient d'être précis et ne pas se contenter de proposer de travailler « à haute température » en renvoyant aux figures données.

Q11 - Très peu de candidats ont été attentifs au changement d'échelle en abscisse pour les deux diagrammes binaires. A $T = 1000^\circ\text{C}$, envisager le passage par une solution solide (solution de C dans Cu) dans le cas du support cuivre ne serait pas justifié d'après la très faible teneur en carbone de cette solution (de l'ordre de 0,04%), alors que c'est une étape envisageable pour la croissance du graphène dans le cas du support nickel (teneur x_C de l'ordre de 2 à 3 %).

Q12 - Cette question a posé problème à de très nombreux candidats. Elle nécessitait de bien s'appuyer sur les données de l'énoncé : il était clairement précisé l'expression à choisir pour la vitesse dans le cas d'une espèce adsorbée X^* , et il n'y avait pas lieu de considérer des concentrations de X^* . Dans certaines copies, il était difficile voire impossible de différencier les K majuscules (constantes d'équilibre) des k minuscules (constantes de vitesse). Le candidat doit veiller à être compréhensible pour le correcteur.

Q13 - L'équation différentielle étant donnée, le jury a été très surpris de constater que fort peu de candidats savaient la résoudre pour donner l'expression de la solution correspondant aux conditions initiales précises du sujet. Il restait souvent dans les expressions une constante d'intégration non élucidée. De même, rares sont les candidats ayant tracé l'allure correcte de la courbe.

Q14 - L'information donnée dans le sujet permettait de relier le niveau d'impureté à l'un des paramètres intervenant dans le taux de recouvrement et a généralement été bien utilisée pour conclure.

Q15 - La possibilité d'insertion des ions lithium entre deux feuillets était à justifier à partir des données numériques, rayons ionique et atomique et distance entre deux feuillets. L'affirmer sans s'appuyer sur les données était insuffisant.

Q16 - Q17 - Les demi-équations électroniques sont généralement correctes. Par contre, la polarité de l'électrode à la charge ou à la décharge est presque toujours fautive. Le fonctionnement d'une batterie n'est visiblement pas compris par la plupart des candidats. Souvent la demi-équation électronique est écrite avec un signe « = », sans préciser le sens d'évolution correspondant à la charge (ou la décharge). Il convenait de préciser les réactifs pour la charge et pour la décharge.

Q18 - Il convient évidemment de préciser « en charge » ou « en décharge » à côté des équations demandées.

Q19 - Peu de candidats ont fait attention à l'unité de la capacité, $A.h.kg^{-1}$ et non pas $Wh.kg^{-1}$.

Q20 - Le jury insiste sur la nécessité de faire l'application numérique pour donner une valeur approchée, et de ne pas se contenter d'une écriture fractionnaire. Cela permettait de faire un commentaire en relation avec les données d'énergies massiques usuellement rencontrées fournies dans le sujet.

Q21 - La définition du rendement doit être précise et compréhensible par le jury.

Q22 - La plupart des candidats utilisent les données des capacités spécifiques pour conclure quant aux pertes de surface spécifique sans faire préalablement un lien entre les deux grandeurs.

Q23 - Pour répondre à cette question de cours, il convenait d'utiliser les termes adéquats. Ainsi, le terme se « solidifie » correspondant à un changement d'état solide-liquide n'est pas adapté pour qualifier la modification des propriétés mécaniques des polymères thermodurcissables en élevant la température.

Q24 - Très peu de réponses correctes ont été proposées pour le motif du polymère. Le jury n'attendait pas de nom pour les différentes structures stéréochimiques mais simplement des schémas.

Q25 - Il convenait de définir le module d'Young pour expliquer sa variation avec l'ajout de nanofeuillets de graphène sur les courbes données.

Q26 - Toute réponse pertinente et argumentée était acceptée.

Q27 - L'influence de l'ajout de nanofeuillets de graphène était à relier à ce qui précédait.

Q28 - Le jury a accepté toute réponse montrant que le candidat était conscient que d'autres types de contrôle sont possibles. Le simple fait d'évoquer l'interaction entre la HO et la BV ne suffit pas : cette réponse doit être complétée par le choix de l'écart énergétique minimum et du recouvrement maximum.

Q29 - Cette question nécessitait une démarche soignée utilisant les données fournies dans l'énoncé : le calcul de l'écart énergétique entre les orbitales frontières était attendu, sans oublier l'unité (éventuellement remplacé par un schéma à l'échelle) pour justifier le choix des orbitales considérées. Les schémas des approches doivent préciser clairement les interactions. Trop souvent les schémas des OF ne sont pas corrects, même si le candidat a bien mentionné choisir la HO du cyclopentadiène et la BV de l'acrylate de méthyle. Fréquemment les atomes de carbone du cyclopentadiène engagés dans l'interaction ne sont pas les bons et les lobes des orbitales ne sont pas en phase. Le jury n'attendait pas le schéma des interactions secondaires, ni celui des produits obtenus.

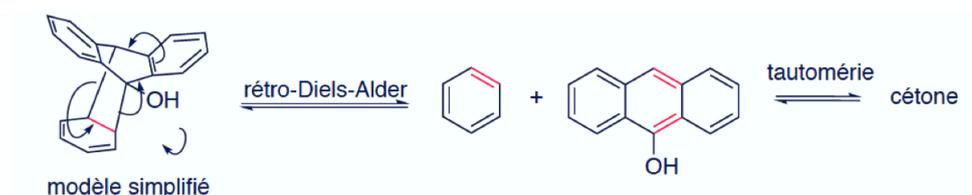
Q30 - La mention (ou schéma) du diène s-cis est attendue.

Q31 - Trop souvent le groupe hydroxyle est associé à un effet attracteur. Cet effet inductif attracteur est plus faible que l'effet donneur mésomère à considérer ici. Le jury attend la règle d'Alder pour justifier la réactivité. Certains candidats ont été déroutés par l'absence de schéma de l'anthracène, alors que la donnée de la structure du 9-hydroxyanthracène permettait de déduire celle de l'anthracène.

Q32 - Trop souvent les candidats invoquent la polarité des solvants qui ne joue qu'un rôle mineur ici à côté de la possibilité de formation de liaisons Hydrogène. Le jury attend un schéma de la liaison Hydrogène afin d'indiquer les atomes mis en jeu. Dans certaines copies, le solvant devient réactif pour déprotoner l'espèce considérée.

Q33 - Cette question a été assez bien traitée. Attention cependant à la flèche spécifique symbolisant la mésomérie, qui n'est pas toujours utilisée là où sa présence est obligatoire.

Q34 - Une erreur était présente dans le sujet. Les liaisons C-C de la notation simplifiée n'étaient pas bien positionnées. Le jury a donc accepté toute réponse cohérente à partir de la formule de l'énoncé. Elle conduisait à un mécanisme 4+4 qui n'est donc pas une réaction de rétro-Diels-Alder. Il aurait fallu partir de la formule suivante :



Q35 - Le jury attend qu'une fois la première aldolisation/crotonisation écrite en détail, le candidat indique simplement que le mécanisme est répété trois fois. L'écriture d'un dianion très peu probable a été sanctionnée : pas de double déprotonation suivie d'une double addition sur les carbonyles. Le jury rappelle également que la crotonisation doit se faire en deux étapes (mécanisme E1cb) et non une seule.

Q36 - L'utilisation du borohydrure de sodium se fait en excès ici : cela justifie donc l'obtention d'un diol.

Q37 - Peu de candidats ont été jusqu'au bout du mécanisme.

Q38 - Cette question a été très peu abordée. Il n'y a pas de problème d'encombrement stérique, il fallait commenter l'effet électronique mésomère donneur des groupes hydroxyles sur le caractère électrophile du carbone cétonique.

Q39 - L'écriture des demi-équations électroniques pour les deux couples mis en jeu est la méthode incontournable pour arriver à l'équation bilan correcte. La majorité des candidats propose une équation qui n'est pas bien ajustée, notamment sans variation du nombre d'oxydation de l'étain.

Q40 - L'énoncé demande une voie de synthèse de la molécule 7 ce qui inclut de préciser les réactifs à utiliser ainsi que leur nombre d'équivalents. Ainsi, indiquer « ajout d'une base » n'est pas une réponse suffisante.

Q41 - Cette question n'a pas toujours été bien traitée, les calculs de nombre d'oxydation étant trop souvent faux. Il convenait pour obtenir tous les points de calculer la variation du nombre d'oxydation.

Q42 - Un bilan non équilibré a été maintes fois proposé pour cette question. Lorsqu'il s'agit de commenter l'intérêt de l'utilisation du DCC, le jury attend une réponse précise et justifiée : on peut discuter de l'activation de l'électrophilie du carbone de l'acide carboxylique (et non « activation de l'alcool », ou « activation du OH » trop souvent rencontrées) ou du caractère nucléofuge amélioré pour le groupe partant formé.

Q43 - Quelques candidats pensent encore qu'il s'agit d'une substitution nucléophile. L'étude des réactions procédant par addition nucléophile suivie du départ d'un nucléofuge constitue pourtant un chapitre du cours de chimie organique.

Q44 - L'énoncé mentionne de présenter le résultat des attributions dans un tableau : beaucoup de candidats ne suivent pas cette consigne et pire, proposent une autre numérotation que celle indiquée dans l'énoncé. Cela nuit fortement à l'évaluation de cette question en obligeant le correcteur à un aller-retour vers une numérotation différente de celle attendue. La justification de la multiplicité ne se limite pas à évoquer la règle du $n + 1$ -uplet. Le jury attend la mention du nombre et la désignation explicite des noyaux d'hydrogène auxquels le noyau étudié est couplé.

Q45 - Les exceptions à la règle de Klechkowski étant toujours indiquées dans l'énoncé, le jury attend la configuration dans l'état fondamental qui découle de cette règle. Il a été surpris de trouver fréquemment des configurations électroniques fausses pour l'ion Ru^{2+} .

Q46 - La dénomination de bipyramide à base carrée a été acceptée, même si le jury s'étonne que les candidats n'utilisent pas la dénomination de géométrie octaédrique pourtant au programme.

Q47 - De fréquentes confusions entre nombre d'oxydation et nombre d'électrons de valence amenant à des nombres d'oxydation extrêmement élevés. Nommer une étape d'un cycle catalytique a souvent amené des réponses farfelues en contradiction directe avec les nombres d'oxydation calculés précédemment.

Q48 - Cette question a été très rarement traitée, ce qui est étonnant car les résines échangeuses d'ions sont au programme des activités expérimentales de PCSI « **Pratiquer une démarche expérimentale mettant en jeu une résine échangeuse d'ions** ».

3.3.4 Conclusion

Le jury félicite les candidats qui se sont investis avec sérieux dans leur préparation et ont montré leur intérêt pour la chimie par leur composition.

Il invite les futurs candidats à ne pas négliger les questions les plus ouvertes pour lesquelles de nombreux points sont attribués pour les étapes intermédiaires du raisonnement, même si la résolution n'aboutit pas à la conclusion.

3.4 Chimie - filière PSI

3.4.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de la session 2022 avait pour thème « chimie et énergie ». Il comportait trois parties indépendantes sur la filière hydrogène, l'étude d'une pile et un titrage du glucose dans un jus d'orange, ce qui permettait aux candidats de ne pas rester bloqués. Une large partie du programme était balayée à travers les 20 questions posées.

3.4.2 Analyse détaillée des questions

Q1 - Si la configuration électronique du bore a souvent été donnée correctement, les électrons de valence n'ont pas toujours été bien identifiés. On ne demandait pas seulement leur nombre mais de les situer dans la configuration proposée. Les quadruplets de nombres quantiques ont été rarement bien donnés.

Q3 - De nombreux candidats n'ont pas vu qu'ils pouvaient utiliser la donnée utile du volume molaire d'un gaz parfait fournie dans les annexes. L'utilisation de la loi des gaz parfaits était moins directe et a posé de nombreux problèmes en ce qui concerne les unités associées à cette relation pourtant fondamentale.

Q4 - La différence entre les notions de cinétique et la thermodynamique d'une réaction n'est pas toujours bien établie.

Q5 - Une représentation légendée, sans ambiguïté, était attendue.

Q6 - Les applications numériques doivent être effectuées le plus rigoureusement possible. En particulier, le calcul associé à cette question donnait une valeur entière assez facile à calculer ce qui a néanmoins posé beaucoup de problèmes.

Q7 - La justification de cette question repose sur l'évaluation des différentes dimensions de l'octaèdre. Une réponse non argumentée ne peut pas être valorisée.

Q9 - Cette question a rarement été bien traitée. Il s'agissait avant tout de comprendre ce que représente le volume molaire pour répondre correctement.

Q10 - Des réponses souvent approximatives, sans justification, ont été apportées.

Q12 - Les formules fondamentales de la thermodynamique ne sont pas toujours bien connues et les applications numériques posent, une nouvelle fois, de nombreux problèmes pour les candidats.

Q17 - L'attribution des domaines doit être justifiée, en faisant notamment le lien avec la question précédente qui portait sur les nombres d'oxydation de l'élément iode dans les différentes espèces considérées.

Q18 - Le coefficient directeur de la droite 2 est une grandeur dimensionnée. Toute réponse ne comportant aucune unité ne peut donc être valorisée.

Q19 - La réaction de titrage du diiode par les ions thiosulfate, bien que très classique, semble inconnue d'une grande partie des candidats.

Q20 - Cette dernière question, plus difficile, a rarement été bien traitée. Nous rappelons aux candidats que même s'ils n'arrivent pas au terme de la question (en particulier faute de temps), toute avancée significative dans la résolution du problème sera valorisée.

3.4.3 Conclusion

Le sujet était d'une longueur raisonnable et abordait plusieurs thèmes du programme. De nombreuses questions proches du cours permettaient de valoriser le travail des candidats sérieux s'étant investis dans la chimie en leur permettant d'obtenir une note très correcte à cette épreuve.

Le jury tient à féliciter ces candidats et encourage les futurs candidats à faire preuve du même sérieux dans leur préparation pour aborder dans les meilleures conditions l'épreuve de chimie de la prochaine session des concours.



4 Informatique

4.1 Informatique pour tous

4.1.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet d'informatique commune traitait cette année de la modélisation et la simulation de l'aimantation de matériaux magnétiques. Il comportait quatre parties, chacune d'entre elles abordant un aspect différent de l'étude de cette aimantation : étude de l'aimantation moyenne (partie I), du traitement d'une base de données des propriétés des matériaux magnétiques (partie II), étude du modèle d'Ising décrivant la transition paramagnétique-ferromagnétique (partie III), puis enfin (partie IV) l'étude de l'apparition de domaines magnétiques (*domaines de Weiss*) au sein du matériau, dans lesquels les moments magnétiques (ou *spins*) sont orientés dans la même direction.

Les 24 questions de l'épreuve balayaient une partie conséquente du programme d'informatique commune : gestion de listes (et de listes de listes), résolution numérique d'équations, complexité, récursivité, pile, bases de données. Certaines questions étaient d'un niveau élémentaire (importation de modules, requête SQL simple, calcul d'une moyenne...), quand d'autres exigeaient une maîtrise et une compréhension plus fines. L'épreuve abordait ainsi un large éventail de notions étudiées durant les deux années de préparation, et a permis d'évaluer et de classer l'ensemble des candidats.

4.1.2 Commentaires généraux

Les remarques effectuées dans le rapport 2021 s'appliquent pour une large part encore cette année.

- Si certaines copies sont très faibles (voire presque vides), certaines sont excellentes et frisent parfois la perfection. La longueur et la difficulté du sujet étaient ainsi tout à fait adaptées à ce type d'épreuve, ce qui a permis de classer les candidats.
- Cette année encore, le jury souhaite souligner l'importance de la présentation des copies. Certaines sont très brouillonnes, sales, voire parfois illisibles. Un nombre trop important de ratures nuit forcément à la lecture des codes Python produits, et peut même provoquer des erreurs de syntaxe. On peut certes tolérer quelques ratures propres (correction d'un oubli, d'une erreur de syntaxe), qui ne nuisent pas à la poursuite de la lecture ni à la structure des codes proposés, mais un code trop difficile à déchiffrer (excès de ratures ou de rajouts par le biais de flèches ou d'astérisques) est forcément sanctionné.
- Ainsi, la présentation des codes Python est primordiale : les candidats doivent prêter attention au choix des noms de variables, à l'insertion de commentaires pertinents dans le corps de leurs programmes (ou en amont si ces commentaires sont trop longs).
- De la même façon, une erreur ponctuelle de syntaxe (oubli des :, d'une parenthèse fermante) peut être tolérée. En revanche, l'absence récurrente des parenthèses (en écrivant par exemple systématiquement `for i in range n` ou `len L` ou lors de l'utilisation d'une fonction déjà codée)

a été sanctionnée. Le jury note également cette année une recrudescence d'erreurs de syntaxe problématiques : 10^{-6} , confusion entre `=` et `==` dans un test, utilisation abusive de `range` (dont les bornes et le pas doivent être entiers). Notons à ce propos la confusion fréquente entre les opérateurs `/` et `//` : par exemple, `range(a/b)` provoque une erreur, puisque `a/b` est un flottant (il convient alors d'utiliser la syntaxe `range(a//b)`). *A contrario*, `(a+b)//2` ne renvoie pas le flottant $\frac{a+b}{2}$: la syntaxe adéquate est dans ce cas `(a+b)/2`.

- L'importation des modules en Python doit être maîtrisée. Il existe plusieurs façons de procéder, qui ne doivent pas être confondues.
- Le sujet demandait explicitement de manipuler des listes en évitant expressément le module `numpy`. Les candidats doivent maîtriser la manipulation des listes, notamment :
 - la construction d'une liste élément par élément. Par exemple, l'initialisation d'une liste `L = []` suivie, dans une boucle `for`, d'une affectation `L[i] = elt` provoque une erreur. De même, l'instruction `L=h*[]` initialise la liste `L` à une liste vide (et pas à une liste de `h` listes vides).
 - l'ajout d'un élément à la fin d'une liste. Comme indiqué dans les rapports des années précédentes, la syntaxe `L.append(elt)` est à privilégier. D'une part, elle est plus efficace, mais elle est également moins source d'erreurs. L'emploi de la syntaxe `L = L + [elt]` (ou `L += [elt]`) a par exemple provoqué beaucoup d'oubli de crochets, quand `elt` était lui-même une liste.
- le parcours d'une liste a donné lieu à beaucoup d'erreurs, les candidats confondant les éléments d'une liste avec leur indice.
- la concaténation de listes (ou de listes de listes) a également donné lieu à beaucoup d'erreurs.
- la syntaxe du « slicing » des listes (pour ceux qui ont voulu l'utiliser) n'est pas toujours maîtrisée, notamment en ce qui concerne l'indice final ou l'utilisation des « : » (confondus avec des virgules).
- le caractère modifiable des listes en Python n'est pas compris par tous. Quand l'énoncé demandait par exemple de modifier une liste passée en paramètres, aucun `return` n'était attendu.

4.1.3 Commentaires spécifiques à chaque question

Q1 - Question plutôt réussie. L'utilisation de la fonction `tanh` devait être cohérente avec la question précédente. L'utilisation d'une fonction anonyme (à l'aide du mot clé `lambda`) n'était pas nécessaire, et a donné lieu à beaucoup d'erreurs de syntaxe.

Q2 - L'algorithme de dichotomie n'est pas suffisamment maîtrisé. Beaucoup de candidats confondent notamment $(b-a)/2$ et $(a+b)/2$ pour le calcul du milieu du segment $[a, b]$. Rappelons également qu'un test d'égalité entre deux flottants (visant à tester si l'on est tombé exactement sur une solution au cours de la dichotomie) n'est pas pertinent. La condition d'arrêt précisée dans l'énoncé n'a pas toujours été respectée.

Q3 - La complexité de l'algorithme de dichotomie n'est pas toujours connue. Parmi les candidats qui la détermine, la résolution de l'inéquation $\frac{b-a}{2^n} \leq \varepsilon$ a donné lieu à des erreurs regrettables de manipulation du logarithme.

Q4 - Beaucoup d'erreurs ont été commises concernant le calcul du pas utilisé pour la construction d'une subdivision régulière de 500 points de l'intervalle $[t_1, t_2]$. Outre les erreurs de syntaxe évoquées dans les commentaires généraux (concernant l'utilisation de `range` et l'erreur de syntaxe `10^(-6)`), beaucoup de copies ont oublié que si $t \geq 1$, alors $m = 0$.

Q5 - Question plutôt réussie dans l'ensemble.

Q6 - Attention à l'oubli du coefficient 4.5. Certains candidats ne savent pas comment obtenir deux attributs dans la même requête SQL. La syntaxe d'une jointure (et le choix des attributs adéquats) n'est pas assez maîtrisée.

Q7 - L'utilisation de `MIN` a souvent donné lieu à des erreurs de syntaxe.

Q8 - L'utilisation de `GROUP BY` et de `HAVING` (souvent confondu avec `WHERE`) est souvent erronée.

Q9 - Question facile. Les candidats doivent maîtriser l'initialisation d'une liste.

Q10 - L'alternance des 1 et -1 a donné lieu à de nombreuses erreurs.

Q11 - La conversion d'une liste en liste de listes est souvent problématique (initialisation d'une liste de listes, gestion et calcul des indices doubles)

Q12 - Question délicate à traiter. Pour ce genre de question, il est primordial d'expliquer sa démarche avant d'écrire des formules souvent indigestes. La recherche d'une solution en une ligne n'est pas à privilégier : le code obtenu est souvent illisible, voire faux, et même quand il est correct, il n'est pas forcément plus efficace (au contraire) qu'une solution plus naturelle utilisant une disjonction de cas.

Q13 - Beaucoup de confusions entre élément et indice d'un élément dans une liste.

Q14 - Beaucoup de candidats n'ont pas su gérer le côté probabiliste du changement de signe d'un spin.

Q15 - La détermination de la complexité d'une fonction ne se résume pas à compter le nombre de boucles `for` !

Q16 - Les candidats ayant bien traité les questions précédentes ont souvent réussi cette question. L'énoncé demandait uniquement de modifier la liste placée en paramètre.

Q17 - Question plutôt réussie.

Q18 - Beaucoup de candidats ont identifié deux boucles (de `n` et `n_tests` itérations respectivement), et en ont conclu à tort que la complexité était en $\mathcal{O}(n*n_tests)$.

Q19 - Question plutôt réussie par les copies ayant réussi la question précédente.

Q20 - Cette question a parfois donné lieu à des interprétations farfelues, parlant par exemple de pixels.

Q21 - Q22 - Q23 - Figurant en fin d'énoncé, ces questions ont permis de valoriser la prise de recul sur le sujet ainsi que la maîtrise de la récursivité et de l'utilisation des piles par les meilleurs candidats.

4.2 Informatique option MP

4.2.1 Généralités

Le sujet s'intéresse à l'analyse et à la programmation de méthodes de correction des erreurs dans un mot. Il est composé de trois parties : une première partie s'intéresse à la distance d'édition entre deux mots, une seconde partie à une représentation s'appuyant sur une structure d'arbres et de dictionnaires et une troisième partie traite de la manipulation de scripts de transformations.

27 questions composent le sujet.

Dans la première partie, il s'agit de mettre en œuvre des techniques usuelles d'analyse d'une fonction récursive puis de mémoïzation. Nous avons constaté que peu de candidats savent manipuler la mémoïzation.

Dans la seconde partie, le candidat doit s'approprier la structure élaborée des objets décrits (les tries). Il peut alors réfléchir convenablement aux fonctions demandées. Beaucoup de candidats ont éprouvé de grandes difficultés. Ils n'ont pas compris la structure donnée.

La troisième partie est très peu abordée convenablement.

Les candidats ont abordé de façon équilibrée les questions de programmation ainsi que les questions portant sur des démonstrations.

4.2.2 Analyse de forme

Les programmes présentés par les candidats respectent les règles d'indentation avec des retours à la ligne facilitant la lecture du code. Plusieurs 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.

Les correcteurs souhaitent mentionner la présence de preuves d'équivalence souvent imprécises lorsqu'elles sont conduites par une succession d'équivalences. Peu de compositions font la démonstration dans les deux sens.

Enfin, plusieurs copies renferment encore des expressions de la forme « c'est évident », « il est clair que ... », « trivial ». Ces expressions ne sont pas acceptées lorsque la question exige une justification et/ou bien une démonstration qui doit être convaincante et rigoureusement établie. De la même façon, on constate de façon généralisée un manque de rigueur dans la rédaction des preuves (ici notamment par récurrence ou induction). Beaucoup de candidats se contentent d'un descriptif approximatif et ne vérifient pas l'ensemble des hypothèses ou tirent des conclusions hâtives sans rappeler (ni vérifier, par extension) les conditions nécessaires à la validité du raisonnement.

4.2.3 Analyse par question

Q1 - Quelques erreurs surprenantes de typage de la fonction. Les justifications sont souvent approximatives. En particulier, $a \leq b$ n'implique pas que a et b sont des entiers.

Q2 - Une preuve par induction ou récurrence évite toute approche approximative. Peu de preuves complètes. D'autres sont trop approximatives.

Q3 - Même remarque.

Q4 - Il y a souvent confusion avec la complexité temporelle. On note une difficulté à argumenter la complexité annoncée.

Q5 - Bien traitée en général.

Q6 - Trop peu de bonnes réponses. Les candidats semblent déconcertés par la recherche d'une formule simple.

Q7 - Bien traitée en général même si beaucoup de candidats utilisent une approche très impérative qui nuit à la lisibilité.

Q8 - On constate dans cette question que beaucoup de candidats ne savent pas mettre en œuvre un algorithme de programmation dynamique et restent cantonnés à une approche récursive.

Q9 - Bien traitée en général quand la question précédente est faite.

Q10 - Peu traitée.

Q11 - Bien traitée en général.

Q12 - On constate une méconnaissance des différentes implémentations possibles d'un dictionnaire et de la complexité de l'opération d'insertion. Peu de réponses correctes.

Q13 - **Q14** - **Q15** - **Q16** - Ces questions nécessitent une bonne compréhension de la structure introduite dans l'énoncé. Elles nécessitent aussi une certaine rigueur dans la manipulation des types. Les candidats qui ont fait l'effort de compréhension et de rigueur donnent souvent des codes appropriés.

Q17 - La notion de structure persistante semble peu maîtrisée.

Q18 - Peu traitée.

Q19 - Beaucoup d'argumentations fantaisistes.

Q20 - Peu de bonnes réponses. Une confusion avec la structure usuelle d'automates en est sans doute la cause : peu de candidats ont perçu le caractère très spécifique ici.

Q21 - Peu traitée.

Q22 - Peu traitée.

Q23 - Beaucoup d'argumentations superficielles.

Q24 - **Q25** - **Q26** - **Q27** - Peu traitées.



5 Sciences Industrielles

5.1 Introduction

Le support commun retenu pour les sujets de Sciences Industrielles en MP et PSI est un stabilisateur gyroscopique de bateau développé par la société Seakeeper.

La solution retenue permet de palier les problèmes de mal de mer lorsque le bateau tourne autour de son axe longitudinal.

Le stabilisateur gyroscopique est constitué d'un rotor massif mis en rotation à très haute vitesse dans une enceinte sous vide. Par l'intermédiaire de vérins hydrauliques, l'enceinte est mise en rotation ce qui, combiné à la rotation du rotor, crée un couple gyroscopique permettant la stabilisation du bateau.

Pour pouvoir étudier ce type de système, il faut faire appel à des compétences dans les domaines mécanique, automatique et des compétences plus générales d'analyse. Il est également indispensable d'être capable de mener des développements mathématiques calculatoires avec rigueur, ce qui n'a pas toujours été constaté lors de la correction des copies.

Pour les deux filières, les auteurs ont volontairement proposé un questionnement privilégiant les activités d'analyse et de synthèse, au détriment de développements mathématiques plus lourds. Cependant, on ne peut étayer les conclusions exigées lors d'une activité d'ingénierie sans faire preuve d'un minimum de maîtrise et de rigueur dans l'utilisation des outils mathématiques, ce qui n'a pas toujours été constaté lors de la correction des copies.

5.2 Présentation du sujet en filière MP

Le sujet MP comprend 19 questions pour une durée de 3 heures.

Il y a 9 questions de mécanique, 6 questions d'automatique et 4 questions d'analyse. Il se décompose en 4 parties :

- Partie 1 : Présentation du système et de la problématique
- Partie 2 : Analyse des modes de fonctionnements. Analyser le comportement de l'écran tactile de contrôle par étude d'un diagramme d'état (analyse).
- Partie 3 : Modélisation dynamique du stabilisateur gyroscopique avec régulation hydraulique :
 - identifier les constituants du système (analyse) ;
 - réaliser des figures de calcul et calculer le taux de rotation du rotor (mécanique) ;

- justifier la forme de la matrice d’inertie associée au volant (mécanique) ;
 - compléter un graphe de liaisons (mécanique) ;
 - déterminer une équation de mouvement (mécanique) ;
 - linéariser l’équation de mouvement (mécanique) ;
 - détermination de fonctions de transfert issues de l’équation de dynamique. Analyser la stabilité (automatique) ;
 - déterminer des relations géométriques (mécanique) ;
 - justifier la direction d’un glisseur (mécanique) ;
 - déterminer un couple (mécanique) ;
 - formuler des hypothèses et proposer une relation approchée pour le couple (mécanique) ;
 - déterminer les fonctions de transfert de chaque constituant (automatique) ;
 - réaliser une simplification du schéma-bloc de l’ensemble (automatique) ;
 - proposer un modèle de comportement à partir d’une réponse indicielle et identifier ses paramètres (automatique).
- Partie 4 : Optimisation des performances du système de contrôle :
 - déterminer l’erreur statique pour un correcteur proportionnel (automatique) ;
 - régler le gain d’un correcteur à avance de phase (automatique) ;
 - analyser la réponse en roulis avec et sans stabilisation gyroscopique (analyse) ;
 - valider l’atténuation apportée par le dispositif de stabilisation (analyse).

Le sujet faisait appel à un très grand nombre de connaissances et compétences du programme de MP. Il n’était pas possible de faire l’impasse sur une connaissance particulière car quasiment tous les champs disciplinaires ont été abordés : géométrie, cinématique, modélisation des actions mécaniques, statique, dynamique, analyse et identification temporelle et fréquentielle, modélisation par schéma-bloc, manipulation de schéma-bloc, calcul de fonction de transfert, analyse des performances (stabilité, précision, rapidité), réglage de correcteur, chaînes fonctionnelles diagrammes d’état.

5.3 Présentation du sujet en filière PSI

Le sujet PSI comprend 25 questions pour une durée de 4 heures. Il y a 8 questions de mécanique, 11 questions d’automatique et 6 questions d’analyse. Il se décompose en 4 parties :

- Partie 1 : Présentation du système et de la problématique.
- Partie 2 : Modélisation dynamique du stabilisateur gyroscopique :
 - réaliser des figures de calcul et calculer le taux de rotation du rotor (mécanique) ;
 - compléter un graphe de liaisons (mécanique) ;

- indiquer l’origine de l’équation de dynamique (mécanique) ;
 - identifier un second ordre en temporel (automatique) ;
 - déterminer une équation de mouvement (mécanique) ;
 - linéariser l’équation de mouvement (mécanique) ;
 - analyser le comportement dynamique de stabilisation (analyse) ;
 - détermination de fonctions de transfert issues de l’équation de dynamique. Analyser la stabilité (automatique) ;
 - analyser la réponse en roulis avec et sans stabilisation gyroscopique (automatique).
- Partie 3 : Modélisation du régulateur hydraulique :
 - compléter un schéma des chaînes d’énergie et d’information (analyse) ;
 - compléter un circuit hydraulique (analyse) ;
 - réaliser un schéma cinématique du mécanisme d’orientation de l’enceinte (mécanique) ;
 - analyser les mobilités, l’hyperstatisme (mécanique) ;
 - déterminer les fonctions de transfert de chaque constituant (automatique) ;
 - réaliser une simplification du schéma-bloc de l’ensemble (automatique) ;
 - proposer un modèle de comportement et l’identifier pour simplifier (automatique) ;
 - donner le schéma-bloc du système asservi (automatique) ;
 - montrer que le système est stable avec un correcteur proportionnel (automatique) ;
 - déterminer l’erreur statique pour ce correcteur (automatique) ;
 - tracer les diagrammes de Bode du correcteur à avance de phase (automatique) ;
 - expliquer le réglage de ce correcteur (automatique) ;
 - analyser l’atténuation réalisée par le système complet (analyse).
 - Partie 4 : Mise en œuvre du système :
 - dimensionner le volant d’inertie connaissant la puissance maximale et le temps de mise en route (mécanique) ;
 - analyser le comportement de l’écran tactile de contrôle par étude d’un diagramme d’état (analyse) ;
 - proposer une modification du diagramme d’état (analyse).

Le sujet faisait appel à un très grand nombre de connaissances et compétences du programme de PSI. Il n’était pas possible de faire l’impasse sur une connaissance particulière car tous les champs disciplinaires ont été abordés : cinématique, dynamique, énergétique, théorie des mécanismes, identification temporelle et fréquentielle, modélisation par schéma-bloc, manipulation de schéma-bloc, calcul de fonction de transfert, analyse des performances (stabilité, précision, rapidité), tracé des diagrammes de Bode, réglage de correcteur, diagrammes d’état.

5.4 Analyse détaillée du sujet en filière MP

Q1 - Cette question a été bien traitée dans l'ensemble. Une lecture attentive du chronogramme a permis aux étudiants d'identifier la chronologie des éléments affichés. La dernière partie de la question sur les actions impossibles a souvent été omise.

Q2 - Cette question a été très bien traitée. L'identification du constituant agissant sur l'angle de roulis a posé quelques difficultés.

Q3 - Cette question a très souvent été bien traitée. Quelques erreurs ont été faites sur la figure avec le vecteur \vec{y} normal à la feuille. Il fallait obligatoirement indiquer les vecteurs normaux à la feuille et veiller à avoir une orientation directe. Plusieurs erreurs de projections du vecteur \vec{x}_1 dans la base 2 ont été relevées. Quelques rares candidats ont donné le vecteur taux de rotation avec des angles plutôt que les dérivées des angles !

Q4 - Les réponses formulées à cette question de cours ont été bien trop souvent partielles. Il convenait de citer l'axe (point + vecteur) de révolution dans la symétrie matérielle. Quelques candidats confondent axe de rotation de la pièce avec axe de révolution pour la symétrie matérielle !

Q5 - La structure en chaîne ouverte a bien été comprise par les candidats et les liaisons sont quasiment toujours correctement renseignées (point, axe). L'action de la pesanteur a parfois été oubliée. Par contre beaucoup de candidats se sont trompés et ont renseigné l'action moteur en provenance de l'extérieur alors que l'action se fait par réaction entre 2 solides.

Q6 - Le choix de l'équation à écrire a été bien réalisé par les candidats. Par contre, il est important de réaliser l'étude avec rigueur, une équation de moment nécessite la définition d'un axe (1 point et 1 vecteur) et le bilan des actions mécaniques extérieures se doit d'être exhaustif (manque les AMs de liaisons ou ajout du couple moteur qui est pourtant une AM interne).

La définition des moments cinétique et dynamique est parfois ambiguë ! Il n'y a pas ou peu de justifications des simplifications (masses/inerties négligeables, points fixes, etc.) et c'est pourtant ce qui est attendu pour la notation. Le résultat du calcul a été souvent déterminé et donné dans le cadre mais le détail des calculs n'est pas toujours présent ce qui complique la notation, notamment en cas d'erreur. Certains résultats présentés ne sont pas homogènes.

Q7 - Cette question a été bien traitée par les candidats l'ayant abordée.

Q8 - Très souvent correctement réussie. Certaines justifications de la stabilité sont plus laborieuses que d'autres. On rappellera que dire qu'un système est « un second ordre » n'est pas un critère suffisant pour dire qu'un système est stable (exemple gyropode). Il faut préciser que les coefficients sont de même signe. Donner la définition de la stabilité par le signe des pôles n'est pas suffisant si ceux-ci ne sont pas calculés !

Q9 - Cette question a été globalement bien initiée par les candidats. La finalisation nécessitait de réaliser les projections avec rigueur afin d'éviter les erreurs de signe voire d'homogénéité. Certains choix de méthode inappropriées ont conduit les candidats dans l'impasse (approche cinématique, constructions graphiques diverses...).

Q10 - Le choix de l'isolement effectué a souvent été erroné ou non indiqué (tige ou corps seul du vérin au lieu du vérin complet). L'isolement d'un ensemble de solides soumis à deux glisseurs et les résultats de cours associés ne sont que très peu mis en avant.

Q11 - Le choix de la méthode est souvent erroné (application d'un PFS alors qu'il s'agit de l'expression d'un moment). Des erreurs dans les calculs, les formules de changement de point ont été observées.

Q12 - La formulation des hypothèses a été bien traitée dans l'ensemble par une grande partie des candidats. Une relation approchée de C_h a pu être proposée par les candidats ayant répondu à la question 11. (cohérence du résultat et expression sans γ_a ou γ_b).

Q13 - Cette question a généralement bien été réussie. Les erreurs sont principalement dues à l'inversion entre entrée et sortie (E/S au lieu de S/E). Certains ne font que donner la définition générique en adaptant les variables d'entrée et de sortie à celles du sujet !

Q14 - De bonnes réponses fournies. Il est juste regrettable que certaines propositions soient laissées « brutes » alors qu'elles sont généralement facilement simplifiables. Parfois aucun détail de calcul indiqué sur la copie (certainement fait au brouillon) ne permet de détecter d'où proviennent les erreurs et d'attribuer des points. Il est rappelé qu'il est possible d'utiliser une méthode graphique pour déterminer l'équivalence par déplacements de blocs mais qu'on peut également utiliser une méthode analytique de lecture du schéma-bloc.

Q15 - La question demandait de proposer un modèle à partir d'un relevé temporel. Tout choix effectué nécessite de fournir une justification, bien trop souvent absente.

La méthode de détermination des paramètres caractéristiques est rarement explicitée. Des calculs partiels sont alors proposés et les valeurs des paramètres ne sont pas systématiquement accompagnées de leurs unités.

Q16 - La formule attendue est souvent connue (aux quelques erreurs près). Pas toujours justifiée, parfois retrouvée par le calcul. Des confusions ont été faites entre l'erreur et la valeur finale du signal. La signification d'une erreur de 5% a souvent été mal interprétée, une erreur=5% ne voulant rien dire, la valeur de l'erreur étant proportionnelle à la valeur attendue en consigne. Beaucoup trop d'erreurs de calculs sur une simple division. Très peu indiquent l'unité.

Q17 - De bonnes réponses. Quelques erreurs sur la translation à effectuer. La méthode développée n'est pas toujours explicitée de manière approfondie.

Q18 - L'expression de l'angle $\alpha(t)$ en régime permanent est fournie souvent sans faire apparaître le déphasage φ .

Il y a quelques réponses mélangeant les grandeurs temporelles et de Laplace ou proposant une expression qui n'est pas de même nature que l'entrée. La lecture des valeurs est pertinente, mais cela manque parfois de précision. Beaucoup ont conclu sur le déphasage mais peu sur le rapport d'amplitude (et non l'amplitude). Certains ont comparé l'évolution en fonction de la pulsation et non l'évolution en fonction de la stabilisation.

Q19 - De bonnes réponses ont été formulées par les candidats mais des erreurs de lecture graphique ont été repérées (souvent sans justification ce qui ne permet pas de comprendre pourquoi).

5.5 Analyse détaillée du sujet en filière PSI

Q1 - Cette question a très souvent été bien traitée. Quelques erreurs ont été comises sur la figure avec le vecteur \vec{y} normal à la feuille. Il fallait obligatoirement indiquer les vecteurs normaux à la feuille.

Plusieurs erreurs de projections du vecteur \vec{x}_1 dans la base 2 ont été relevées. Quelques rares candidats ont donné le vecteur taux de rotation avec des angles plutôt que les dérivées des angles !

Q2 - La structure en chaîne ouverte a bien été comprise par les candidats et les liaisons sont quasiment toujours correctement renseignées (point, axe). L'action de la pesanteur a parfois été oubliée. Par contre beaucoup de candidats se sont trompés et ont renseigné l'action moteur en provenance de l'extérieur alors que l'action se fait par réaction entre 2 solides.

Q3 - Cette question a été bien traitée. On peut noter quelques maladroresses sur le nom de l'équation (équation de moment du PFD ou TMD) et quelques oublis sur les caractéristiques. Il faut bien donner l'axe pour une équation de moment c'est-à-dire un point plus un vecteur.

Certains ont tenté de faire la démonstration alors que ce n'était pas demandé. Il faut bien répondre à la question posée uniquement pour éviter de perdre du temps.

Q4 - La détermination de k_b et f_b à partir de ξ et ω_0 n'a pas posé de problème. L'application numérique n'était pas demandée. Par contre la détermination de ξ et ω_0 de manière graphique a peu été réussie dans l'ensemble. L'indication du sujet pas toujours prise en compte. L'utilisation des abaques est parfois hasardeuse. Certains ont tenté de reprendre les valeurs numériques données plus loin ce qui a été pénalisé s'il n'y avait pas d'explication.

Q5 - Beaucoup de candidats ont fait un inventaire parfois erroné incluant l'action du moteur (en partie dû à la question 2 ou n'ont pas fait l'inventaire des actions mécaniques extérieures. Pour l'énoncé du théorème, les mêmes remarques que celles faites pour la question 3 s'appliquent. La définition des moments cinétique et dynamique est parfois ambiguë ! Il n'y a pas ou peu de justifications des simplifications (masses/inerties négligeables, points fixes, etc.) et c'est pourtant ce qui est attendu pour la notation. Le résultat du calcul a été souvent déterminé et donné dans le cadre mais le détail des calculs n'est pas toujours présent ce qui complique la notation.

Q6 - Quelques très rares erreurs pour ceux ayant traité la question.

Q7 - Cette question a assez souvent bien été réussie avec quelques erreurs de permutations. Il est étonnant que plusieurs candidats ne soient pas capables de lire correctement une consigne qui indique de rayer et non d'entourer les propositions du tableau.

Q8 - Très souvent correctement réussie. Certaines justifications de la stabilité sont plus laborieuses que d'autres. On rappellera que dire qu'un système est « un second ordre » n'est pas un critère suffisant pour dire qu'un système est stable (exemple gyropode). Il faut préciser que les coefficients sont de même signe. Donner la définition de la stabilité par le signe des pôles n'est pas suffisant si ceux-ci ne sont pas calculés !

Q9 - Très peu de candidats ont déterminé correctement $\alpha(t)$ à partir des données d'un diagramme de Bode qui contient (pour rappel) un gain soit une amplification de l'entrée et une phase soit un décalage temporel des oscillations de l'entrée. L'expression était demandée en régime permanent où la réponse est de même nature que l'entrée à savoir sinusoïdale avec un changement d'amplitude et un déphasage. Beaucoup ont cru qu'il fallait faire intervenir une exponentielle (régime transitoire).

Les mesures ont généralement été correctes. Beaucoup d'erreurs ont été faites sur la compréhension de l'indication du sujet 10^x . Beaucoup ont conclu sur le déphasage mais peu sur le rapport d'amplitude (et non l'amplitude). Certains ont comparé l'évolution en fonction de la pulsation et non l'évolution en

fonction de la stabilisation. Il est important de bien relire les réponses données pour voir si elles ont du sens. Pour rappel, aucune connaissance dans un domaine particulier (ici le domaine maritime) n'est exigible donc des conclusions trop spécifiques ne peuvent être attendues.

Q10 - Il est étonnant de voir qu'un bon nombre de candidat ne maîtrise pas le schéma chaîne d'information/chaîne d'énergie et n'est pas non plus capable de s'adapter, par conséquence, aux éléments préremplis. Ainsi, beaucoup n'ont pas vu qu'un verbe était attendu en position haute des « blocs » (cf. bloc en fin de schéma). De plus, certainement par habitude, les candidats ont trop souvent cru que l'énergie d'entrée était électrique alors qu'elle était hydraulique (attention aux fautes d'écriture de ce terme). Cette question a été très mal réussie dans l'ensemble alors qu'il s'agissait d'une question simple pour laquelle tous les éléments étaient donnés dans le texte. Elle montre le manque de culture technique de certains candidats qui ne peut être améliorée que par un questionnement à travers les travaux pratiques.

Q11 - Cette question a été réussie par ceux ayant traité la question. Pour ceux n'ayant pas réussi, c'est très souvent la compréhension du servo-distributeur qui a posé problème ce qui se traduit par une volonté de relier les commandes du servo-distributeur aux vérins.

Q12 - Il est étonnant que beaucoup n'arrivent pas à associer un type de contact à une liaison (les contacts étaient donnés sur la figure). On se retrouve alors à modéliser un contact cylindrique par une liaison sphère-cylindre ou une cylindre-plan par exemple. Il est également à noter qu'il y a énormément de confusion entre les symboles de liaisons pivot glissant et glissière (dans un sens comme dans l'autre) ce qui pose des problèmes de cohérence avec la question suivante. Quelques confusions pivot/rotule certainement dues au recopiage du schéma de la question 11. Beaucoup de propositions, même en se trompant de liaisons, ne permettent tout simplement pas d'avoir un système dont le fonctionnement est possible.

Il est très important de s'entraîner régulièrement au tracé de schémas cinématiques fonctionnels en ayant notamment bien compris la représentation très courante d'un ensemble pivot-rotule/pivot glissant/pivot-rotule correspondant au montage classique d'un vérin.

Q13 - Quelques confusions sur la définition d'une mobilité utile. Il n'est pas possible de donner les mobilités sans indiquer à quoi elles correspondent. On demandait bien dans le texte de dissocier les mobilités utiles (ici 1 seule) et les mobilités internes (ici 2). En fonction de la modélisation retenue à la question précédente, on pouvait accepter différentes mobilités internes mais il fallait indiquer leur origine. Il y a eu quelques erreurs sur le calcul du nombre cyclomatique et/ou le dénombrement des inconnues (en cinématique ou en statique). Il n'y a quasiment pas eu de réussite sur la détermination de la contrainte géométrique attendue (contrainte de distance selon le plan d'étude). Les contraintes générées par des erreurs de modélisation (question 12) n'ont pas été prises en compte.

Q14 - Cette question a généralement bien été réussie. Les erreurs sont principalement dues à l'inversion entre entrée et sortie (E/S au lieu de S/E). Certains ne font que donner la définition générique en adaptant les variables d'entrée et de sortie à celles du sujet !

Q15 - Beaucoup de bonnes réponses ont été fournies. Il est regrettable que certaines propositions soient laissées « brutes » alors qu'elles sont généralement facilement simplifiables. Parfois aucun détail de calcul indiqué sur la copie (certainement fait au brouillon) ne permet de détecter d'où proviennent les erreurs et d'attribuer des points. Il est rappelé qu'il est possible d'utiliser une méthode graphique pour

déterminer l'équivalence par déplacements de blocs mais qu'on peut également utiliser une méthode analytique de lecture du schéma-bloc.

Q16 - Cette question a été généralement correctement réussie. Les principales erreurs proviennent de définitions mal maîtrisées (gain à la pulsation de résonance, gain à la pulsation propre, etc.). Beaucoup de mentions de filtre ont été faites alors que ce n'est pas le diagramme de Bode d'un correcteur. Il est agaçant de constater également un manque de maîtrise du vocabulaire : dépassement/surtension/pic/résonance, pulsation propre/de coupure/de cassure/de résonance.

De plus, une vérification de l'homogénéité permettrait souvent de corriger certaines erreurs.

Q17 - Cette question n'a pas posé de problème et a souvent été correctement réussie. La structure de l'asservissement était classique.

Q18 - Les erreurs proviennent principalement des méthodes utilisées dont il n'est pas précisé si elles s'appliquent à la FTBF ou la FTBO, d'où certaines confusions entre les critères s'appliquant à la FTBO et celles s'appliquant à la FTBF.

Q19 - La formule attendue est souvent connue (aux quelques erreurs près) mais pas toujours justifiée (donner la FTBO et sa classe), parfois elle est retrouvée par le calcul ce qui fait perdre du temps. La signification d'une erreur de 5% a souvent été mal interprétée, il s'agissait de calculer l'erreur et d'exprimer sa valeur par rapport à la consigne d'entrée en échelon. Ce rapport ne devait pas dépasser 5%. Beaucoup trop d'erreurs de calculs sont faites sur une simple division. Très peu de candidats indiquent l'unité.

Q20 - Cette question a été très souvent réussie mais peu ont obtenu tous les points car certains éléments de construction ne sont pas indiqués (valeurs particulières à basse / haute pulsation ou pour le maximum de phase, points caractéristiques, etc.). Ce diagramme est pourtant un élément direct de cours.

Q21 - Beaucoup trop d'erreurs de lecture d'une échelle logarithmique. 10 ne se trouve pas à la graduation juste après 100. Ce qui conduit à des erreurs sur φ_{max} . La détermination du gain n'a généralement pas été satisfaisante en confondant la méthode attendue par celle d'un « simple » correcteur proportionnel.

Q22 - Des erreurs de lecture graphique sont faites (souvent sans justification ce qui ne permet pas de comprendre pourquoi l'erreur a été commise).

Beaucoup de candidats comparent des valeurs en indiquant seulement si le résultat est plus grand ou plus petit alors que l'ordre de grandeur de l'augmentation/diminution est beaucoup plus pertinente. Trop d'approximations dans la mesure des amplitudes d'un signal sinusoïdale sont observées.

Q23 - Cette question ouverte permettait de détecter les capacités d'initiative des candidats. L'application d'un TEC nécessite de préciser les hypothèses, de faire le bilan des actions mécaniques ou des puissances à calculer. Il est important de travailler de manière littérale puis de ne faire les applications numériques qu'une fois que l'expression est obtenue.

Q24 - Beaucoup de candidats ont abordé cette question qui nécessitait de savoir lire le diagramme d'état proposé. La plupart ont oublié d'indiquer sur le chronogramme les situations qui n'étaient pas possibles. Il est dommage que certaines réponses semblent avoir été données au hasard.

Q25 - Cette question demandait une modification de transitions qui posaient problème sur le diagramme d'état. Il fallait remarquer que dans l'énoncé il est dit qu'il y a un capteur de vitesse et utiliser cette information pour éviter des temps d'attente trop importants. La syntaxe d'une transition est importante et peu de candidats l'utilisent correctement, cependant ce point n'a pas été sanctionné.

5.6 Analyse générale des copies et conseils aux candidats

Les sujets proposés dans les filières (MP et PSI) ont permis aux candidats d'exprimer pleinement les connaissances et savoir-faire acquis au cours de leur formation en classe préparatoire aux grandes écoles.

En général, quelle que soit la filière, les candidats qui ont le mieux réussi sont ceux qui ont :

- rendu une copie lisible tant sur le plan de l'expression, orthographe comprise, que sur le plan de la taille et de la qualité de l'écriture ;
- clairement identifié le champ disciplinaire auquel se rattache la question abordée et on su mettre en œuvre les méthodes de résolution appréhendées au cours de leur formation ;
- répondu aux questions en indiquant clairement leurs hypothèses et leurs démarches bien avant de se lancer dans de longs, fastidieux (voire infructueux) développements analytiques ;
- su conclure, en cohérence, à partir de leurs propres résultats et des contraintes données par le cahier des charges.

De manière plus spécifique, nous voudrions revenir sur quelques points importants :

- nombre de questions abordées : les candidats doivent faire preuve de combativité durant l'épreuve, de trop nombreux candidats se découragent alors que le sujet proposait au fil du questionnement plusieurs problématiques abordables indépendantes ;
- trop de candidats délaissent de larges parties du programme de Sciences Industrielles, ce qui a pour conséquence de rendre impossible l'étude de tout le sujet ;
- il est impératif de donner dans un premier temps les résultats sous leur forme littérale, même si le sujet ne le demande pas explicitement, cela permet notamment de vérifier l'homogénéité des résultats ;
- il faut systématiquement s'interroger sur les ordres de grandeur des applications numériques quand cela est possible (le rotor ne pouvait pas faire 10m de longueur) ; trop de candidats laissent sans commentaires des valeurs aberrantes ;
- les réponses doivent être justifiées, les réponses brutes n'ont pas été valorisées par la notation ;
- l'énoncé des théorèmes de mécanique doit être complet : il faut donner le nom du théorème ou l'équation du PFD mais surtout la direction de projection pour un TRD et un axe pour le TMD (c'est-à-dire un point et un vecteur).

Le jury conseille aux futurs candidats de :

- pratiquer un apprentissage plus soutenu du cours de Sciences de l'Ingénieur. De nombreuses questions de cours ont été souvent mal traitées ;
- travailler les compétences spécifiques telles que diagrammes SysML, schéma cinématique et/ou graphes de liaisons, chaînes fonctionnelles, schéma-blocs, ... ;
- de s'entraîner pour bien maîtriser les méthodes et les démarches de résolution en mécanique et automatique qui sont la base pour répondre à des problèmes d'ingénierie sur des systèmes complexes ;
- ne pas privilégier certains types de questions ou de parties du programme abordées à l'intérieur du sujet ;
- conclure chaque partie en faisant un retour systématique aux exigences du cahier des charges en nommant précisément les exigences visées et/ou les valeurs attendues ;
- faire l'effort d'approfondir sa culture technologique durant les 2 années de préparation aux concours.



6 Français

6.1 Présentation du sujet

Pour cette session 2022, les étudiants se présentant à l'épreuve de Français-Philosophie ont été confrontés à une citation de Gérard Macé :

« *L'enfance est comme les copies flammes qui rétrécissent avec le temps, pour ne plus laisser voir que les ombres mouvantes.* »

Gérard Macé, *L'Art sans paroles*, Paris, Le Promeneur, 1999, p. 33.

Vous direz dans quelle mesure cette citation éclaire votre lecture des œuvres inscrites cette année à votre programme : *Emile ou de l'éducation* de J.-J. Rousseau (livres I et II), l'anthologie de *Contes* d'Andersen traduits par Marc Auchet (Livre de Poche Classiques) et *Aké, les années d'enfance* de W. Soyinka.

6.2 Remarques préliminaires

6.2.1 L'auteur et l'œuvre

Professeur de Lettres, Gérard Macé est aussi un « poète essayiste », critique, traducteur, voyageur et depuis, une quinzaine d'années, photographe. Il est l'auteur de plusieurs livres dont *Le Derniers des Égyptiens* (prix France Culture en 1989), et de quelques ouvrages poétiques grâce auxquels il reçut le Grand prix de poésie de l'Académie française en 2008.

Dans *L'Art sans paroles*, Gérard Macé s'intéresse à trois domaines artistiques muets : la pantomime, le cinéma muet et le cirque, dont il rappelle à la fois l'origine, l'évolution, la magie et le mystère tout en les rapprochant, notamment à partir de l'étymologie *infans*, de l'enfance, et donc de l'homme.

« La pantomime, le cinéma muet, le cirque : ces trois spectacles sans paroles (mais pas toujours silencieux) sont loin d'être privés de sens, même si le visage, les gestes, le corps tout entier s'expriment en se passant de discours, ce qui dans le monde d'aujourd'hui est presque une forme de résistance. Ces trois arts si proches de l'enfance à proprement parler, puisqu'ils sont muets, proposent d'autre part un traité du style et de la composition, car l'impeccable enchaînement de leurs figures est un savant dosage d'audace et de rigueur, de mémoire et d'improvisation. Ce ne sont pas pour autant des refuges à l'abri des violences de l'histoire : sur la scène, l'écran ou la piste, la réalité fait parfois irruption comme un courant d'air déséquilibrant les funambules que nous sommes, ou comme une bête fauve dévorant les dompteurs que nous prétendons être. »

La citation donnée se trouve au début de la II^e partie du livre, consacrée au cinéma muet, dont elle constitue plus exactement les premières lignes. Gérard Macé joue à nouveau, un peu à la manière de Rousseau finalement, sur le lien entre cinéma, infans, origine des langues et origine de l'homme :

« L'histoire du cinéma se confondant avec l'histoire de chacun, grâce à ses débuts nous retrouvons l'époque où nous parlions dans toutes les langues, c'est-à-dire dans aucune, en articulant des sons effacés aussitôt. »

6.2.2 Analyse du sujet

Le sujet proposé cette année aux candidats, plus court que celui des années précédentes, avait le mérite de leur rappeler la nécessité de mener au brouillon une analyse fine et précise de la citation et, par-là, les bases mêmes de l'exercice de dissertation. Trop d'entre eux en effet, nous y reviendrons, n'en ont retenu qu'un mot ou deux, n'ont porté leur attention que sur la note de bas de page, pour plaquer ensuite des plans ou des paragraphes préconçus, plus ou moins bien appris et restitués, la plupart du temps hors-sujet, loin de saisir la pensée générale sur l'enfance et le temps, exposée poétiquement il est vrai, de Gérard Macé.

A travers cette citation, dont nous pouvons dégager trois moments, Gérard Macé cherche en effet à saisir l'essence de l'enfance, sa nature propre, ce que révèle l'emploi du verbe « être ». Pour ce faire, il s'appuie d'abord sur une comparaison entre l'enfance et « les copies flammes ». Concrètement, l'enfance est assimilée aux anciennes pellicules utilisées au cinéma. L'enfance apparaît comme un support sur lequel des images se fixent, défilent – nous avons tous en tête l'expression courante, empruntant là encore au Septième art, de voir défiler le film de sa vie, de son existence. L'enfance est ainsi cette période où vont s'enchaîner des moments marquants, heureux ou malheureux. La proposition relative qui suit a une valeur explicative : elle insiste sur la fragilité de ces films flammes, et donc de l'enfance, à cause de l'effet inexorable du temps : « qui rétrécissent avec le temps ». Le temps passe, abîme et détruit tout, engendrant usure et amenuisement. De même que les images sur la pellicule s'effacent, qu'elle-même se plie et se réduit, de même l'enfance s'éloigne progressivement. Une rupture s'établit entre l'enfant et l'adulte dont les souvenirs de jeunesse finiront sans doute par disparaître.

La fin de la citation explicite cette conséquence : « pour ne plus laisser voir que les ombres mouvantes. » A travers la négation et la restriction, le constat semble sans appel : après le passage destructeur du temps, il ne reste que des fantômes lointains, des silhouettes floues : les moments nets et lumineux de notre enfance nous sont devenus, en grandissant, de vagues éléments confus, changeant de formes et d'aspects, difficiles à percevoir en même temps qu'ils semblent continuer de hanter notre esprit en proie alors à la nostalgie.

6.2.3 Problématisation

Gérard Macé propose une vision assez sombre de l'enfance, ou plutôt de l'effet du temps sur l'enfance. Selon lui, l'enfance passe et ne revient pas, ne laissant que quelques traces vagues dans l'esprit de chacun. Une première question se pose concernant le passage du « temps ». Est-il forcément ce « dieu sinistre, effrayant, impassible » ? L'auteur de la citation parle de rétrécissement or, et les œuvres au programme nous en fournissent de nombreux exemples, les enfants, avec l'âge, grandissent ; certains d'entre eux veulent même quitter l'enfance et devenir adultes.

D'ailleurs, les empreintes que l'enfance laisse en nous ne sont-elles que de simples « ombres mouvantes » ? N'y-a-t-il pas des traces indélébiles révélant combien l'enfance marque l'adulte et le constitue déjà, durablement ?

Enfin, parce que c'est un fait, chronologique, physiologique, naturel, l'enfance passe, mais les images des « copies flammes » s'effacent-elles totalement ? N'existe-t-il pas un moyen de les protéger de l'oubli

et de la destruction, voire de les faire renaître ? Auquel cas la comparaison avec « les copies flammes » montrerait ses limites.

6.2.4 Problématiques possibles

L'enfance est-elle vouée à disparaître inexorablement tandis que les images restantes hanteront l'adulte nostalgique ? L'enfance peut-elle durer éternellement ? Peut-elle échapper à la dégénérescence qui est le triste lot des supports physiques auxquels le sujet la compare ?

6.3 Commentaires généraux sur les copies et rappels méthodologiques

6.3.1 L'introduction

Rappels méthodologiques

L'introduction est un moment clé de la dissertation que les étudiants ne sauraient négliger. Avant de faire des constats sur les copies que les membres du jury ont lues, on rappellera quelques points de méthode.

L'introduction se compose en effet de différentes étapes, incontournables et liées entre elles :

- l'**amorce**, évitant ainsi de reprendre immédiatement la citation ; au contraire cette accroche, qui doit être brève, amène de façon simple et claire le sujet, qu'il s'agisse d'une considération générale, d'une citation bien choisie... L'important est qu'elle soit reliée véritablement et non artificiellement au sujet ;
- la **reprise du sujet**, entre guillemets, cité avec sa source (auteur, œuvre, date) et inséré correctement au propos ;
- l'**analyse du sujet** qui, en définissant les termes, en étudiant la syntaxe, les figures de style, le temps des verbes, la formulation... , reformule la citation dont elle dégage les enjeux, établit la cohérence et la dynamique ;
- la **problématisation** comme mise en évidence des points de discussion possibles du sujet ;
- la formulation de la **problématique** qui doit être claire, simple, unique et sous forme interrogative : il s'agit de mettre en question et en tension la pensée de l'auteur, avec ses spécificités, plutôt que de plaquer de vagues questionnements abordés au cours de l'année et auxquels les étudiants tentent parfois, maladroitement, de se raccrocher ;
- la mention des **œuvres du programme** (titre + auteur) sans qu'il s'agisse d'une présentation précise – qui serait trop longue – des ouvrages étudiés ;
- l'**annonce du plan**, là encore simple et précise, suivant un raisonnement logique et évitant les « *dans un premier temps nous étudierons la thèse de l'auteur puis dans un second temps l'antithèse avant de faire une synthèse dans un troisième temps* » comme cela a pu apparaître dans certaines copies.

Véritable entrée en matière, qu'elle soit composée en un seul bloc ou divisée en plusieurs paragraphes (au risque néanmoins de morceler la pensée), l'introduction montre au correcteur la maîtrise de la méthode comme la compréhension du sujet. Il est donc primordial de la soigner pour mettre le jury dans de bonnes dispositions et conduire la réflexion sur de bons rails.

Remarques sur les introductions des copies

Les introductions des copies de la session 2022 présentent assez souvent les mêmes défauts que celles des années précédentes : longueur, compréhension du sujet, problématique.

Certaines introductions sont trop courtes, à peine une demi-page, loin d'en respecter les étapes et les enjeux. Le développement qui suit est, en général, à leur image, survolant la citation comme l'exercice : aucune amorce, non reprise du sujet, analyse vague et succincte, absence de problématisation, œuvres non mentionnées. . .

Inversement, d'autres introductions apparaissent trop longues, s'étalant sur trois voire quatre pages et représentant finalement la moitié, parfois les deux tiers du devoir. Une introduction démesurément longue est rarement de qualité : l'étudiant se perd alors en considérations inutiles (sur le cinéma, les flammes, la définition de l'enfance qui, en tant que thème de l'année, est censée être connue) et oublie de se concentrer sur l'essentiel – le sujet. Il faut raison garder et trouver le bon équilibre.

L'analyse du sujet a souvent été malmenée et / ou bâclée. Outre les erreurs d'analyse, confondant notamment comparaison et métaphore, oubliant ce qu'est une négation restrictive ou un présent de vérité générale, la citation a posé plusieurs problèmes, sans doute à cause de sa formulation poétique. Certains candidats se sont uniquement concentrés sur la note de bas de page et sont complètement passés à côté du sujet, allant jusqu'à confondre « enfance » et « enfant ». La fragilité de l'enfance, comme période qui s'efface et disparaît avec le temps, est devenue sous leur plume la fragilité de l'enfant, face au monde et aux adultes. Loin de saisir la question du passage du temps, pourtant au cœur même de la citation, ces étudiants ont préféré reprendre des paragraphes abordant la faiblesse de l'enfant, issus sans doute de leur cours ou d'ouvrages parascolaires, certes justes voire bien menés, mais hors de propos en l'état.

En général d'ailleurs, les candidats n'ont que rarement exploité la comparaison avec les copies-flammes. Certains n'ont retenu que l'image du feu pour exploiter le caractère enflammé (ou « inflammable » !) des enfants ; d'autres celle de la copie pour traiter du mimétisme enfantin copiant le modèle adulte. Contre-sens importants donc alors que l'idée même de pellicules, de supports sur lesquels des images venaient se fixer leur a échappé.

De la même manière, l'image des « ombres mouvantes » a engendré de nombreux contre-sens : ces ombres ont été tour à tour les adultes (corrupteurs, tandis que l'enfant est une flamme), la noirceur d'une enfance malheureuse, le mouvement permanent des enfants incapables de rester sages et tranquilles (en lien alors avec les feux de l'enfer de l'enfant diabolique) . . . sans saisir la dimension nostalgique de ces fantômes du passé qui viennent hanter l'esprit adulte. Nous ne pouvons que conseiller aux étudiants, à partir d'un travail de définition et d'étude stylistique, de passer du temps au brouillon pour analyser précisément la citation et ainsi éviter les erreurs et les hors-sujet.

Ces erreurs ont conduit les candidats à formuler de mauvaises problématiques. À noter, d'abord, souvent, l'absence d'un questionnement même sur le sujet. Les étudiants enchaînent une vague analyse et la sempiternelle « c'est pourquoi nous nous demanderons / nous nous poserons la question » sans

qu'il y ait le moindre lien, la moindre logique. A eux d'intégrer l'importance de cette réflexion à mener, de cette mise en problème de la citation qui seule leur permettra d'appréhender convenablement la pensée de l'auteur : la comprendre pour mieux la discuter en pointant, déjà, les éléments qui justement posent problème. Ensuite, certaines copies offrent de fausses problématiques : soit la question posée n'a rien d'une problématique (« nous verrons dans quelle mesure le propos de Gérard Macé est fondé », « nous verrons si la thèse de Gérard Macé est juste ») ; soit, alors même que parfois l'analyse s'est révélée judicieuse et pertinente, la question posée n'a plus rien à voir avec le sujet : le candidat plaque alors une problématique très vague sur l'enfance ou probablement déjà croisée au cours de l'année, rassurante certes mais hors de propos (« en quoi l'enfant est-il un être fragile et malheureux ? », « dans quelle mesure l'enfance est-elle faible tandis que le monde adulte est fort ? »). Enfin, plus rare mais les cas semblent se multiplier : certaines introductions ne présentent pas de problématique. Inquiétant, dans la mesure où la problématique est censée être le fil conducteur de tout le devoir, ce qui permet au développement, qui y répond tout du long, de se tenir.

Heureusement, le jury a aussi eu la joie de lire de très bonnes introductions, justes et rigoureuses, respectant les étapes attendues. Elles offraient notamment des amorces tout à fait pertinentes (une référence au philosophe Christian Bobin décrivant « la fin de l'enfance comme une mort, une lumière qui s'éteint » ; une citation extraite des *Suppliantes* d'Euripide : « Toutes les impressions qu'on reçoit dans l'enfance, on les conserve jusque dans la vieillesse » ; une mention faite au *Tableau* de Cébès) et proposaient des problématiques efficaces et adaptées au sujet (« L'enfance est-elle un temps fragile et éphémère, voué à disparaître pour l'individu ou alors une période laissant une empreinte sur le reste de sa vie ? » ; « L'enfance, période fondatrice de chaque être, s'efface-t-elle vraiment ? » ; « L'enfance n'est-elle qu'un souvenir aux allures de film qui s'estompe au fil des années ? »).

6.3.2 Le développement

Rappels méthodologiques

Comme le rappelait le rapport de jury de l'an dernier, le développement comporte idéalement **trois grandes parties** (si un plan en deux grandes parties est possible, il parvient rarement à proposer un tour complet de la question, en dépassant l'aporie liée au débat entre la thèse et l'antithèse), elles-mêmes divisées en deux ou trois sous-parties équilibrées. Ces parties et sous-parties doivent être visibles dès le premier coup d'œil de votre correcteur. Il est donc très important de présenter correctement votre copie (alinéa au début de chaque paragraphe notamment, saut de lignes entre les axes).

Chaque partie commence donc par **l'énoncé de l'idée directrice** et l'ensemble du développement constitue un parcours argumentatif cohérent pour répondre au problème posé par le sujet. Il est important de garder en tête l'enjeu argumentatif : c'est bien une démonstration qui doit être menée tout au long du développement et, pour cela, les candidats doivent penser à structurer leur pensée et à enchaîner logiquement leurs sous-parties. Trop d'entre eux se contentent de juxtaposer une idée après l'autre sans cohérence ni progression.

Chaque **argument est ainsi clairement formulé** en début de paragraphe en reprenant les termes du sujet autant que possible, avec des guillemets, ou en faisant référence plus largement à la thèse de l'auteur, pour l'illustrer, la discuter, la dépasser, ce jusqu'à la fin du devoir. Trop de copies abandonnent

rapidement le sujet et l'auteur, qui disparaissent en général totalement des deuxième et troisième axes. Citer le sujet, s'y référer est un des moyens pour (tenter de) cadrer la réflexion et éviter le hors-sujet.

Chaque argument proposé est **illustré par des exemples** permettant de **confronter clairement les œuvres au programme**. Une copie ne proposant, dans un des axes et a fortiori dans l'ensemble du développement, aucune référence à l'un des auteurs de l'année, sera considérée et évaluée comme insuffisante par le correcteur, quelle que soit sa qualité ou sa pertinence par ailleurs. Dans l'idéal en effet, il s'agit bien d'aborder et **de comparer les trois œuvres dans chaque sous-partie** autrement dit de vous appuyer sur des exemples appropriés et précis, tirés des trois ouvrages étudiés au cours de l'année. Les comparer cela signifie que les exemples choisis ont un point commun, un élément permettant de les mettre en parallèle.

Ces **exemples doivent être développés et analysés**. Il peut s'agir d'une citation exacte comme une référence précise à un passage. Dans tous les cas, ils étayent l'argument qu'ils accompagnent, en dégageant des nuances qui pourraient apparaître entre eux. Une vague mention de tel ou tel extrait ne suffit évidemment pas ; de la même manière, une simple citation, aussi juste soit-elle, si elle n'est pas exploitée, n'a guère de pertinence : vous devez montrer au correcteur votre maîtrise des œuvres. Apprenez certes des citations par cœur, mais soyez surtout capables de les remettre en contexte, de les exploiter, de les commenter... et de bien les choisir. Il faut qu'il y ait une cohérence entre l'argument défendu et l'exemple venant l'illustrer.

A la fin d'un paragraphe (argument + exemples analysés), n'hésitez pas à revenir à l'argument sous la forme d'un bilan, à retrouver des termes de la citation. Gardez en tête que votre dissertation est un dialogue entre un sujet donné et des œuvres étudiées et que ce dialogue doit couler : les sous-parties, encore une fois, doivent s'enchaîner de manière claire et logique.

C'est pour cela d'ailleurs qu'il faut soigner les transitions entre les axes. Ces dernières doivent être visibles (alinéa voire séparation en sautant une ligne) et efficaces en participant à l'enchaînement logique des grandes parties. Leur rôle est donc double : il s'agit de faire le bilan de la partie achevée tout en annonçant la partie à venir.

Remarques sur le développement des copies

Certains défauts ou erreurs reviennent de manière récurrente d'une copie à l'autre ; il est important que les futurs candidats les aient en tête pour ne pas les répéter.

L'organisation : beaucoup de développements manquent de lisibilité et de logique. Soit les candidats oublient les alinéas et composent de grands blocs, souvent confus, à la place des paragraphes attendus (inversement parfois les candidats vont en permanence à la ligne ce qui n'aide pas non plus à la clarté du propos) ; soit leur raisonnement ne suit aucune progression argumentative évidente. Les idées se suivent, sans lien, ou sont liées de manière artificielle (l'habituel « d'abord... ensuite... enfin »), loin d'un cheminement de pensée réfléchi et probant. Cela engendre généralement des développements incohérents, où les arguments défendant la thèse se retrouvent intégrés à l'antithèse, où les idées se mélangent et se répètent sans y prendre garde, où les axes ne répondent à aucune idée directrice, où parfois même les arguments disparaissent en laissant directement place aux exemples... Nous ne saurions trop conseiller aux candidats de prendre le temps, au brouillon, de construire un plan détaillé, suffisamment solide et cohérent, pour éviter ce genre de défauts particulièrement pénalisants. De la même manière, il leur faut éviter les transitions artificielles (« nous venons de voir... maintenant nous allons voir ») qui ne participent en rien à la cohérence du propos.

Le **traitement du sujet** : trop de candidats négligent le sujet donné, alors même que certains avaient proposé une introduction tout à fait éclairante et prometteuse. Le sujet est ainsi rapidement abandonné (la comparaison aux copies-flammes disparaît encore plus vite que l'enfance) et ne sert plus que de prétexte à une (mauvaise) récitation de cours. Plusieurs copies se concentrent sur un mot (fragilité / force, ombre / lumière, temps passé / temps futur) et ne traitent donc que très superficiellement la citation, qui se retrouve du reste dans certains développements morcelée entre les trois axes (I. La nature de l'enfance II. L'enfant sort de l'enfance qui disparaît III. Les traces de l'enfant) sans dès lors prendre la peine de discuter la thèse de l'auteur. Au contraire, les candidats doivent prendre en compte le mouvement du sujet dans son ensemble et en traiter tous les aspects, non s'autoriser à piocher, à découper, ou à zoomer sur l'un d'entre eux uniquement. Pire, outre le contre-sens (sur l'image des « ombres mouvantes » comme évoqué auparavant par exemple), le risque, et il a été particulièrement important cette année, est de tomber dans le hors-sujet. Ainsi l'enfance comme support d'images, le passage du temps qui l'éloigne, les souvenirs et la nostalgie hantant l'adulte, points pourtant essentiels de la citation, ont trop souvent été délaissés par les candidats. Que ces derniers réutilisent les éléments de leur cours est évident et utile : mais cela n'a de pertinence que si le propos est rattaché au sujet et traite le sujet. Une nouvelle fois, qu'ils s'efforcent, le plus possible, d'en reprendre tout au long de leur développement les termes, qu'ils se réfèrent et gardent en tête la thèse de l'auteur.

Le troisième axe : ce défaut du hors-sujet est particulièrement frappant dans la construction du troisième axe de la dissertation. Il n'est jamais évident de dépasser la tension entre la thèse et l'antithèse, et c'est ce qui distingue les meilleures copies. Pour autant, beaucoup de troisièmes axes se sont révélés hors de propos, tirés non de la réflexion de l'élève mais souvent d'une (tentative de) réminiscence du cours. Ainsi de troisièmes parties construites autour du thème de l'éducation (qui renforce l'enfant fragile), de l'enfance comme principe de vie (donnant l'impression au correcteur que le candidat souhaite prouver sa maîtrise du thème de l'an dernier), des facteurs autres que le temps qui fragilisent l'enfance ou encore de la pluralité de l'enfance. Heureusement, plusieurs candidats ont su proposer des troisièmes axes tout à fait judicieux, en abordant notamment la manière de conserver l'enfance, le rôle de la mémoire et de l'art, la possibilité de prolonger dans l'adulte une certaine enfance... tenant le sujet et leur réflexion jusqu'au bout.

Les exemples : non seulement les exemples sont souvent trop vagues, mais surtout les œuvres ont été inégalement exploitées. Si *L'Émile* de Rousseau a été plutôt compris dans l'ensemble, l'ouvrage est repris dans sa plus simple expression (« Tout est bien sortant des mains de l'Auteur des choses, tout dégénère entre les mains de l'homme. » « Aimez l'enfance ; favorisez ses jeux, ses plaisirs, son aimable instinct »), proche parfois du cliché. Le jury en a rarement lu des analyses précises. Beaucoup ont acquis une connaissance seulement superficielle de cet étrange traité d'éducation, ce qui est dommage. *Aké* semble avoir davantage touché les élèves qui exploitent mieux le livre. Cependant, le même reproche d'imprécision peut être fait : les copies mentionnent tel ou tel passage (Wole se battant avec Dipo, Wole suivant la fanfare, Wole fêtant son anniversaire, Wole et son premier jour à l'école) en manquant d'exactitude et d'explication, allant jusqu'à commettre des fautes sur le nom des personnages ou de lieux (Folassade*, Issara*). Si les *Contes* d'Andersen ont plu, le jury a constaté que les candidats ne se sont la plupart du temps appuyés que sur les mêmes, les plus célèbres souvent (« La Reine des Neiges », « La petite Sirène », « Le Vilain petit Canard », « Les nouveaux habits de l'empereur », « Les Cygnes sauvages » et « La petite fille aux allumettes ») délaissant certains d'entre eux, moins

célèbres mais tout aussi riches et utiles (« Une histoire des dunes », « En regardant par une fenêtre à Vartou »). Les meilleures copies sont celles capables d'exploiter des exemples originaux, de reprendre des passages précis et de les expliquer, de les comparer aux deux autres œuvres pour en démontrer leur singularité, d'en proposer une interprétation fine et rattachée au sujet. Nous rappelons enfin que les candidats peuvent tout à fait s'appuyer sur des exemples hors programme (issus de la peinture, du cinéma, de la littérature...), que ce soit en amorce d'introduction, en ouverture de conclusion, voire au cœur du développement (de même qu'ils peuvent se référer à des arguments d'autorité pour les aider à mener à bien leur réflexion – pensons à Bachelard ou à Jung cette année) ; cependant, en aucun cas ces exemples ne peuvent remplacer la maîtrise des œuvres au programme. Ils ne sont qu'un « en-plus », au service de l'argumentation menée. Et il va de soi que ces développements consacrés à des œuvres hors programme ne sauraient prendre une place dominante, ni a fortiori se substituer aux analyses centrées sur les œuvres étudiées pendant l'année.

La longueur : une dernière remarque concerne la longueur du développement et, plus largement, des copies. Nombre de correcteurs ont été surpris par la brièveté de certains devoirs, composés de 3-4 pages. Si un propos trop long et trop dilué n'est en rien gage de réussite (qualité n'est pas quantité), inversement un développement trop court est souvent révélateur d'un sujet mal compris, traité superficiellement, voire non traité, œuvre d'un candidat fuyant le problème posé plutôt que de tentant d'y répondre, survolant l'épreuve et maîtrisant bien faiblement le thème et les œuvres de l'année. Les 3 heures de préparation doivent être utilisées jusqu'au bout à bon escient afin de proposer au jury une dissertation achevée, que l'on peut imaginer, sans qu'il y ait de cadre strict et imposé, former deux copies doubles en tout.

Comme l'an dernier, nous remercions et félicitons les candidats qui ont fait l'effort de proposer un développement pertinent, prenant en permanence appui sur la citation et sur des exemples et arguments précis tirés des œuvres. Ils montrent à tous ceux qui les suivront que l'exercice de la dissertation, pour être exigeant, n'est pourtant pas irréalisable.

6.3.3 La conclusion

Rappels méthodologiques

La conclusion doit permettre de **répondre à la problématique** dégagée en introduction en dressant **un bilan de la démonstration**. Il est tout à fait judicieux de repartir de la citation (ou de certains termes du sujet), de la pensée de l'auteur pour jusqu'à la fin la discuter en résumant le développement, en reprenant les grandes idées évoquées et de voir quelle(s) solution(s) peuvent être apportées au problème posé. Certaines nuances selon les œuvres peuvent aussi être apportées, pour mieux les rapprocher et les distinguer, en faisant attention cependant au risque de se répéter.

Une **ouverture** ensuite est idéalement attendue. Elle est un moyen d'élargir la question, le moment de proposer une autre référence culturelle et enrichissante, d'aborder une idée qui n'aurait pas trouvé parfaitement sa place dans le développement... Dans tous les cas, cette ouverture doit être précise, développée a minima (une mention à un tableau, une simple interrogation ne suffisent pas) et surtout liée au sujet.

Remarques sur les conclusions des copies

Plusieurs défauts importants ont été repérés dans les conclusions des candidats. Beaucoup de **conclusions sont trop courtes**. Elles ne font que quelques lignes (3-5 lignes, 10 maximum), souvent mal écrites, preuve d'une mauvaise gestion du temps – le pire étant évidemment la **copie inachevée** qui ne propose pas de conclusion. Ces conclusions bien trop brèves ne révèlent alors qu'un peu plus la disproportion de certaines introductions, inversement trop longues. Nous ne pouvons que conseiller aux candidats de rédiger, au brouillon et en parallèle, ces deux moments importants.

Le **sujet est souvent oublié**, tandis que son auteur, G. Macé, a disparu, ce qui confirme la manière dont les candidats n'envisagent souvent la citation que comme un prétexte. La conclusion ne joue alors pas son rôle et n'apporte aucune réponse claire à la question posée.

Le contenu même de la conclusion ne fait généralement que **répéter, mot pour mot**, l'annonce du plan ou les idées générales du développement, donnant à l'examineur l'impression de relire le développement qui vient pourtant de s'achever. L'exercice est difficile mais il faut que les candidats trouvent un moyen de reformuler leurs arguments, une manière claire et synthétique de résumer leur démonstration.

A contrario, certaines copies donnent l'impression d'être un « **fourre-tout** », comme si le candidat cherchait à caser, jusqu'à la fin de sa copie, tout ce qu'il aura appris et mémorisé du thème de l'année. La conclusion ne se réduit plus comme une peau de chagrin mais apparaît comme un patchwork bigarré, peu cohérent et rarement compréhensible.

Les **ouvertures (quand il y en a) sont la plupart du temps hors de propos** ou jetées sur la feuille sans avoir été exploitées. C'est dommage à nouveau, parce que certaines auraient méritées d'être développées. D'autres se sont révélées convaincantes et appropriées (comme la citation de Saint-Exupéry « Toutes les grandes personnes ont d'abord été des enfants, mais peu d'entre elles s'en souviennent » ou une réflexion autour de la pensée d'Henri Wallon sur le lien entre et la dette de l'adulte à l'égard de l'enfant).

6.3.4 Remarques sur la présentation, l'orthographe et l'expression

Quelques rappels

La dissertation n'est pas qu'un travail de réflexion et d'argumentation. C'est aussi un exercice qui demande tant de respecter une présentation spécifique que de montrer certaines qualités d'expression.

La **mise en page** doit être soignée : les paragraphes doivent débiter par des alinéas visibles et réguliers, les grandes étapes (introduction, développement, conclusion) doivent apparaître clairement en sautant des lignes, les grands axes doivent être bien distincts les uns des autres.

L'**écriture** doit être lisible et soignée, en évitant de multiplier ratures et taches. Le titre des œuvres doit être souligné, le titre des chapitres ou des poèmes comme les citations doivent être placés entre guillemets. Les citations elles-mêmes doivent être correctement insérées au propos.

L'**orthographe** (d'usage, grammaticale, des noms propres) doit être maîtrisée, et les candidats ne doivent pas oublier, comme c'est de plus en plus le cas, les accents sur les mots.

De même pour la **syntaxe** : on attend d'étudiants en CPGE qu'ils connaissent les bases de la syntaxe française, en étant capables de construire des phrases correctes, en utilisant à bon escient les différents signes de ponctuation et les bons temps et modes verbaux.

La richesse, la précision et la finesse du **vocabulaire** employé sont appréciées et évaluées par le jury, qui inversement sanctionne pauvreté, répétition, abréviations, impropriétés, barbarismes... « Ce qui se conçoit bien s'énonce clairement ».

Remarques sur les copies

Beaucoup de correcteurs se sont plaints du **manque de lisibilité de l'écriture et du manque de soin** accordé par les candidats à leurs copies. Outre le fait que la multiplication des ratures et des renvois avec *, la graphie indéchiffrable, l'absence d'aération (ces copies qui ne sautent pas de lignes) ne mettent pas le jury dans de bonnes dispositions, c'est aussi un manque de respect à son égard et cela ne rend que plus confus souvent le propos. Que les candidats se montrent donc moins négligents et plus soigneux, stylo à la main.

L'**orthographe** a été particulièrement malmenée cette année. A côté des fautes sur les désinences verbales et nominales, sur les accords ou sur les homonymes, l'orthographe des noms propres, pourtant croisés tout au long de l'année, n'est pas maîtrisée. Ainsi des prénoms et noms des auteurs (Jean-Jack*, Whole*, Anderson*) comme des prénoms et noms des personnages :

- Émile a parfois changé de sexe pour devenir Émilie*, ou il s'est écrit Émille* ;
- dans les *Contes*, Kay est devenu Ken*, Ida Lydie*, Jørgen Jurgen*... ;
- dans *Aké*, Folasade est devenue Folassade*, Paa Adatan Pa Adama*, Bukola Bucola*, Essay Essai*...

Étrangement, même des mots simples et jugés courants sont désormais mal orthographiés : les contes sont des comptes* ou des comtes* ; le langage* ; le recueil* ; fragil* ; permanante* ; aquérir* ; default* ; vertues* ; scolaire* ; crapaut* ou crapeau* ; insouscience*... sont autant de graphies fautives observées dans les copies.

Le vocabulaire voit se multiplier les barbarismes ou les confusions : un mélange entre puéril et enfantin donne infantil* ; on confond inculper et inculquer ; on invente « la souciance*, la merveillosité*, la majestuosité*, la sombreté*, l'odacité* »... Inventions à mettre en parallèle avec les nombreuses approximations retrouvées dans le titre donné à certains *Contes* : « La petite fille au briquet* » ; « Les oies* sauvages » ; « Une fenêtre sur le mont Ventou* », « L'handicapé* », « Un caractère gay* »...

La **syntaxe** n'est pas en reste. De plus en plus de tournures orales ou familières (l'enfant doit « encaisser » les difficultés de la vie) apparaissent dans les copies tandis que la ponctuation n'est pas respectée. Certains candidats ne connaissent plus la différence entre interrogation directe et interrogation indirecte au moment de formuler leur problématique ; ils emploient indifféremment point, virgule et point-virgule, oublient la majuscule en début de phrase, enchaînent les propositions sans cohérence... jusqu'à révéler une non-maîtrise totale de la langue française :

« Dans le célèbre poème « les fleurs du males » Baudelaire à regretter sur son passé sur son enfance lorsqu'il écrit « l'enfance est le vert paradis, l'enfance c'est une paradis... » donc dans cette citation Baudelaire à tendre à son passé d'enfance il l'attribue comme une période dans le paradis, mais après cette période Baudelaire trouve les maux de la vie, c'est dans le même contexte Gérard Macé annonce dans l'art sans paroles « l'enfances est comme les copies flammes qui rétrécissent avec le temps, pour ne plus laisser voir que les ombres mouvantes. » »

« L'enfance c'est l'âge depuis la naissance jusqu'à 12 ans auquel l'enfant découvre le monde extérieur. Autour de ce sujet, Gérard Macé dit dans l'Art sans paroles « l'enfance est comme les copies flammes qui rétrécissent avec le temps, pour ne plus laisser voir que les ombres mouvantes » auquel il annonce que l'enfant est fragile on doit le protéger du monde extérieur et ce que peut changer sa mentalité sinon il va découvrir toutes les mauvaises choses et cela va permettre de s'échapper. »

« [...] l'utilisation de la comparaison entre l'enfance et les copies flammes nous mène à penser que la période d'enfance disparaît avec le temps dont sa finitude engendre une nostalgie du passé desquelles on se souvient de tout ce qui est resté gravé dans notre mémoire, d'expériences qu'on a passées, que ce soit de beaux ou de mauvaises expériences, et donc comment peut-on voir ces deux différentes expériences ? »

Face à toutes ces maladresses et incongruités, le jury ne peut que remercier et féliciter les élèves qui ont présenté cette année des copies propres, bien écrites et pertinentes, agréables à lire et donnant à penser. Celles qui, en particulier, ont atteint une note comprise entre 15 et 20, ont pu manifester une forme d'excellence dans le fond comme dans la forme.

6.4 Conseils aux futurs candidats

Le premier conseil que nous donnerions aux futurs candidats est de traiter le sujet pour ce qu'il est, autrement dit de prendre en compte la citation donnée, sans chercher à fuir les difficultés ou à taire les paradoxes, surtout sans chercher à plaquer un plan préconçu, d'un sujet déjà abordé dans l'année et qui semble s'en rapprocher. Prenez en compte la spécificité de la thèse avancée, seul moyen pour la saisir, la démontrer, la discuter et la dépasser.

Le deuxième conseil, et nous espérons que ce rapport y aidera, est de **maîtriser la méthode de la dissertation**. C'est un exercice qui répond à des règles, à des attentes que vous devez connaître, accepter et respecter. La dissertation comparée ne s'improvise pas le jour du concours, au fil de la plume et de l'inspiration. Elle demande un apprentissage, débuté au lycée, mais mené surtout depuis votre première année de CPGE.

Et pour ce faire, troisième conseil, il faut s'**entraîner**. Vous devez acquérir des réflexes tant dans la manière de composer votre devoir (les différentes étapes) que dans la façon de réfléchir sur, de problématiser un sujet. Avec vos professeurs, entre vous ou à l'aide d'ouvrages parascolaires si besoin, efforcez-vous d'analyser des citations, de construire des plans, de rédiger des introductions ou des sous-parties. Cela vous aidera aussi à apprendre à gérer votre temps, à organiser au mieux les trois heures que dure l'épreuve.

Cela demande, dernier conseil, une **connaissance du thème et des œuvres**. Pour les candidats, le travail commence dès l'été. Étape obligatoire et cruciale : la lecture des œuvres durant vos vacances à l'aune du thème imposé. Cette lecture doit être active : n'hésitez pas à souligner des passages, à prendre des notes, à utiliser des post-it... afin de mémoriser les trois livres – qu'idéalement il faudrait relire durant l'année, afin de les avoir bien en tête. Cette lecture doit s'accompagner de la construction de fiches afin de vous repérer plus facilement dans les œuvres, de mieux retenir les aspects importants : listez les lieux, les personnages ; résumez les chapitres... mais également de commencer à réfléchir sur

la portée et les enjeux du thème. A partir de septembre, ce travail préparatoire sera complété par le cours de votre professeur qui problématisera le thème de l'année, éclaircira certains points obscurs, synthétisera les principaux enjeux, comparera les œuvres... dans une perspective à la fois littéraire et philosophique. Là encore, soyez sérieux dans votre prise de notes mais surtout fichez régulièrement votre cours afin de vous l'approprier et d'en tirer l'essentiel. Il est indispensable enfin d'apprendre par cœur des citations tirées des œuvres au programme tout simplement parce qu'elles vous serviront d'exemples précis illustrant votre propos et montrant à votre examinateur que vous maîtrisez parfaitement les livres choisis pour l'année. Seul un travail personnel, rigoureux et régulier, via un rapport direct aux œuvres (plutôt que de privilégier la lecture seule d'ouvrages parascolaires tout faits), vous permettra de réussir cette épreuve et d'obtenir les meilleures notes possibles.

Et ce fut le cas encore cette année puisque certains candidats ont obtenu d'excellentes notes, jusqu'à la perfection puisque plusieurs correcteurs n'ont pas hésité à mettre 20/20. Derrière tous les défauts évoqués dans ce rapport, apparaissent donc des devoirs répondant parfaitement aux attentes du jury, jouant le jeu de l'épreuve de la dissertation, exigeante mais stimulante, révélant de véritables qualités de réflexion et de rédaction, s'appuyant sur une connaissance solide des œuvres et du thème, démontrant une capacité et même une envie de réfléchir, de penser, de dissenter. C'est aussi cela que l'on attend de la part de futurs ingénieurs.

6.5 Traitement du sujet : exemple de dissertation rédigée

Un exemple complet de dissertation est présenté dans l'[annexe](#).



7 Langues Vivantes

7.1 Allemand

7.1.1 Modalités de l'épreuve

Le format de l'épreuve reste inchangé et est identique à celui de l'anglais LV1 (voir rubrique « Anglais »).

7.1.2 Remarques générales

Le nombre de candidats germanistes est en baisse cette année. Le jury d'allemand souhaiterait encourager pourtant tous les germanistes à oser faire de leur allemand LV1 un atout pour ce concours, en rappelant une fois encore qu'un candidat qui a préparé sérieusement l'épreuve, maîtrise bien les modalités des trois exercices proposés et rend une copie complète doit pouvoir s'octroyer une note plus qu'honorable. . . Ainsi le jury a eu le plaisir de corriger majoritairement de bonnes, voire de très bonnes copies ! Voici maintenant quelques conseils et propositions qui seront sans doute une aide à la préparation.

7.1.3 Expression Écrite

- Le texte de référence cette année était un article du mois d'août de l'année dernière relayé par le média public Bayerischer Rundfunk qui avait pour thématique le droit de vote des jeunes dès 16 ans. La question portait sur la pertinence – ou non - de ce droit de vote des plus jeunes selon les opinions exprimées dans l'article. Voici quelques conseils de méthode : commencez donc par lire la question posée, avant même de lire le texte, de façon à avoir une lecture ciblée : il n'est pas attendu que le candidat résume le texte ou bien en fasse la synthèse (comme on peut l'attendre d'une prestation à l'oral par exemple) ; répondez ensuite directement à la question posée, et à elle seule, sans en poser une nouvelle, en trouvant les arguments dans le texte qui répondent à la question ; nul besoin aussi d'introduire le thème général de l'article par une phrase du type : „In diesem Artikel handelt es sich um das Wahlrecht für die Sechzehnjährigen. . . “ mais „Laut Artikel scheint das Wahlrecht für die Unter-16jährigen in vieler Hinsicht sinnvoll zu sein : Zuerst. . . “ ; structurez votre réponse en regroupant les idées du texte, par exemple sur le plan sociologique, ou bien les arguments d'ordre politique. . . Une nuance peut être apportée en une ou deux phrases finales évoquant les prises de position, certes minoritaires ici dans le texte, contre ce droit de vote dès 16 ans. Le jury a regretté que beaucoup de candidats aient eu des difficultés à être exhaustifs : parfois, plusieurs lignes sont consacrées à l'introduction du texte, laissant peu de place pour le reste ; certains se focalisent sur une ou deux informations seulement et les développent. . . Dans cette réponse 1, le jury s'est surtout attaché au contenu et à la structure des arguments redonnés, même si une langue trop fautive a bien entendu aussi été sanctionnée. Dans plusieurs copies, l'emploi du subjonctif I ou discours indirect a été un véritable bonus !
- Une lecture précise de ce qui est demandé vaut également pour l'essai : ainsi, celui-ci portait sur la manière/les manières dont les jeunes peuvent agir pour structurer notre société, et non

sur le droit de vote des Jeunes, beaucoup plus restrictif, ou bien sur la place des jeunes dans la société... Le jury aimerait ici insister sur l'importance de structurer l'argumentation et au lieu de lister des exemples comme dans un catalogue ! Ainsi cet engagement des jeunes peut se concrétiser à différents niveaux : familial (Enkelkinderbriefe), social (Mehrgenerationen-Haus), scolaire (Schulvereine), politique (cf. Luisa Neubauer ou Greta Thunberg...), associatif ou citoyen (Zivildienst, cleaning walks...), etc. Enfin soignez la forme ! Voici les fautes les plus récurrentes à éviter :

wahlen	wählen ; mais : die Wahl (-en)
wahren (= conserver)	waren (prétérit de ‚sein‘)
kritizieren	kritisieren
Personnen	Personen/Menschen
Jugendliche/Jugend	der/die Jugendliche (a.D.) die Jugend die jungen Menschen die jungen Leute der Nachwuchs
manifestieren	demonstrieren
Influenz	Einfluss (der)
Es schaut, dass...	Es zeigt, dass...
die Jugendlichen bekommen reifer	Sie werden reifer
In 2017	In Jahre 2017

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.
- *Na, Also !* Zoom sur les points essentiels de la grammaire allemande – Legros, Waltraud, Ellipses 2012.

7.1.4 Thème

Le texte à traduire cette année était tiré du roman d'Isabelle Hausser, *La Table des enfants*, paru en 2001. Il était d'une longueur certaine (136 mots) mais ne comportait pas de difficultés lexicales particulières, sauf peut-être dans la deuxième phrase « habitués » « fêtards » et « salle enfumée » pour lesquelles les candidats devaient faire appel à leur maîtrise globale de la langue, et, au lieu de créer des barbarismes (Gewöhner / Feierer, Fester, Cliente, Feierlieben / geschmockten Zimmer, Verrauschensaal...) pouvaient avoir recours à une périphrase ou relative (z.B : Menschen, die gern feiern...), l'important pour le jury n'étant pas la traduction du mot précis, mais un ensemble cohérent et juste du point de vue de la syntaxe et de la grammaire. Cette année, l'immense majorité des candidats

était bien entraînée à la traduction : Il faut rappeler ici que le/la candidat.e a tout intérêt, le jour de l'épreuve, à commencer par cet exercice spécifique et à ne pas hésiter, malgré les difficultés rencontrées, à traduire tout le texte, s'il ou elle veut s'assurer un nombre de points suffisant.

Un conseil de relecture (rapide, mais très utile) vaut pour le thème comme pour les exercices d'expression écrite. Si la majeure partie des copies montre une assez bonne maîtrise de la syntaxe et de l'ordre des mots dans la phrase, en revanche, deux domaines ont été particulièrement mis à mal dans les copies, tout comme les années précédentes : les formes verbales d'une part, le prétérit des verbes forts notamment ainsi que les verbes de position et de positionnement (setzen/sitzen) et les verbes + préposition + cas (auf etwas (Akk) antworten, von etwas (Dat.) sprechen, in jn (Akk) verliebt sein), sans oublier les particules séparables (jm einen Blick zu/werfen, jn an/starren) ; les compléments de temps d'autre part : « à la fin de l'été » et « ce soir » ont régulièrement posé problème... Prenez soin aussi de la ponctuation, qui est grammaticale en allemand, là où elle est stylistique en français ; aussi le jury a sanctionné quand la virgule était placée derrière la conjonction de subordonnée. On doit donc avoir : , dass... , als... , während... La relecture enfin vaut pour le grand nombre de fautes d'orthographe créant parfois des faux-sens.

Un dernier conseil : faites attention à bien tout traduire ! Ont souvent été omis : « étonné » (regard étonné), « y » et « toujours » dans « vous n'y avez toujours pas répondu », « fixement » dans « en la regardant fixement ». Pour toute omission, le maximum de points fautes est enlevé, la relecture est plus que tout nécessaire !

Formes verbales (conjugaison/participe II)

gesitzt war / gesaßen waren / satzte gegessen wurde	sich hin/setzen
genahmen	nehmen – nahm - genommen
ich wolle	ich will
sie werfte / wurf	sie warf
scheinte	scheinen – schien – geschienen (zu+Inf)
frug	fragte
empfand	empfinden - empfand - empfunden

Fautes d'orthographe, pouvant entraîner des faux-sens

wahren (= conserver)	waren (prétérit de ‚sein‘)
Kuchen (der) = le gâteau	die Küche(n)
kucken	gucken
nicht	nichts (= rien)
das (pronom relatif)	dass (subordonnée objet)
ya	ja
schön (= beau, belle)	schon (= déjà)

Et voici ce que l'on pourrait trouver sous les plumes des préparateurs, même non bilingues :

Sie waren allein(e) in diesem / jenem / dem winzigen/kleinen Garten im Hinterhof/ im hinteren Hof / hinter der Küche / hinter den Küchen. Wie immer zogen... vor / hatten ...

lieber die Stammtischgäste / Stammgäste / gewöhnlichen Kunden/, Studenten und Nachtschwärmer den verqualmten Raum.

Nachdem er sich hingesetzt hatte, fragte Hanno / Hanno setzte sich und fragte dann : „ Haben Sie nun/schließlich/doch eine Entscheidung getroffen, Agnès ?

Gehen Sie (nun) Ende des Sommers wieder weg ?“

Sie blickte ihm erstaunt/verwundert zu.

Warum stellte er denn/wohl/gerade heute Abend diese/die Frage ?

„ Zuerst (mal), / Zunächst / Erstens, weil Sie immer noch nicht darauf geantwortet haben. Dann / Zweitens, weil Sie heute Abend scheinbar doch zu einer Entscheidung gekommen seien/wären/sind.

- Heute Abend ?

- (Nun) ja, heute Abend, wiederholte er und dabei schaute er sie starr an / starrte er sie an.

- Mein Mann hat sich bei mir nicht gemeldet.

/ Ich habe bisher keine Nachricht von meinem Mann gehabt.

- Ihr Mann hat (wohl) nichts damit zu tun. Das wissen Sie ganz genau.

- Sie meinen die Kinder, also ? / Damit meinen Sie wohl die Kinder ? / Sie sprechen also von den Kindern ?

- Nein, ich meine das, was Sie schon wissen oder was Sie ja (er)ahnen, ... // raten können // oder was Sie Sich vorstellen können, dass ich (nämlich) in Sie verliebt bin.

Remarque : les petites particules de discours distillées intelligemment ont fait dans certaines copies le ravissement des correcteurs !!

Bonne continuation ... *und Viel Erfolg !*

7.2 Anglais

7.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le format de l'épreuve reste inchangé par rapport aux années antérieures, permettant aux candidats de bénéficier de l'expérience de leurs prédécesseurs par une lecture attentive des rapports de jury des sessions précédentes, lecture essentielle pour tout préparatoire.

L'épreuve se compose de trois exercices à réaliser en 1h30, sans que soit prescrite une quelconque durée de composition pour chacun des exercices. Les questions en appellent à différentes compétences attendues des futurs ingénieurs :

- Le thème (sur 8 points). Cet exercice de traduction (d'un texte littéraire ou journalistique) évalue la capacité des candidats à bien comprendre le texte-source en français pour ensuite produire un texte-cible en anglais. Le jury peut ainsi évaluer les connaissances lexicales, syntaxiques et grammaticales des candidats dans la langue-cible.
- La question de compréhension (sur 4 points). À partir de la lecture d'un texte journalistique portant sur un sujet d'actualité de l'année universitaire en cours, les candidats doivent répondre

à une question de compréhension portant sur un aspect du texte. En s'efforçant de limiter leur propos à 80 mots (avec une tolérance de plus ou moins 10%), les candidats doivent non seulement opérer une sélection des informations les plus pertinentes pour répondre à la question, mais également les reformuler dans un anglais correct. C'est ainsi que les correcteurs peuvent s'assurer de la bonne compréhension des éléments textuels repérés. Le but recherché est la restitution d'un maximum d'informations pertinentes et de leur enchaînement logique dans le cadre de l'argumentaire développé dans le texte-source.

- La question d'expression personnelle ou 'essay' (sur 8 points). Pour cette dernière question, le texte proposé n'est qu'un prétexte à une réflexion plus large sur les enjeux qu'il fait valoir. Il ne s'agit plus à ce stade de revenir au contenu informationnel du texte, mais bien de mener une réflexion personnelle, un tant soit peu organisée, argumentée et reposant sur des exemples choisis judicieusement, le tout dans le cadre du sujet d'essay' proposé. Il va sans dire que le sujet doit être soigneusement analysé pour éviter les scories. L'essay' doit comporter 180 mots (avec une tolérance de plus ou moins 10%) et commencera par une petite introduction qui peut être une phrase de contextualisation mettant au jour l'actualité de la question, suivie d'une courte problématisation (mais sans aller jusqu'à annoncer un plan). Ces étapes préalables ont pour but de poser le cadre d'un propos argumenté, d'une démonstration dynamique et toujours étayée par des exemples personnels et approfondis. La simple reprise de l'argumentaire du texte est fortement déconseillée.

7.2.2 Commentaires générales

Il semble que, cette année à nouveau, il soit nécessaire de préciser que les copies surchargées de ratures et renvois divers - notamment par l'ajout d'astérisques - sont extrêmement difficiles à déchiffrer, illisibles par endroits, rendant la lecture pénible au point que le message devient opaque, voire inintelligible. Cela conditionne d'une manière ou d'une autre la note finale attribuée aux candidats, notamment lorsque la négligence orthographique et/ou d'écriture se transforme en faute grammaticale : par exemple, le verbe « come » à la deuxième phrase du thème qui, au pluperfect, devait donner « had come » et non « had came » qui n'existe pas.

A ce propos, le plus-que-parfait en français et/ou le pluperfect / past perfect anglais semblent méconnus ou inconnus, ce qui posait problème pour le premier paragraphe du thème à traduire.

Des erreurs récurrentes sur les points grammaticaux de base, tels les articles, *as* vs *like*, les adjectifs qui se sont vu bien trop souvent attribuer un S ...), même dans de bonnes copies, semblent refléter une négligence sur la forme et le respect des règles grammaticales, amenant à des pénalités et, *in fine*, ont une incidence non négligeable sur la note finale.

7.2.3 Analyse détaillée des questions

a. Le thème

Le texte proposé ne comportait pas de défis langagiers particulièrement difficiles à relever, d'autant plus que deux notes lexicales avaient été fournies pour les mots les plus techniques du texte « *Coccinelle* » et « *bas de caisses* ».

Cette année, le jury a noté plus de recours à la sous-traduction, la réécriture ou l'esquive que les années précédentes, ce qui a pu donner le GN 'Andrew's plane' ou 'Andrew's flight' pour traduire « *L'avion à bord duquel Andrew avait pris place* » ou encore 'Andrew noticed that, with time, events were changing' pour traduire « *Andrew remarqua que plus le temps passait, plus il avait l'impression que les événements s'éloignaient de l'ordre dans lequel ils s'étaient déroulés précédemment* ». Il s'agit d'une stratégie d'évitement qui n'est en aucun cas acceptable. Il convient à ce stade de rappeler que traduire signifie transposer un texte d'une langue à l'autre en respectant les codes d'écriture, l'authenticité et le sens des mots sans en gommer les subtilités ni simplifier le texte ou encore omettre de traduire des groupes de mots tels que « *pour de bon* » ou encore « *ne finirait pas par* ».

L'accroissement ou comparatif parallèle (the more . . . , the more . . .) a le plus souvent été évité. C'était pourtant l'occasion de gagner des points si l'on en maîtrisait la construction.

Le domaine verbal a fait l'objet d'un très grand nombre d'erreurs.

Dès la première phrase du thème, les candidats devaient montrer leur maîtrise du plus-que-parfait. Or il s'est avéré que ce temps était rarement connu et maîtrisé. Il a donc joué un rôle déterminant pour départager les candidats cette année. On ne peut que recommander aux futurs candidats de réviser les temps et leur emploi avant la prochaine session.

Les candidats ignorent souvent les verbes irréguliers les plus simples et les plus usités (take, come, give, think, send, write, feel). De même trop peu conjuguent correctement les verbes au pluperfect. Le choix du temps, de l'aspect est sans doute ce qui a fait perdre le plus de points aux candidats, en plus de la concordance des temps. Une confusion entre les auxiliaires BE et HAVE pour la formation des perfects ou des barbarismes tels que 'sitted' ou 'metted' n'ont pas manqué d'être sanctionnés.

Il convient de rappeler, cette année encore, les codes de présentation des dialogues : la moitié des candidats utilise encore des tirets ou ne place pas correctement les guillemets (simples ou doubles), alors que les rapports signalent régulièrement que ces erreurs sont pénalisées. Il ne faut pas ajouter de verbes d'énonciation ('she said', 'she added', 'she asked', . . .) si le texte-source n'en contient pas, d'autant que ces ajouts peuvent changer le sens du texte !

Les prépositions gagneraient à être revues, entre autres : IN /ON/ AT et leur usage.

Au niveau lexical, les mots « *fauteuil* » et « *plancher* » ont fait l'objet d'une traduction littérale 'couch, sofa, armchair' ou 'wooden floor' ; 'put' pour « *se posa* ». Essayez de visualiser la scène, d'envisager le contexte plutôt que de vous raccrocher sans réfléchir à une traduction d'un mot que vous connaissez sans doute par ailleurs mais qui, dans ce texte, dans cette scène, n'a pas de sens...

Le recours au calque dans cet exercice ou les suivants a donné lieu à des phrases erronées ou dont le choix de terme altérait le sens du texte : 'hostel' pour « *hôtel* » 'telephonic conversation' en sont quelques exemples. Notez la différence de sens / de construction entre :

Pick up ≠ search

Last ≠ latest

Cross / go across ≠ go through

Recognize ≠ acknowledge

Floor ≠ planchet / plank / ground

On holiday / on vacation

Trip ≠ travel

Prépositions : At the airport ≠ in the airport

At the hospital \neq in hospital

At the beginning of \neq in the beginning.

De nombreux candidats composent au fur et à mesure de la lecture, ce qui les mène à produire des textes raturés, reflétant les strates de réflexion et d'hésitations. Certaines copies sont par conséquent difficilement lisibles. Nous rappelons que la copie de concours n'a pas pour vocation de servir de brouillon.

a. Question 1 - Question de compréhension sur le texte

Il est regrettable que les candidats ne prennent pas toujours la peine de reformuler les éléments du texte comme il leur est explicitement demandé de le faire. Les copiés-collés de pans de phrases ont été sanctionnés tout comme les repérages incomplets : il y a souvent plus de 3 arguments attendus, parfois 5 ou 6 au maximum. Ne sélectionner que 2 points du texte ne pouvait être satisfaisant.

Trop de candidats persistent à fournir une introduction creuse, dépourvue d'éléments concrets en réponse à la question posée.

Exemple : 'This article is the opportunity for the journalist to express his support for Amazon's decision to finance the higher education of its workers.' - ce qui prend 23 mots pour une réponse qui doit en compter 80 ou 88 au maximum.

Ou encore : 'The way things are presented in the article allows us to think that Amazon's decisions are mainly due to ...' soit 19 mots, soit 25% du nombre de mots souhaité et encore aucun argument du texte avancé. L'introduction n'est pas pertinente pour la réponse à cette question, de même que tout jugement personnel.

Commencer la réponse par 'According to the article' est inutile, puisqu'il s'agit là de la seule source d'informations. Tout aussi inutile est ce genre d'amorce : 'There are several reasons why Amazon has decided to introduce this plan.'

a. Question 2 - Expression personnelle ou 'essay'

Pour cette question d'expression personnelle, il semble utile de rappeler que le propos ne doit pas rester abstrait - voir la consigne donnée qui indique la nécessité d'étayer son propos d'exemples précis et concrets - et que les exemples du texte servant de support à la question de compréhension ne peuvent pas être repris ici en essay.

Des exemples probants étaient attendus contrairement à d'autres trop généralistes parfois ('Studies are costly', 'Companies may take advantage...') ou ne correspondant pas toujours à la question posée.

Trop de copies, dans leur tentative maladroite d'introduction, formulent la problématique de façon biaisée, prouvant ainsi dès le début que leurs auteurs n'ont pas compris les enjeux du sujet.

Par exemple : 'One may wonder why private companies are investing in higher education.'

Ou encore : 'It may be wondered to what extent private companies could reduce social inequalities in education.' Attention notamment à ce propos à ne pas infléchir le sujet donné qui est souvent devenu : 'Should companies finance their employees' studies?' ou 'Are sandwich courses advantageous?'

Il ne s'agissait pas tant de décrire les avantages du financement d'une forme d'enseignement supérieur par les entreprises que de voir en quoi l'enseignement supérieur n'était pas ou plus un service public. Le sujet abordait en réalité une question de fond : qui doit avoir la responsabilité d'assurer l'éducation ?

Les arguments, parfois pertinents, n'aboutissaient pas forcément à une remise en cause du principe même de financement de l'enseignement par les entreprises. Les meilleures copies sont par conséquent celles qui ont, d'entrée de jeu, posé la question sur enseignement supérieur comme service public.

Par ailleurs, annoncer un plan allant parfois jusqu'à une trentaine de mots sur un essay de cette longueur (180 mots et un maximum de 198) semble peu pertinent.

L'introduction doit par contre montrer une bonne compréhension de la question posée, ceci est notamment perceptible au travers de la problématisation proposée. Ainsi, le sujet posé ne doit pas être réécrit à l'identique et pas obligatoirement sous la forme de question : il doit faire l'objet d'une reformulation qui vous est personnelle et qui indique que vous comprenez les enjeux du sujet posé.

Sont à proscrire les remarques en bloc, en vrac, sans paragraphes.

Les candidats sont invités à construire leur argumentaire autour d'un plan, plus judicieusement en 2 parties. En 180 mots, il est difficile d'envisager 3 parties.

Au niveau lexical, les calques furent utilisés à vau l'eau alors qu'ils sont rarement des termes fiables. Cherchez davantage à pallier vos lacunes pour proposer un propos cohérent et précis :

'competition' permet de traduire le mot français « concurrence », 'training/ training course' signifiant « formation » a trop souvent manqué aux candidats. « Former » se traduit par 'to train' or 'to educate'. Il convient de noter également que l'on dit 'to make a decision', que 'economic' et 'economical' (= cheap) ne sont pas des synonymes, et que 'firm' n'a rien à voir avec 'society'.

7.2.4 Conseils aux futurs candidats

- Pour le thème à traduire, écrire au brouillon la traduction des phrases longues ou celles dont la construction est alambiquée pour éviter les ratures sur la copie. Munissez-vous de correcteurs pour faire disparaître vos ratures et permettre une lecture plus fluide de vos copies. Votre note n'en sera que meilleure !

- Privilégier le contexte pour choisir la meilleure traduction et ainsi éviter le recours systématique au calque. Cela peut également vous permettre de trouver des traductions heureuses et bénéficier, ce faisant, de bonifications !

- Veiller à acquérir une meilleure maîtrise de la grammaire anglaise, sachant que les fautes de grammaire sont toujours bien plus lourdement pénalisées que les erreurs ou ignorances lexicales.

- Revoir les règles de ponctuation des dialogues, être attentif à l'orthographe de mots courants comme 'which' ou à des mots qui figurent dans le texte comme 'Beetle' ou le prénom du personnage 'Marisa', trop souvent malmené.

- Revoir l'ordre des mots dans une question (directe ou indirecte) pour éviter, souvent dès l'introduction, d'afficher une lacune grammaticale sur un point de base de la langue.

- Ne pas puiser dans le texte pour y extraire les exemples et les réutiliser dans la partie Essay. Vous devez mobiliser vos propres connaissances et chercher d'autres exemples probants.

7.2.5 Conclusion

Cette épreuve reste à la portée de tout candidat moyennant un travail régulier d'apprentissage lexical et d'analyse grammaticale de la langue anglaise comme de la langue française. Avec vigilance et bon sens, vous pourrez sans aucun doute produire des traductions justes et pertinentes. Pour la partie Expression écrite, une lecture régulière de la presse anglo-saxonne vous permettra de gagner en rapidité de lecture et de compréhension, de compiler exemples et lexique courant, pour étayer vos essais. Il est également conseillé de revoir les mots de liaison (*linking signals*) et de les utiliser à bon escient. Bon courage aux futurs candidats.

7.3 Arabe

7.3.1 Remarques générales

Le jury estime que l'épreuve dans son ensemble, a été moins bien réussie cette année par rapport à l'année précédente. Toutefois que de nombreux candidats ont témoigné d'une bonne maîtrise de la langue et notamment d'une précision lexicale appréciée. Si un certain nombre de candidats manquaient d'une préparation suffisante, pour exécuter la totalité de l'épreuve dans le temps imparti, d'autres n'ont pas été assez conscients que la performance attendue ne se limite pas à une bonne maîtrise de la langue mais exige un entraînement régulier à l'art délicat de la traduction. 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.

7.3.2 Expression écrite

Première question

La majorité des candidats a répondu correctement à la question posée. Néanmoins, le jury regrette le recours systématique au plagiat dans de nombreuses copies qui constitue la majeure partie de certaines réponses. Les correcteurs rappellent que ce procédé est à bannir définitivement et que les futurs candidats doivent faire appel à une expression personnelle fondée sur une compréhension fine et une interprétation juste du texte et non se limiter à reprendre les mots et expressions du texte tels quels, sans aucun effort de reformulation.

La question posée, cette année, invitait les candidats à dégager les différents arguments présents dans le texte expliquant la défiance du citoyen marocain à l'égard des institutions politiques. Comme il est rappelé dans les précédents rapports, une réponse exhaustive n'était pas obligatoire mais le jury s'attendait non seulement à ce que les candidats dégagent les arguments les plus importants présents dans le texte mais qu'ils les distinguent clairement et qu'ils montrent leur complémentarité voire leur divergence. Or cela n'a pas toujours été le cas, ce qui a amené le jury à sanctionner plus au moins lourdement de nombreuses copies qui se sont limitées à produire une réponse plate et souvent 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 en aucune manière émettre un jugement, un commentaire personnel ou incorporer des informations extérieures au texte.

Deuxième question

Le sujet d'expression écrite de cette année invitait les candidats à mener une réflexion personnelle sur les moyens de réduire l'écart entre les citoyens arabes et les institutions politiques à la lumière des révolutions arabes.

Bien que l'essai soit court, il doit obéir à des règles strictes : une introduction, même très brève, pour 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. Or le jury déplore, cette année encore, dans de nombreuses copies, l'absence d'introduction et/ou de conclusion, et il a pénalisé les copies dont la réponse est constituée d'une seule traite sans paragraphe.

Par ailleurs, le jury invite vivement les candidats à procéder à une analyse serrée et rigoureuse de l'énoncé pour élaborer un plan clair afin de concevoir une réponse structurée et à éviter de ressasser la même idée. C'est cette absence de plan qui a conduit plusieurs candidats à traiter la question posée de façon très superficielle en s'étendant trop longuement sur la corruption qui gangrène les pays arabes et sur l'incurie des partis politiques au pouvoir. Par ailleurs, la présence de « à la lumière des révolutions arabes » dans l'énoncé a conduit plusieurs candidats à disserter sur le printemps arabe, ce qui constitue un hors sujet patent. Signalons aussi qu'un nombre important de copies s'est contenté de reproduire scrupuleusement les exemples du texte sans rien proposer d'autres que ce que l'article contient déjà. 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 sévèrement sanctionné.

7.3.3 Thème

L'extrait proposé cette année était tiré du roman de Fatima Mernissi, *Rêves de femmes, une enfance au harem*, paru aux Éditions Albin Michel en 1998. Le jury a constaté que le niveau de langue française de beaucoup de candidats laisse à désirer, ce qui explique certainement le nombre important de traduction partielle voire lacunaire 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.

La majorité des candidats est malheureusement tombée dans l'écueil de la traduction fantaisiste, et parfois gravement. Le jury s'étonne de la méconnaissance du mot « distractions » traduits par « التفاهات » au lieu de « الترفيه », mot que l'on est en droit de penser connu des élèves de classes préparatoires.

Le jury se réjouit, en revanche, de la qualité de certaines traductions, très bonnes voire excellentes même si elles se font rares. 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 : « donnait ses représentations » traduit par « تعطي تصوراتها » au lieu de « تقدم عروضها \ مسرحياتها ») ou au contre-sens (par exemple : « des tabourets » traduit par « البنادير » au lieu tout simplement de « مقاعد ») ;
- la lecture hâtive qui conduit certains candidats à ne pas distinguer « coussin » de « cousin » ;
- la mauvaise compréhension du texte liée à d'importants contresens, comme celui concernant ce passage : « me balancer d'avant en arrière » où le verbe se balancer a été traduit par : « تأرجحت » au lieu de : « تدرجت ».

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.

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. Manifestement, certains candidats font face à ce genre d'exercice pour la première fois le jour du concours.

7.4 Espagnol

7.4.1 Remarques générales

Pour la session 2022 le jury a eu le plaisir de lire de bonnes voire de très bonnes copies qui ont su faire la différence grâce à une bonne maîtrise de la langue et à un contenu culturel riche et varié sur lequel les candidats se sont appuyés pour développer leur réflexion. Ces copies témoignent du sérieux et de l'investissement dont ils ont fait preuve tout au long de l'année pour réussir cette épreuve. Le jury tient à rappeler que le soin apporté à la copie, tant dans la rédaction que dans la présentation, n'est pas un détail. En effet les copies raturées et mal présentées sont encore trop nombreuses.

7.4.2 Expression écrite

La première question de compréhension vise à vérifier que le candidat a bien compris l'article et qu'il est capable d'en restituer le sens sans oublier d'éléments importants de façon structurée grâce à l'utilisation de connecteurs logiques. Il s'agit ici d'une réponse synthétique qui doit être complète et efficace. Pour la session 2022, la première question invitait le candidat à donner une définition de « la glorieta de las mujeres que luchan » et à préciser quel était son objectif. Il fallait donc d'abord préciser qu'il s'agissait d'un lieu « la glorieta » qui était auparavant un lieu d'hommage à Christophe Colomb à Mexico mais qui fut transformé et rebaptisé par ces femmes qui luttent. À la place de

l'ancienne statue de Christophe Colomb, ces femmes et mères à l'origine du mouvement ont placé une statue de deux mètres en bois représentant un femme le poing levé et ont écrit les noms de leurs filles assassinées ou disparues dans un contexte d'impunité. Ce lieu est désormais emblématique de la lutte des mexicaines contre l'État ne fait pas son travail pour lutter contre les féminicides, ne prend pas en compte leur souffrance, les condamne à l'invisibilité et plus encore les criminalise. Il ne fallait pas oublier de mentionner l'importance des femmes indigènes dans ce mouvement.

La deuxième question portait sur l'égalité hommes/femmes et invitait le candidat à développer une réflexion sur l'état de cette égalité et les progrès restant à faire en s'appuyant sur des exemples tirés du monde hispanique. Le majeur écueil retrouvé dans les copies a consisté en une présentation trop généraliste du problème sans faire référence, ou de façon trop superficielle, à des faits précis et concrets comme exigé dans la consigne. Le jury tient à insister que c'est bien la qualité des exemples choisis pour étayer la réflexion du candidat qui fait la différence entre une copie moyenne et une bonne copie. Il ne fallait pas se contenter d'évoquer le Mexique mais inclure d'autres pays hispanophones dans la copie. Tout au long de l'année, le candidat doit donc lire la presse et s'intéresser à l'actualité pour disposer d'une culture hispanique (El País, CNN en espagnol, La Vanguardia, El Mundo, Clarín, RTVE etc.). Ici, on pouvait penser aux figures féminines emblématiques du monde politique latinoaméricain comme Maya Fernández Allende (Chili), Keiko Fujimori (Pérou), Claudia López (maire de Bogotá), Xiomara Castro (première femme présidente du Honduras), même si toutes ne sont pas engagées dans la lutte pour les femmes. La volonté de Boric d'avoir un gouvernement féminin (14 femmes et 10 hommes) constituait un bon exemple pour parler de représentativité politique. L'obtention du droit à l'avortement en Argentine, au Mexique et en Colombie et le rôle que les manifestations (marea verde) ont joué dans ce changement pouvait aussi faire l'objet de réflexion. La performance « Un violador en tu camino » créée par le collectif féministe Las Tesis pouvait illustrer les changements de mentalité dans le monde contemporain. Enfin on pouvait penser au système informatique « Viogen » et à la loi intégrale de protection contre la violence faite aux femmes qui montrent que cette question est une des priorités du gouvernement espagnol. La menace représentée par les idées de Vox en Espagne, la brèche salariale, la difficulté des filles indigènes pour accéder à l'éducation sont autant d'exemples qui pouvaient donner du fond aux propos des candidats.

Il convient de préciser que le jury attend tout d'abord du candidat qu'il respecte la consigne, notamment le nombre d'exemples demandés. Pour autant, il ne s'agit pas seulement de dresser une liste d'exemples mais bien de s'appuyer sur ces exemples pour construire un raisonnement organisé et clair, structuré par des connecteurs logiques. Dans les deux questions d'expression, l'usage d'un vocabulaire recherché et de structures grammaticales et syntaxiques riches sont extrêmement appréciées et font la différence avec une copie employant un lexique limité et se contentant du présent de l'indicatif.

7.4.3 Thème

Le jury a eu le plaisir de corriger des thèmes montrant une bonne maîtrise de la langue tant au niveau de la conjugaison que du lexique. Si l'ignorance de certaines expressions telles que « carton-pâte » ou « lucioles » n'ont pas été fortement pénalisées, le jury a accordé de l'importance à la traduction de l'heure qui s'est révélée être un problème pour un trop grand nombre de copies. On dit en effet « a las nueve de la noche » et pas « a las veintiuno ». Au niveau des temps, le jury a valorisé la traduction du

passé composé français par du passé simple en espagnol mais a pénalisé lorsqu'il a été traduit par du présent. Le jury tient à retenir l'attention des candidats sur la connaissance des prépositions après les verbes de mouvement « ir a », « acercarse a » lorsqu'il s'agit d'une direction. De façon générale les candidats n'accordent pas assez d'importance aux accents. Surtout dans les verbes, l'absence d'un accent ou un accent mal placé peut entraîner une grave faute. En ce qui concerne le vocabulaire le jury a été étonné de voir que des mots courants tels que « el coche », « el fin de semana », « alquilar », « Navidad » ou « aprovechar » n'étaient pas maîtrisés. Enfin, il convient de rappeler que tout doit être traduit, les omissions sont encore trop fréquentes.

7.5 Italien

7.5.1 Remarques générales

Pour la session 2022, 27 candidats ont choisi l'Italien dans le cadre de l'épreuve écrite de Langue Vivante.

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.

7.5.2 Observations sur la session 2022

Pour les deux exercices, les sujets de la session 2022 étaient les suivants :

- Le **thème** proposé était un extrait d'une œuvre de Emmanuel Carrère, intitulée « Yoga » et publiée en 2020. Ce passage, d'une lecture aisée, porte une réflexion sur l'approche de l'écriture et de la manière d'appréhender la genèse de son travail.

D'un point de vue grammatical, l'attention des candidats était appelée principalement sur les points suivants : les formes de l'indicatif, les pronoms indéfinis, les pronoms COD et COI, les démonstratifs, les possessifs et les pronoms relatifs. Au niveau morpho-syntaxique, les structures verbales sont simples, les verbes sont généralement au présent, au passé composé, à l'imparfait, au futur et au gérondif.

Au niveau lexical, les termes ne devaient pas poser de problèmes aux candidats. Il s'agit en effet de termes courants concernant la nature humaine et l'esprit (amour, désir, mémoire, obsession, sagesse, sérieux), des mots courants (chose, écrivain, motocyclette) des adjectifs simples (accessible, noble), des verbes élémentaires (aimer, comprendre, écrire, éduquer, pratiquer, rappeler, relativiser, réussir, rêver, régner).

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 l'**Expression Ecrite**, les candidats étaient invités à réfléchir sur un article de Walter Veltroni, intitulé "*Una città (più umana) dove tutto è più vicino*", publié le 10 août 2021 dans le journal *Il Corriere della sera*.

Cet extrait présente d'abord un constat, celui du changement de mode de vie des gens placés en télétravail depuis le début de la pandémie. Il suggère une nouvelle vision du rapport entre le citoyen et son habitat, entre la personne et la ville, avec des nouvelles idées et de nouveaux projets de rapprochement entre les hommes. Le thème d'actualité ne devait pas dérouter les candidats, invités à relever, dans la première question, la réflexion de Walter Veltroni autour des citoyens et de leur habitat. La seconde question, comme il se doit, propose aux candidats d'argumenter personnellement sur ces nouvelles perspectives en vue de repenser la ville du futur.

À l'exception de quelques belles copies, la traduction a été moyennement réussie : beaucoup de fautes d'orthographe et de gallicismes. Les candidats ont fait l'impasse sur des mots simples, comme, à titre d'exemple, le mot "sérieux", traduit par *serioso *seriosità ; le mot "saggezza", traduit par *sagessa ; le mot "naturel", traduit par *natura, *naturale, *naturelera ; le mot "avidité", traduit par *avvidio. Cela a horrifié le jury. On a dû regretter la méconnaissance, chez certains candidats, des articles contractés, des pronoms COD ou COI, des pronoms indéfinis ainsi que des formes les plus élémentaires de la conjugaison de verbes au présent de l'indicatif, *stano, au lieu de "stanno" et au futur *sarro, au lieu de "sarò". 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 partie « Expression », 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. 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.

7.5.3 Conseils

A 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.

7.6 Russe

7.6.1 Remarques générales

Le format de l'épreuve reste inchangé par rapport aux années antérieures. L'épreuve se compose de trois exercices à réaliser en 1h30.

- Il s'agit d'abord de la question de compréhension qui permet de s'assurer que le candidat a bien saisi le sens des idées développées dans le texte. À partir de la lecture d'un texte journalistique portant sur un sujet d'actualité, il doit opérer une sélection des informations pertinentes en rapport avec la question posée et les reformuler dans une langue correcte. Dans cet exercice, qui compte pour 20% de la note finale, aucun point de vue personnel ne doit être apporté.
- La deuxième question est une question d'expression personnelle. Pour cette deuxième épreuve, qui compte pour 40% de la note finale, le texte proposé n'est qu'un prétexte pour une réflexion plus large, tant soit peu organisée, où le candidat fera preuve de sa propre attitude envers le sujet et l'analysera sous divers aspects. La réponse doit comporter une petite introduction qui peut être une phrase de contextualisation mettant en lumière l'actualité de la question, suivie d'une courte problématisation. Ces étapes préalables ont pour but de poser le cadre d'un propos bien argumenté. Comme il s'agit d'un exercice d'ouverture, la simple reprise de l'argumentaire du texte est déconseillée. Pour une meilleure différenciation des deux questions, la première doit comporter 80 mots ($\pm 10\%$) et la seconde, 180 mots ($\pm 10\%$).
- La dernière activité est un exercice de thème, épreuve pour laquelle le jury propose un court extrait de roman ou d'article de presse. Le texte est généralement d'une longueur variant de 150 à 200 mots. L'exercice qui compte pour 40% de la note finale permet d'évaluer les connaissances lexicales et grammaticales du candidat dans la langue-cible ainsi que son aptitude à ne pas se laisser influencer par les structures de la langue-source.

7.6.2 Remarques particulières

Expression écrite

L'article choisi en 2022 comme support à cet exercice avait pour titre « Роскосмос » отправил на МКС экипаж – снимать кино et portait sur l'envoi d'une équipe de tournage partie rejoindre la station spatiale, histoire qui a suscité de nombreux débats chez les professionnels de l'espace et dans l'opinion publique.

Rappelons que la première question a pour but de tester le niveau de compréhension du candidat et son esprit de synthèse. On attend de lui qu'il saisisse l'essentiel du texte et en offre un résumé bien articulé avec son propre vocabulaire. Pour cette raison, en rédigeant la réponse il fallait éviter de suivre l'article de près en reprenant ses éléments, mais également de se référer à des informations autres que celles du texte ou de formuler des jugements de valeur. Le jury a pu constater quelques transgressions à cette règle.

Le second exercice permettait au candidat de se prononcer sur le bien-fondé de tels projets au vu de leur coût élevé et des inconvénients qu'ils présentent pour le travail des cosmonautes, d'autant que le programme spatial russe traverse une période difficile.

Les défauts essentiels constatés dans les copies sont liés principalement à la volonté de quelques auteurs de rester dans l'argumentaire du texte au lieu de formuler une problématique liée au sujet et de donner leur opinion personnelle à travers une prise de position claire.

Dans un essai, un candidat est censé éviter tout cliché ou évidence. Une bonne réponse suppose des ouvertures. Pour cette raison, la réflexion au sujet d'une telle expédition (*Dans quelle mesure contribue-t-elle à la qualité du cinéma ? Est-elle justifiée sur le plan économique mais également éthique ?*) devrait prendre en compte le fait que peu avant le départ des cinéastes russes, un projet analogue avait été annoncé par les Américains. Ce détail, preuve de l'existence d'une « compétition », était susceptible d'alimenter une réflexion allant au-delà du fait évoqué (*Pourquoi, pour les Russes, est-il tellement important d'être les premiers face aux Américains ?*) Or, beaucoup de candidats ont ignoré cette piste et se sont limités à adhérer à un des camps, celui des partisans ou celui des adversaires de la performance technique, en donnant, au mieux, quelques exemples de films dont le tournage a suscité des échos.

Notons toujours que seul un *travail au brouillon* de quelques instants (avant d'écrire au propre les idées organisées) permet de réaliser un essai de qualité.

Thème

Le texte retenu cette année pour l'épreuve de russe était un court extrait du roman d'Antoine Bello, *Les falsificateurs* (Gallimard, 2007). Le passage choisi se caractérisait par la présence de quelques éléments de vocabulaire et de syntaxe qui méritent d'être commentés.

Il s'agit d'abord de l'expression des déplacements qu'il fallait traduire à l'aide de verbes correctement choisis.

- « J'avais rendez-vous une heure plus tard (...) avec deux géologues qui venaient de Lyon et devaient donc déjà avoir pris la route ». La proposition relative française « qui venaient de ... » étant peu précise (s'agit-il de voyageurs au départ de Lyon ou d'habitants de Lyon ?), il était possible de la traduire tant par une subordonnée « с геологами, которые ехали из Лиона », que par un groupe nominal, « с геологами из Лиона ». Quant à la deuxième partie de la phrase, il

fallait opter pour un verbe de mouvement préverbe perfectif (action accomplie) marquant un départ programmé: « которые уже выехали ».

- « Avant de prendre l'avion pour Reykjavik le lendemain matin, je trouvai le temps de faire un tour à la bibliothèque municipale d'Annecy ». Le départ programmé étant exprimé, comme on l'a vu ci-dessus, par l'emploi du préverbe вы-, le verbe à choisir était вылететь... : « до того, как вылететь в Рейкьявик на следующее утро... » Le déplacement décrit dans le texte français par « faire un tour à la bibliothèque » devait, à son tour, être traduit à l'aide du préverbe « за » marquant un détour: « я нашёл время зайти в библиотеку ».

Une autre difficulté de traduction concernait le choix des aspects verbaux.

- « Il réfléchit quelques secondes, pendant lesquelles j'entendis chuintier sa théière ». En russe, la présence d'une indication de durée (« quelques secondes ») doit normalement accompagner un verbe imperfectif qui marque un procès sans insister sur son achèvement (« он думал несколько секунд») ou un perfectif en по qui marque un procès achevé (подумал нескольких секунд). Ici, nous sommes devant une action servant de toile de fond à une autre action, c'est pourquoi, dans la traduction de « réfléchit », il faut opter pour l'imperfectif : « Он думал несколько секунд, в течение которых я слышал / услышал... »
- « ... j'entendis chuintier sa théière ». La construction française « verbe de perception » (voir, entendre, sentir) + COD + infinitif se traduit normalement en russe par une subordonnée complétive avec la conjonction « как »: « Я (у)слышал, как шипит его чайник ».

En traduisant dans une langue étrangère, il faut non seulement respecter, comme on vient de voir, les structures syntaxiques de la langue-cible au niveau de la proposition, mais aussi veiller à la cohérence des phrases traduites entre elles. Voici un passage qui peut illustrer ces propos:

- « Pourquoi m'appellez-vous? - Parce que j'ai l'intuition que nous allons avoir très peu de temps ». L'interrogatif « pourquoi » correspond en russe à « почему? » (pour quelle raison?) et à « зачем? » (dans quel but?). Si le traducteur opte pour « почему », il devra construire la réponse avec « потому что ». Respectivement, « зачем » se combine avec « затем ». Ex. : « Почему вы мне звоните? – Потому что ... / Зачем вы мне звоните? – Затем чтобы ... » Ici, vu la suite de la phrase qui exprime la cause (« j'ai l'intuition que nous avons peu de temps »), c'est la première variante qui s'impose.

Comme la traduction ne consiste pas à remplacer les mots mais à en rendre le sens, le candidat ne doit pas hésiter à employer divers moyens de traduction, surtout si un équivalent direct est difficile à trouver. Par exemple, une phrase négative peut être remplacée par une affirmation construite avec un antonyme :

- « le rayon consacré à la démographie africaine n'était guère fourni » : раздел африканской демографии был почти пуст.

Il faut aussi noter que le russe est une langue où beaucoup de mots ont des caractéristiques propres. Ainsi certains ne s'emploient qu'au singulier, alors que leurs équivalents français varient en nombre. Tel est le cas du mot « информация »:

- « je recueillis tout de même quelques précieuses informations » : я нашел всё же немного ценной информации / ценных сведений..

Pour conclure, soulignons que dans ce genre d'exercice, le jury apprécie particulièrement les candidats qui n'ont pas traduit le texte mot à mot et ont pris le risque de faire preuve de recherche et de créativité.

7.6.3 Conseils

Rappelons comme chaque année, à l'adresse des futurs candidats, 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 et une connaissance scrupuleuse de la morphologie (conjugaisons et déclinaisons).

Une attention tout aussi sérieuse doit être accordée à la variété et à la précision du lexique, conditions indispensables pour éviter les pièges de la traduction et pour servir une pensée claire et un discours organisé.

Tous les mots doivent être bien orthographiés. Les écritures comme опаздовать, поцеловать, послы, предложить sont sanctionnées par le retrait des points. Il importe également de se souvenir que, dans les exercices écrits, il est indispensable de respecter les règles de ponctuation qui sont strictes en russe, mais souvent négligées dans l'apprentissage du russe en France.

En voici les plus importantes.

Contrairement au français, en russe on ne sépare pas par une virgule les compléments circonstanciels en début de proposition (Через час... / В Париже... / В этой далекой стране...).

En revanche, il faut mettre une virgule devant les conjonctions а, но, однако (expression de l'opposition), mais également devant чем et как introduisant une comparaison.

On marque par une virgule la majorité des tournures participiales et gérondivales (participe ou gérondif + complément).

Il faut également séparer par une virgule :

- les propositions coordonnées reliées par и (et d'autres conjonctions) au sein d'une phrase complexe ;
- la proposition principale et la subordonnée ; cette dernière est généralement introduite par что, чтобы, который, когда, где, как, так как, потому что...

Les candidats doivent être conscients que la qualité de la langue sous toutes ses formes (lexique, grammaire, style, ponctuation) est un critère essentiel de la notation pour l'ensemble des exercices.



8 Annexe - Exemple de dissertation rédigée

Développement possible

I. Certes, l'enfance passe et ne revient pas...

A. Les images de l'enfance sur les « copies flammes »

Première période de la vie, l'enfance est une succession de moments, heureux ou malheureux, qui la constituent progressivement, s'inscrivent sur « les copies flammes » pour reprendre la comparaison de Gérard Macé (que l'on peut même envisager comme une synecdoque, au sens où les copies flammes seraient des parties d'un tout que constituerait l'enfance). Elle est un support d'émotions, d'événements comme autant d'instantanés débutant le film de l'existence.

Rousseau la présente au livre II de *L'Émile* comme « L'âge de la gaieté [...] où le rire est toujours sur les lèvres et où l'âme est toujours en paix ». Pour lui, il est « charmant et doux de voir un joli enfant, l'œil vif et gai, l'air content et serein, la physionomie ouverte et riante ». Le philosophe explique par ailleurs que « l'enfant ne reçoit pas des idées, mais des images ».

Dans « Les Cygnes Sauvages », reprendre les scènes de bonheur de l'enfance entre Elisa et ses frères jouant ; plus loin, Elisa joue « avec une feuille verte ». Autre image de l'enfance dans l'incipit de « La petite Sirène » ou dans l'excipit des « Bougies » : « Et elle pensait aux deux enfants aussi heureux l'un que l'autre, l'un éclairé par une bougie de cire, l'autre par une chandelle de suif ! » ; autre cliché de bonheur simple et naturel dans « Ce que racontait la vieille Johanne » : « Et dans la chaleur de l'été, on voyait de jeunes fils de paysans courant tout nus et barboter dans l'eau. »

Dans *Aké*, Soyinka évoque également les moments ludiques et joyeux de son enfance, dans les « terrains de jeux de l'école », où il s'amusait à « grimper dans les arbres et sur les rochers », avec au centre, « la carcasse de voiture » (chap. I). Même son premier jour à l'école a tout d'un amusement, transformant à travers le regard de l'enfant la salle de classe en une véritable « salle de jeux » (chap. II). À côté, le narrateur rappelle des moments moins heureux mais tout aussi importants et formateurs : l'accident de la balançoire, ou celui du coup de machette qui a failli lui faire perdre un œil (chap. II) ; d'autres bêtises comme son goût immodéré pour le Lactogen ou l'accident de la carabine.

B. Des images qui « rétrécissent avec le temps »

Néanmoins, ces images « rétrécissent avec le temps » : l'enfance s'éloigne, les souvenirs deviennent vagues, nous oublions certains détails de notre passé, une rupture s'instaure. Sans nous en apercevoir, nous glissons d'un âge à un autre. D'ailleurs, ce n'est semble-t-il qu'après coup, rétrospectivement, que nous réalisons la fin de l'enfance, une fin qui s'apparente à une perte voire à une entrée dans le malheur.

Rousseau montre combien l'homme se dénature en devenant adulte et tout l'enjeu de son éducation consiste à préserver l'innocence de l'enfant de « l'émulation, la jalousie, l'envie, la vanité, l'avidité, la crainte ». « Tout est bien sortant des mains de l'Auteur des choses, tout dégénère entre les mains de l'homme. »

Dans les *Contes* d'Andersen, différents motifs viennent signaler ce passage du temps réduisant et détruisant tout : le motif du vent (image même de la vanité) par exemple dans « Le vent raconte l'histoire de Valdemar Daae » : « Et l'hiver passa, hiver et été passèrent. Ils passent comme moi aussi je passe, comme la neige vole, comme la fleur du pommier vole et comme tombent les feuilles. Nous ne faisons que passer, passer, passer, et les hommes aussi ! » ; le motif de la fenêtre dans « En regardant par une fenêtre à Vartou », à travers laquelle la vieille fille regarde le spectacle d'enfants jouant pendant que sa vie, elle, a passé. La fenêtre y symbolise un champ de vision mais aussi un champ de possibles rétréci. Pensons encore au « Tic-tac ! » de l'horloge à la fin de « La Reine des neiges », au bonhomme de neige qui fond ou aux dents qui tombent dans le dernier conte du recueil.

Dans *Aké*, le passage du temps est lui aussi vécu comme une dégradation cf. chap. I « Il est arrivé malheur à la mission d'*Aké*. Le sol s'est érodé, les pelouses se sont dénudées et le mystère a été chassé des hauteurs autrefois si secrètes. » (à relever, toutes les négations énumérées p. 16 « ce n'est plus qu' », « il n'est plus... que », « ne sont plus que »). Symbole de cette perte, le baobab (chap. V) : « Même le baobab a perdu de sa taille avec le temps ; et pourtant j'avais cru que ce rempart serait éternel, échapperait aux perspectives élargies d'une enfance disparue. » Plus loin, à propos du fameux personnage de Moâ-même « un autre élément de notre vie disparut pour ne plus revenir ».

C. La nostalgie des « ombres mouvantes »

Face à ce qu'il considère comme une perte irrémédiable, l'adulte se trouve en proie à un sentiment profond de nostalgie, animé par les regrets d'une enfance idéalisée, habité par les « ombres mouvantes » de son passé qui viennent obscurcir, en comparaison, son présent.

Rousseau joue justement avec ce sentiment de nostalgie pour inviter les parents au bon sens et à laisser leurs enfants profiter de leur jeunesse : « Qui de vous n'a pas regretté quelquefois cet âge [...] ? » Le philosophe explique lui-même comment ce sentiment croît avec l'âge et se révèle particulièrement intense la vieillesse arrivant : « Il est un terme de la vie au-delà duquel on rétrograde en avançant. Je sens que j'ai passé ce terme. Je recommence, pour ainsi dire, une autre carrière. Le vide de l'âge mûr, qui s'est fait sentir à moi, me retrace le doux temps du premier âge. En vieillissant, je redeviens enfant, et je me rappelle plus volontiers ce que j'ai fait à dix ans qu'à trente. »

L'incipit de « La Reine des Neiges » décrit un jardin idéal construit par les parents de Kay et de Gerda alors même que certains critiques voient ce conte justement comme une réécriture de l'épisode biblique de la chute du jardin d'Eden. Une vision idéalisée que l'on retrouve dans le conte « En regardant par une fenêtre à Vartou » : « Joue, petite fille ! Bientôt viendront les années... » : nostalgie de la vieille fille avec, quelques lignes plus loin, l'image des « nuages noirs » qui assombrissent le cœur de l'homme vieillissant, un écho aux « ombres » évoquées par Gérard Macé. Pensons surtout au récit du Sapin dans le conte éponyme : « ... et il raconta toute sa jeunesse [...]. "Eh oui, finalement, c'était des temps très heureux [...] mais à l'époque, je ne réalisais pas pleinement mon bonheur !" ». L'enfance devient précieuse après coup, quand elle est déjà perdue.

Même vision de l'enfance comme âge d'or dans *Aké*. Le premier chapitre fait de la mission un véritable paradis, un « lieu saint ». Réécriture là encore du Jardin d'Eden jusqu'à la référence au pommier, un monde que Dieu n'habite pas réellement mais qu'il hante de sa présence avant que le regard du narrateur ne devienne plus amer face à tous les changements (occidentalisation des lieux et des êtres) au chapitre X : « les odeurs s'en sont allées », « les odeurs ont été vaincues ».

Transition L'enfance sous l'effet du temps s'éloigne, époque révolue devenue inaccessible pour l'adulte pris dans ses regrets. Cependant s'évanouit-elle vraiment ?

II. ... mais l'enfance ne disparaît pas totalement

A. Grandir, ce n'est pas rétrécir

Contrairement à la vision univoque de Gérard Macé considérant le passage du temps comme nécessairement néfaste et destructeur, les œuvres au programme montrent également comment le temps peut être bénéfique à l'enfance. Loin du « rétrécisse[ment] » supposé, les enfants grandissent, partent découvrir le vaste monde, sont initiés à certains rites et se fabriquent ainsi de nouvelles images qui enrichissent « les copies flammes » comme si ces dernières, loin de constituer un support fragile voué à la dégénérescence, étaient capables de conserver, de restaurer, d'améliorer voire de produire des images. Cf. le motif de l'arbre qui pousse, dont il faut prendre soin en le cultivant et qui parcourt les trois œuvres au programme comme allégorie de la croissance de l'enfant (« l'arbrisseau naissant » dans *l'Émile* où Rousseau interpelle au début du livre I la figure maternelle tel un jardinier : « Cultive, arrose la jeune plante avant qu'elle ne meure ; ses fruits feront un jour tes délices. » ; dans « Une histoire des dunes » à propos de Jørgen et de ses racines espagnoles poussant désormais sur la terre danoise : « La graine du grenadier du sol d'Espagne se changea en plante d'oyat sur la côte ouest du Jutland. Voilà à quoi l'homme peut arriver ! C'est à ce foyer qu'il agrippa les racines de sa vie au fil des années. » ; cf. enfin la description du grenadier dans l'incipit d'*Aké*, dont la croissance et la fructification demande soins et patience : « Le grenadier ne produisait que très chichement. Il ne donnait son fruit de robuste apparence qu'à de longs intervalles, et grâce aux soins patients des mains et du visage veineux de celui que nous ne connaissions que sous le nom de Jardinier. »)

Rousseau : « je le contemple enfant, et il me plaît ; je l'imagine homme, et il me plaît davantage ». *L'Émile* élabore une éducation étape par étape : chez le petit enfant, les facultés de l'homme futur sont en sommeil, attendant d'être développées grâce à l'éducation naturelle. L'homme est alors l'épanouissement, l'accomplissement des promesses contenues dans l'enfant. Et pour ce faire, le philosophe insiste sur le physique qui doit se développer, se renforcer, notamment via l'endurcissement du corps (bains froids, exercice physique, autonomie) ; idée à associer à l'image du printemps : « C'est qu'au spectacle du printemps l'imagination joint celui des saisons qui le doivent suivre ; à ces tendres bourgeons que l'œil aperçoit, elle ajoute les fleurs, les fruits, les ombrages, quelquefois les mystères qu'ils peuvent couvrir. »

Si Andersen semble par moments moins optimiste (grandir comme arrachement, douleur comme le prouve la hache qui vient couper le Sapin ou la fin tragique du Crapaud qui voulait parcourir le monde et qui ne se transformera pas en prince charmant) certains de ses *Contes* décrivent les métamorphoses heureuses que connaissent les personnages. Hans l'invalidé retrouve l'usage de ses jambes ; les frères d'Elsa redeviennent des princes, le vilain petit canard se transforme en majestueux cygne : « Il vit sa propre image au-dessous de lui. Ce n'était plus un oiseau aux mouvements maladroits d'un gris noir, vilain et répugnant ; il était lui-même un cygne ! » D'autres histoires racontent de véritables parcours initiatiques comme dans « La Cloche » ou « Une Histoire des dunes ». Dans *Aké*, Le chapitre III constitue une véritable Odyssée au cours de laquelle Wole, suivant la fanfare, part à la découverte de la ville, première occasion d'une confrontation directe avec le monde jusqu'à sa conclusion p. 103 : « j'avais le vague sentiment [...] d'être maintenant tout différent de ce que j'étais avant le défilé ». En tant que lecteurs, nous assistons à la métamorphose de Wole tout au long de l'œuvre sur fond

d'anniversaires et d'âges qui s'égrènent : 3 ans, 4 ans et demi, 8 ans, 11 ans... « Tu grandis tu sais » lui dit Lawanle. Le rite de passage, douloureux, qu'il vit à Isara avec Père (incisions) fait de lui « un vrai Akin » avant même de devenir « l'homme de la famille ». En ce sens, le motif de l'échelle (comme la volonté de se laver seul) est révélateur de cette évolution : « Je ne savais pas encore grimper à l'échelle tout seul » (début du chapitre III) / « Je pouvais maintenant escalader rapidement l'échelle comme les autres » (chapitre VI). Retenons la réflexion du petit garçon p. 184 : « il me semblait normal que les grandes personnes poussent dans la direction qui les arrange. J'espérais que moi-même un jour je pousserais et deviendrais grand comme mon père, mais je n'étais pas du tout pressé. »

B. Des traces indélébiles

Loin de disparaître et de « ne plus laisser voir que des ombres mouvantes », l'enfance au contraire marque définitivement l'individu et laisse en lui une empreinte indélébile.

■ Il peut s'agir des premières leçons qui resteront gravées dans l'esprit adulte.

Rousseau considère notamment que « la première idée qu'il faut lui [à l'enfant] donner est donc moins celle de la liberté de que la propriété » ; de même, dès le livre I, il précisait l'importance de préparer l'enfant à souffrir pour le préparer à la vie adulte : « le sort de l'homme est de souffrir dans tous les temps. « C'est à cet âge qu'on prend les premières leçons de courage, et que, souffrant sans effroi de légères douleurs, on apprend par degrés à supporter les grandes. » D'où toutes les leçons et apprentissages mis en place par le gouverneur inculquant à l'enfant les vertus du futur adulte : cf. le portrait dressé d'*Émile* à la fin livre II. « Il n'y a qu'une science à enseigner aux enfants : c'est celle des devoirs de l'homme ».

Même idée dans les *Contes* d'Andersen où certains personnages vivent une véritable initiation – à l'amour, à la morale, à la vie. La fin de leur parcours initiatique fait entrer ces enfants – adolescents dans le monde adulte : ils deviennent des jeunes gens, ils se marient, ils s'engagent dans un métier, ils savent bien se conduire... à l'image du personnage de Gerda et de tout ce qu'elle traverse pour sauver Kay. Autre exemple d'apprentissage et citation à retenir dans le conte « L'Ombre » : « Ce sont des choses que j'ai apprises dans mon enfance » où justement, cette « ombre » quitte l'obscurité et les seconds rôles pour épouser « la fille de roi » et prendre la place du savant...

Enfin, à Isara, auprès de Broda Pupa et de Yemi, Wole reçoit des leçons importantes : lui qui a si peur des « serpents monstrueux », va apprendre à les tuer et même à les manger ; autre leçon importante face à un essaim d'abeilles : « Il faut te baisser le plus près possible du sol [...] ; il faut te mettre le plus près du sol que tu peux et rouler. Ne reste pas debout, ne cours pas. Aplatis-toi par terre et roule. »

■ Cela concerne aussi le caractère qui se forge durant l'enfance et dont on peut hériter pour une part, les bonnes ou mauvaises habitudes qui se prennent, l'état d'esprit et le regard que l'on porte sur le monde...

Dans l'*Émile* d'un côté Rousseau expose le danger des (mauvaises) habitudes que pourrait prendre l'enfant : « la seule habitude qu'on doit laisser prendre à l'enfant est de n'en contracter aucune » et, de l'autre, insiste sur l'importance de ces premiers âges dans le développement des facultés (physiques d'abord, psychiques ensuite) : « l'inhabitude de penser dans l'enfance en ôte la faculté durant le reste de la vie ».

Dans ses *Contes*, Andersen insiste souvent sur l'héritage reçu de nos parents comme dans « Un caractère gai » : « Mon père m'a légué la meilleure part de sa succession : j'ai hérité d'un caractère gai ». Pensons également au sang espagnol qui coule dans les veines de Jørgen et cette histoire d'anguille qui l'accompagne durant toute sa vie : « Et cette histoire devint le fil conducteur de la vie de Jørgen, ce qui détermina son humeur. Lui aussi, il avait fort envie de franchir le seuil de la porte, « remonter un peu la rivière », c'est-à-dire partir dans le monde sur un navire. »

Même importance du père dans *Aké*, jusqu'au fantasme d'identification de Wole à Essay (motif de la chambre partagée, alliance entre eux, jeu de double : « tu t'imagines être un autre Papa, hein ? » demande Lawanle à Wole) et que déplore par moments Chrétienne Sauvage : « Après tout, il tient cela de toi ». Cela explique en tout cas son attirance pour les livres : le narrateur évoque notamment sa « fringale de lecture » et le plaisir d'avoir « fouillé dans sa bibliothèque ». Autre trait de caractère, sa nature rêveuse évoquée à plusieurs reprises, prélude à sa carrière d'écrivain. La fin de l'œuvre révèle surtout comment le « Mouvement des femmes » et la révolte contre la domination des hommes blancs ont éveillé sa conscience politique et préparé déjà son engagement futur dans divers combats qu'il poursuivra à travers ses œuvres.

C. Loin des « ombres », l'enfance vient éclairer l'âge adulte

Loin des « ombres mouvantes » évoquées par Gérard Macé, l'enfance est une lumière qui vient accompagner et éclairer l'âge adulte. L'adulte doit même s'inspirer de l'enfant, de son questionnement, de son étonnement, de son innocence naïve. Cette idée d'une enfance en nous, qui ne nous quitterait jamais vraiment, et qui s'incarnerait dans une mentalité et un état d'esprit spécifiques correspond au concept établi par le psychanalyste Jung qui évoque le *puer aeternus*. Il s'agit pour lui de cette part de notre être qui conserve un fonctionnement d'enfant, malgré les changements que nous connaissons, une part profondément ancrée et qu'il faudrait cultiver.

Rousseau déplore cet éloignement de la nature – et de l'enfance – qui corrompt l'homme vivant en société : « Plus nous nous éloignons de l'état de nature, plus nous perdons nos goûts naturels ; ou plutôt l'habitude nous fait une seconde nature que nous substituons tellement à la première que nul d'entre nous ne connaît plus celle-ci. » Voir alors le portrait d'Emile dressé à la fin du livre II, véritable modèle à suivre, notamment pour sa spontanéité : « il ne suit jamais de formule, ne cède point à l'autorité ni à l'exemple, et n'agit ni ne parle que comme il lui convient. Ainsi n'attendez pas de lui des discours dictés ni des manières étudiées, mais toujours l'expression fidèle de ses idées et la conduite qui naît de ses penchants. »

Dans les *Contes* d'Andersen, plusieurs personnages enfants peuvent servir de modèle à l'adulte : le petit poisson dans « Le grand serpent de mer » qui « ne voulait pas abandonner l'idée d'arriver à savoir ce que pouvait être cette chose. » ; le petit enfant dans « Les nouveaux habits de l'empereur » seul lucide et honnête, capable de révéler la nudité de l'empereur : « Mais voyons, il n'a rien sur lui ! » ; la pauvre petite fille du conte « Le Rossignol », qui travaille dans les cuisines et qui préfère le chant du vrai rossignol à celui de l'oiseau mécanique : « Cela me fait venir les larmes aux yeux. C'est comme si ma mère me donnait un baiser ! ». Motif de la lumière de l'enfance qui continue de briller dans « Une histoire des dunes », loin des « ombres » évoquées par G. Macé : « L'enfance a pour tout le monde ses moments lumineux qui, par la suite, illuminent toute la vie. »

Dans *Aké*, l'adulte a tendance à mettre à distance l'enfant, à l'écarter, considérant son infériorité alors même que l'enfant est capable de produire un questionnement philosophique cf. pp. 113-115. Wole fait preuve parfois de bon sens et de lucidité, telle sa réflexion sur le corbillard au chapitre VI : « Il me paraissait toujours étrange qu'en dépit de tous ces enterrements à Saint-Pierre personne n'eût jamais songé à mettre au point une manière plus commode de prendre le cercueil dans le corbillard, de monter les quelques marches et de le transporter par l'allée centrale entre les bancs jusqu'aux tréteaux en face de l'autel. » Autre épisode important au chapitre IX et le refus de se prosterner pp. 243-247 : « Si je ne me prosterne pas devant Dieu, pourquoi est-ce que je me prosternerai devant vous ? Vous n'êtes qu'un homme comme mon père, non ? » Son regard porté sur les êtres et sur les choses se fait de plus en plus aigu, jusqu'à critiquer le monde des adultes et leur conduite irrationnelle : « ces grandes personnes savaient-elles jamais ce qu'elles voulaient ? »

Transition Participant donc pleinement de la constitution de notre être, l'enfance ne disparaît jamais totalement. Faut-il courir le risque de s'y enfermer, de tout confondre et de tout perdre ? Il convient maintenant de caractériser le rapport que les œuvres instituent avec l'enfance, puisque la comparaison avec des copies flammes vouées à une disparition certaine ne recouvre que très partiellement la complexité des relations qui nous unissent à cette période de la vie.

III. Entre rupture et continuité, l'enfance a des spécificités propres que l'adulte doit comprendre et protéger

A. Se libérer de l'ombre de l'enfance

L'adulte, s'il veut être pleinement soi et s'accomplir pleinement, doit d'abord savoir se détacher de l'ombre de l'enfance, accepter sa part d'héritage tout en traçant sa propre voie. Pour ce faire, il ne doit pas être prisonnier d'une nostalgie illusoire. Comme l'explique Jankélévitch, n'est-ce pas parce que l'enfance est inaccessible à l'adulte qu'elle lui semble si heureuse ? « C'est parce que la douceur maternelle est irréversible qu'elle est le paradis perdu ; c'est parce que notre enfance est à jamais inaccessible qu'elle nous paraît heureuse. » (L'Irréversible et la Nostalgie, 1974)

Rousseau insiste tout au long de l'*Émile* sur la dépendance et sur la faiblesse des nourrissons qui « meurent sans regretter la vie dont ils n'ont connu que les tourments » ; les enfants sont « faibles », « dépourvus de tout » et « stupides » ; « Les plus grands risques de la vie sont dans son commencement ».

De la même manière, Andersen ne nous invite pas à redevenir entièrement des enfants. Le ton des *Contes* est souvent ironique, il n'hésite pas à jouer avec les stéréotypes pour mieux se moquer – à l'image de l'association entre fille et fleurs par exemple, à jouer sur la beauté physique superficielle de la Petite Sirène dont les charmes doivent être suffisants pour séduire le prince... Une sorte de dialectique parcourt les *Contes*, entre l'innocence, la naïveté, l'imagination d'un côté et, de l'autre, la maturité, la rationalité, la sagesse.

On retrouve ce regard parfois lucide, ironique voire sarcastique dans *Aké*. On peut songer à la fin du chapitre I qui évoque les discussions théologiques chez les parents de Wole, entre le père, Osibo le pharmacien et le libraire, Monsieur B., menacé d'amputation (le « grand frère » béninois Joseph doit apporter un grand couteau pour mener cette opération à bien). L'enjeu de la discussion (le sens littéral ou symbolique des Écritures) échappe à l'enfant, qui craint pour la vie du libraire : « Il faut que quelqu'un coure chez Mme B. » Comment dès lors envisager de continuer à croire à ce paradis

de l'enfance décrit dans les premières pages quand le narrateur adulte précise ensuite : « des nuées de chauves-souris habitaient le figuier, leur crottes criblées de graines durcissaient sur les pierres, les pelouses, les sentiers et les buissons dès avant l'aube » ?

B. Les particularités propres à l'enfance, hors du temps

De même, il ne s'agit ni de confondre enfant et adulte ni de précipiter ou d'accélérer le passage du temps. Certes l'enfant ne veut pas être considéré comme un enfant et révèle très vite, curieux et envieux du monde des adultes, un désir de devenir grand et d'être traité comme un grand. Mais comme nous le rappelle justement Rousseau, il faut « laisse[r] mûrir l'enfance ans les enfants ». Il convient donc de ne pas réduire l'enfance à une quantité d'images recueillies sur des supports voués à l'obsolescence, mais de l'assimiler au contraire à des tableaux, des tableaux vivants si l'on peut dire, des tableaux qui restituent et font revivre le passé dans toute sa vigueur.

C'est en effet un des leitmotivs au cœur de l'*Émile* : l'enfant n'est pas un homme, n'est pas un adulte. « L'humanité a sa place dans l'ordre des choses ; l'enfance a la sienne dans l'ordre de la vie humaine : il faut considérer l'homme dans l'homme, et l'enfant dans l'enfant » alors même que la société a tendance à nous traiter comme des enfants : « les lois ou la société nous ont replongés dans l'enfance. » Rousseau se moque alors des enfants soi-disant prodiges et dénonce l'éducation de son époque qui bouleverse l'ordre naturel des choses : « La nature veut que les enfants soient enfants avant que d'être hommes. Si nous voulons pervertir cet ordre, nous produirons des fruits précoces, qui n'auront ni maturité ni saveur ». Au contraire, il invite les parents à laisser à l'enfant son enfance : « Aimez l'enfance ; favorisez ses jeux, ses plaisirs, son aimable instinct ».

Même invitation dans les *Contes* d'Andersen, dans « Ce que racontait la vieille Johanne » par exemple, à propos du petit Rasmus : « Il faut aussi qu'il joue et qu'il gambade ». Contre l'empressement du Sapin à grandir (« Oh, pousser, pousser, devenir grand et vieux, il n'y a que cela de bien dans ce monde »), la nature l'enjoint à profiter de sa jeunesse : « Sois content d'être jeune ! dirent les rayons du soleil ». D'où le titre du conte, hautement significatif : « Chaque chose à sa place ». Ainsi la Petite Sirène et ses sœurs doivent atteindre l'âge de quinze ans pour obtenir « la permission de monter à la surface de la mer ». Équilibre idéal à trouver comme à la fin de « La Reine des neiges » pour Gerda et Kay : « tous deux, adultes et cependant enfants, enfants par le cœur ».

Dans *Aké*, Wole s'avère être enfant précoce, qui très tôt veut aller à l'école, avant même d'en avoir l'âge : « – Tu es venu tenir compagnie à ta sœur ?

– Non, je suis venu à l'école.

Alors il baissa les yeux et aperçut les livres que j'avais ramassés sur la table de papa.

– Ce sont les livres de ton père ? [à noter ce qui distingue l'adulte de l'enfant dans l'emploi des noms père ou papa.]

– Oui, je veux les apprendre.

– Mais tu es trop petit, Wole.

– J'ai trois ans. »

Ce n'est en effet qu'un enfant, ce que lui rappelle Nubi quelques pages après : « Si tu crois que parce qu'on t'a accepté à l'école tu es maintenant un grand garçon à la maison, eh bien tu te trompes ; tu as encore beaucoup à apprendre » (Chapitre IV). Dans tout cet épisode, la minutie avec laquelle le dialogue est reconstitué est révélatrice de la force intacte du souvenir.

Peut-être d'ailleurs que la particularité de l'enfance est d'être hors du temps. Monde des possibles, de l'imagination, du rêve l'enfance semble pouvoir abolir la temporalité et créer ses propres « copies flammes ».

Certes, Rousseau se méfie de l'imagination (le gouverneur doit borner l'imagination de son élève) et pourtant on ne peut que constater le rôle des images dans son apprentissage ; surtout, on retrouve bien dans l'*Émile* cette idée d'un temps particulier de l'enfance et de l'enfant qui n'a pas la capacité d'abstraction et pour qui tout est image : « Il ne sait ce que c'est que routine, usage, habitude ; ce qu'il fit hier n'influe point sur ce qu'il fait aujourd'hui ». « O toi qui n'as rien de pareil à craindre, toi pour qui nul temps de la vie n'est un temps de gêne et d'ennui ; toi qui vois venir le jour sans inquiétude, la nuit sans impatience, et ne comptes les heures que par tes plaisirs, viens, mon heureux, mon aimable élève ».

Ce temps spécifique est celui du merveilleux qui parcourt le recueil des *Contes* jusqu'aux fleurs qui dansent toute la nuit tel que le raconte l'étudiant dans « Les fleurs de la petite Ida », expliquant qu'elles soient fatiguées et fanées au matin... Une autre manière d'envisager le temps et la mort que l'on retrouve dans la pensée du « Moulin à vent » : « je cesserai d'être et je continuerai pourtant à exister ! Je deviendrai une toute autre personne et je serai pourtant le même ! »

Dans *Aké*, l'enfance a sa durée propre qui n'est pas quantitative (et le temps semble moins chronologique que cyclique : les saisons qui reviennent, les fêtes passées à Isara chaque année... tout autant que Wole passant son temps à rêver comme le lui reproche sa mère. Ainsi le goyavier est doté d'une vie singulière et mystérieuse ; Wole considère le rocher Jonas comme « un confident incomparable », Osiki peut « traverser la cour en volant », la carcasse de voiture permettant de voyager « vers des pays fabuleux ». Capacité de l'enfance à créer un nouvel espace-temps (cette fameuse pierre précieuse dans la tête du crapaud ?), comme la fiction.

C. L'art et la mémoire pour abolir le « temps » : protéger « les copies flammes »

Quand bien même l'enfance passe, rendant son retour impossible, l'art et la mémoire sont là, abolissent le temps, ressuscitent l'enfance, la protègent in fine de la destruction et de l'« ombre », nous permettant de replonger incessamment dans l'enfance – quitte à la rejouer autrement.

Au livre II, Rousseau cède au « plaisir » de raconter un souvenir, lorsque M. Lamercier, « un soir d'automne », lui demanda « d'aller chercher dans la chair la Bible qu'on y avait laissée. » Dans une scène digne des Confessions, l'écrivain revit ce moment de peur et de bravoure en même temps qu'il le raconte grâce à l'emploi du présent de narration : « À l'instant toutes mes frayeurs cessent, et ne me laissent que celle d'être surpris dans ma fuite : je cours, je vole au temple ; sans m'égarer, sans tâtonner, j'arrive à la chaire ; j'y monte, je prends la Bible, je m'élanche en bas ; dans trois sauts je suis hors du temple, dont j'oubliai même de fermer la porte ; j'entre dans la chambre, hors d'haleine, je jette la Bible sur la table, effaré, mais palpitant d'aise d'avoir prévenu le secours qui m'était destiné. » Ainsi, le temps du moins de ce court récit, l'enfance renaît pour ne plus disparaître, fixée et immortalisée une fois pour toutes par l'art du récit.

De la même manière, dans « Tante-mal-aux-dents », la Tante plonge dans son passé. « Tante parlait et racontait des souvenirs. Sa jeunesse revint, le brasseur revint, de vieux souvenirs. » On sait la part autobiographique que certains contes ont pour Andersen (« En un sens, explique Régis Boyer,

l'œuvre tout entière d'Andersen n'est qu'une autobiographie ininterrompue ») : « La Petite Sirène », « Le Vilain petit Canard », « Elle n'était bonne à rien ! ». Cette dimension autobiographique permet à Andersen de se replonger dans son passé, de le dépasser (élévation et métamorphose en cygne, mère sacrificielle), tout en inscrivant les éléments personnels à la fois dans une optique universelle, merveilleuse et éternelle (dénouement de « La Petite Sirène »).

Dans *Aké*, il faut évoquer la symbolique du mur qui entoure la mission comme un « rempart », une fortification protectrice de l'enfance et de ses souvenirs ou encore les murs à Isara qui « ont gardé leurs voix. Des voix familières qui surgissent, venues d'au-delà des chevrons. » C'est pourquoi l'œuvre autobiographique de Soyinka joue un rôle très précis comme l'explique Etienne Galle dans la préface à notre édition en parlant du chemin de « l'écrivain qui se retourne au midi de son âge pour jeter sur son enfance un long regard et y puiser de nouveaux élans avant de poursuivre sa marche ». Le récit d'enfance participe ainsi à une entreprise de réminiscence. D'où l'emploi du présent de narration au chapitre IV par exemple, racontant la scène du bain en même temps qu'il la fait revivre dans l'esprit de l'écrivain. Écrire et revivre ses souvenirs, un chemin mémoriel et sensoriel : les odeurs, les sons, les saveurs du marché ressurgissent. L'écriture poétique de Soyinka adulte retrouve la puissance de nomination de l'enfant et parvient à abolir le temps, à « avaler le temps », à « en supprimer l'existence ».



Prolongement de la réflexion en conclusion

Bachelard, dans sa *Poétique de la rêverie*, attire l'attention sur l'écart qui va séparer l'enfance vécue et l'enfance racontée. Outre les problèmes de mémoire, de mensonge, d'édulcoration... le philosophe montre la différence entre, d'une part, l'histoire telle qu'on l'a vécue, dans notre subjectivité, dans un continuum au sein duquel aucune date, aucune scission claire n'est perçue sur le moment ; et d'autre part l'histoire telle qu'on la raconte, rétrospectivement, souvent même à partir des récits faits par les témoins présents, et qui, cette fois, présente une chronologie, s'organise suivant des dates...

Pour lui, c'est par la rêverie que l'adulte retrouve les pas de l'enfance. « Par certains de ses traits, l'enfance dure toute la vie. Elle revient animer de larges secteurs de la vie adulte. D'abord, l'enfance ne quitte jamais ses gîtes nocturnes. En nous, un enfant vient parfois veiller dans notre sommeil. Mais, dans la vie éveillée elle-même, quand la rêverie travaille sur notre histoire, l'enfance qui est en nous nous apporte son bienfait. »

D'où l'idée que, pour retrouver cette enfance, il ne faudrait pas faire l'effort de, mais, paradoxalement, se laisser aller à la réminiscence involontaire, c'est-à-dire aux souvenirs involontaires qui refont surface à l'occasion d'un stimulus sensoriel déclencheur : une sensation présente ranime ainsi le passé qui nous envahit, à l'image de la madeleine de Proust. La mémoire du sensuel apparaît de bien plus longue durée que la mémoire intellectuelle ; le sensible invoque l'enfance comme si elle avait toujours été là. Peut-être finalement que notre enfance ne pourra vraiment se manifester que si nous renonçons à notre volonté de nous en souvenir. Manière alors, in fine, de réfuter définitivement la logique pessimiste à

l'œuvre dans la comparaison autour de laquelle s'organisait la citation proposée : l'enfance n'est pas cet ensemble d'images fragiles promises à une disparition progressive rendue inévitable par l'obsolescence des supports ; elle est plutôt une force vive, miraculeusement intacte et susceptible d'être réveillée, ou de se réveiller, à tout moment.



