



# RAPPORT SUR LES ÉPREUVES ÉCRITES CONCOURS 2023

Observations des correcteurs

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

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

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



## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Le mot du directeur général du CCMP</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>1 Mathématiques</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1 Remarques générales et conseils                            | 7         |
| 1.2 Mathématiques 1 - filières MP et MPI                       | 9         |
| 1.2.1 Généralités et présentation du sujet                     | 9         |
| 1.2.2 Conclusion   | 9         |
| 1.3 Mathématiques 2 - filière MP et MPI                        | 9         |
| 1.3.1 Présentation du sujet                                    | 9         |
| 1.3.2 Remarques sur la présentation des copies                 | 10        |
| 1.4 Remarques générales sur le contenu mathématique des copies | 10        |
| 1.4.1 Conclusion   | 11        |
| 1.5 Mathématiques 1 - filière PC                               | 11        |
| 1.5.1 Présentation du sujet                                    | 11        |
| 1.5.2 Commentaires généraux                                    | 12        |
| 1.5.3 Conseils aux futurs candidats                            | 12        |
| 1.6 Mathématiques 2 - filière PC                               | 13        |
| 1.6.1 Généralités et présentation du sujet                     | 13        |
| 1.6.2 Conclusion   | 13        |
| 1.7 Mathématiques 1 - filière PSI                              | 13        |
| 1.7.1 Généralités et présentation du sujet                     | 13        |
| 1.7.2 Conclusion   | 14        |
| 1.8 Mathématiques 2 - filière PSI                              | 14        |
| 1.8.1 Présentation générale et intérêt scientifique du sujet   | 14        |
| 1.8.2 Structure du sujet et questions souvent abordées         | 15        |
| 1.8.3 Conclusion   | 15        |
| <b>2 Physique</b>  | <b>16</b> |
| 2.1 Remarques générales  | 16        |
| 2.2 Physique 1 - filières MP et MPI                            | 18        |
| 2.2.1 Généralités et présentation du sujet                     | 18        |
| 2.2.2 Conclusion   | 18        |
| 2.3 Physique 2 - filière MP                                    | 18        |
| 2.3.1 Généralités et présentation du sujet                     | 18        |
| 2.3.2 Commentaires généraux                                    | 19        |
| 2.3.3 Conseils aux futurs candidats                            | 19        |
| 2.3.4 Conclusion   | 19        |
| 2.4 Physique 2 - filière MPI                                   | 20        |
| 2.4.1 Généralités et présentation du sujet                     | 20        |
| 2.4.2 Commentaires généraux                                    | 20        |
| 2.4.3 Conseils aux futurs candidats                            | 21        |
| 2.4.4 Conclusion   | 21        |
| 2.5 Physique 1 - filière PC                                    | 21        |
| 2.5.1 Généralités et présentation du sujet                     | 21        |
| 2.5.2 Commentaires généraux                                    | 22        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.5.3    | Conclusion  | 22        |
| 2.6      | Physique 2 - filière PC                           | 22        |
| 2.6.1    | Généralités et présentation du sujet              | 22        |
| 2.6.2    | Commentaires généraux                             | 23        |
| 2.6.3    | Conseils aux futurs candidats et conclusions      | 23        |
| 2.7      | Physique 1 - filière PSI                          | 23        |
| 2.7.1    | Généralités et présentation du sujet              | 23        |
| 2.7.2    | Commentaires généraux                             | 24        |
| 2.7.3    | Conclusion et conseils aux futurs candidats       | 24        |
| 2.8      | Physique 2 - filière PSI                          | 25        |
| 2.8.1    | Généralités et présentation du sujet              | 25        |
| 2.8.2    | Remarques d'ensemble et suggestions aux candidats | 25        |
| <b>3</b> | <b>Chimie</b>                                     | <b>27</b> |
| 3.1      | Remarques générales                               | 27        |
| 3.2      | Chimie - filière MP                               | 28        |
| 3.2.1    | Généralités et présentation du sujet              | 28        |
| 3.2.2    | Commentaires généraux                             | 28        |
| 3.2.3    | Conseils aux futurs candidats et conclusions      | 28        |
| 3.3      | Chimie - filière PC                               | 29        |
| 3.3.1    | Présentation de l'épreuve                         | 29        |
| 3.3.2    | Conseils généraux                                 | 29        |
| 3.3.3    | Conclusion  | 30        |
| 3.4      | Chimie - filière PSI                              | 30        |
| 3.4.1    | Généralités et présentation du sujet              | 30        |
| 3.4.2    | Commentaires généraux                             | 30        |
| 3.4.3    | Conseils aux futurs candidats et conclusions      | 30        |
| <b>4</b> | <b>Informatique</b>                               | <b>32</b> |
| 4.1      | Informatique commune aux filières MP, PC et PSI   | 32        |
| 4.1.1    | Généralités et présentation du sujet              | 32        |
| 4.1.2    | Commentaires généraux                             | 32        |
| 4.1.3    | Conseils aux futurs candidats                     | 33        |
| 4.2      | Informatique option MP                            | 33        |
| 4.2.1    | Généralités                                       | 33        |
| 4.2.2    | Analyse de forme                                  | 35        |
| 4.3      | Informatique 1 filière MPI                        | 35        |
| 4.3.1    | Remarques générales                               | 35        |
| 4.3.2    | Programmation                                     | 35        |
| 4.3.3    | Présentation                                      | 36        |
| 4.3.4    | Sujet   | 36        |
| 4.4      | Informatique 2 filière MPI                        | 37        |
| 4.4.1    | Généralités                                       | 37        |
| 4.4.2    | Mise en forme des copies                          | 38        |
| 4.4.3    | Commentaires Généraux                             | 38        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>5</b> | <b>Sciences Industrielles</b>   | <b>41</b> |
| 5.1      | Introduction . . . . .  | 41        |
| 5.2      | Présentation du sujet en filière MP . . . . .                                     | 41        |
| 5.3      | Présentation du sujet en filière PSI . . . . .                                    | 43        |
| 5.4      | Analyse générale des copies et conseils aux candidats . . . . .                   | 45        |
| <b>6</b> | <b>Français</b>   | <b>47</b> |
| 6.1      | Présentation du sujet . . . . .   | 47        |
| 6.2      | Commentaires du Jury sur les copies corrigées et conseils aux candidats . . . . . | 47        |
| 6.2.1    | Compréhension du sujet . . . . .  | 47        |
| 6.2.2    | Méthodologie . . . . .  | 48        |
| 6.2.3    | Connaissance des œuvres du programme . . . . .                                    | 49        |
| 6.2.4    | Présentation et expression . . . . .  | 50        |
| <b>7</b> | <b>Langues Vivantes</b>   | <b>51</b> |
| 7.1      | Modalités de l'épreuve . . . . .  | 51        |
| 7.2      | Allemand . . . . .  | 52        |
| 7.2.1    | Remarques générales . . . . .   | 52        |
| 7.2.2    | Expression Ecrite . . . . .   | 52        |
| 7.3      | Anglais . . . . .   | 55        |
| 7.3.1    | Remarques générales . . . . .   | 55        |
| 7.3.2    | Thème . . . . .   | 55        |
| 7.3.3    | Question de compréhension . . . . .   | 56        |
| 7.3.4    | Expression personnelle ou 'essay' . . . . .                                       | 57        |
| 7.4      | Arabe . . . . .   | 61        |
| 7.4.1    | Remarques générales . . . . .   | 61        |
| 7.4.2    | Expression écrite . . . . .   | 61        |
| 7.4.3    | Thème . . . . .   | 62        |
| 7.5      | Espagnol . . . . .  | 63        |
| 7.5.1    | Remarques générales . . . . .   | 63        |
| 7.5.2    | Conclusion et conseils aux futurs candidats . . . . .                             | 66        |
| 7.6      | Italien . . . . .   | 66        |
| 7.6.1    | Considérations générales . . . . .  | 66        |
| 7.6.2    | Observations sur la session 2023 . . . . .  | 66        |
| 7.6.3    | Conseils . . . . .  | 67        |
| 7.7      | Russe . . . . .   | 68        |
| 7.7.1    | Remarques générales . . . . .   | 68        |
| 7.7.2    | Remarques particulières . . . . .   | 68        |
| 7.7.3    | Conseils . . . . .  | 70        |
| <b>8</b> | <b>Annexes</b>  | <b>72</b> |
| <b>A</b> | <b>Mathématiques 1 MP/MPI</b>   | <b>72</b> |
| <b>B</b> | <b>Mathématiques 2 MP/MPI</b>   | <b>74</b> |
| <b>C</b> | <b>Mathématiques 1 PC</b>   | <b>77</b> |
| <b>D</b> | <b>Mathématiques 2 PC</b>   | <b>79</b> |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| E Mathématiques 1 PSI                | 81  |
| F Mathématiques 2 PSI                | 82  |
| G Physique 1 MP-MPI                  | 86  |
| H Physique 2 MP                      | 88  |
| I Physique 2 MPI                     | 90  |
| J Physique 1 PC                      | 93  |
| K Physique 2 PC                      | 95  |
| L Physique 1 PSI                     | 97  |
| M Physique 2 PSI                     | 100 |
| N Chimie MP                          | 102 |
| O Chimie PC                          | 104 |
| P Chimie PSI                         | 107 |
| Q Informatique commune MP, PC et PSI | 108 |
| R Informatique option MP             | 110 |
| S Informatique 1 MPI                 | 112 |
| T Informatique 2 MPI                 | 114 |
| U SI MP                              | 116 |
| V SI PSI                             | 119 |
| W Français                           | 121 |

## 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 2023 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 2023. 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.

Cette année 2023 a connu le premier écrit de la filière MPI, qui a immédiatement trouvé son entière place aux côtés des autres filières. Ce rapport en rend compte.

### Orientation pour la session 2024

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

Sur le site [www.concoursminesponts.fr](http://www.concoursminesponts.fr) des informations pratiques sont fournies. Une Notice des écoles du CCMP et le règlement du Concours présentent notamment les écoles et 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 passant l'écrit de la Banque Mines-Ponts de mettre en avant leurs qualités dans le respect de l'équité. Ainsi, en 2023, les correcteurs ont à nouveau estimé que les sujets ont permis de classer 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.

### Quatre 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 recommandations suivantes, déjà détaillées et donc à consulter dans le rapport de l'écrit de l'année 2022.

- Apprenez le cours et maîtrisez les notions de base.
- Soignez la forme, soyez clair, rigoureux, efficace et honnête.

- Entraînez-vous à soigner vos copies, leur rédaction, et à garder votre calme pendant les épreuves.
- Organisez-vous, sans confondre vitesse et précipitation.

Ce rapport présente les analyses par filière et par matière. Dans les annexes, vous trouverez les commentaires question par question, des épreuves écrites du CCMP 2023.

En tenant compte des recommandations de ce rapport, les candidats se donneront les moyens de réussir.

Avec les membres du jury, nous encourageons bien sincèrement les candidats dans leur engagement personnel pour préparer le concours 2024 leur permettant 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 et conseils

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

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

Une **présentation soignée** (écriture nette, absence de ratures, résultats encadrés) dispose très favorablement le correcteur.

Les 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.

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

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

Certaines copies obtiennent une note très faible en prétendant répondre à la quasi-totalité des questions. Les tentatives de bluff n'apportent aucun point et préviennent très défavorablement le correcteur. Les réponses aux questions « faciles » doivent être précisément rédigées, surtout en début de problème.

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

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

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

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



aux connecteurs logiques  $\Leftrightarrow$  et  $\Rightarrow$ , ce ne sont pas des marques d'inférence et ils ne doivent donc pas remplacer « donc », « ainsi », « c'est pourquoi », etc.

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

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

Trop régulièrement les candidats redéfinissent sur leur copie les objets déjà définis par l'énoncé (par exemple ils écrivent « Soit  $A = \dots$  » à la première question), 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 - filières MP et MPI

### 1.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le thème du problème était un théorème de stabilité de Liapounov. Il s'agissait d'un sujet commun aux filières MP et MPI.

Il permettait d'aborder un nombre significatif de parties du programme, topologie, algèbre linéaire et calcul différentiel.

Le problème était de longueur raisonnable, peut-être un peu long pour une épreuve de trois heures, mais un candidat l'a traité quasiment en totalité.

Le sujet était progressif, il a permis de classer correctement les candidats, pour le CCMP comme pour le CMT. La dernière partie, assez difficile et qui portait sur le calcul différentiel, a été très peu abordée, donc le barème valorisait les seize premières questions.

Les correcteurs ont observé une dégradation de la présentation des copies. L'interdiction des effaceurs et autres ne justifie pas les torchons, rappelons que le brouillon est fourni par le concours, par ailleurs les encres pâles passent mal à la numérisation. Que cela soit bien clair : si le correcteur n'arrive pas à lire, parce que l'encre est trop pâle, parce que l'écriture est indéchiffrable ou parce que les fragments de la démonstration sont noyés dans des ratures, il mettra zéro à la question. On ne met pas des points au bénéfice du doute. Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe A.

### 1.2.2 Conclusion

En résumé, on peut conseiller aux futurs candidats de rédiger soigneusement les questions de début du problème, d'écrire en noir et d'éviter l'excès de ratures. Une bonne méthode pour ce dernier point est de commencer les questions au brouillon, jusqu'à ce que l'on soit raisonnablement convaincu d'avoir compris la démarche à appliquer. On peut alors rédiger directement pour ne pas perdre de temps.

## 1.3 Mathématiques 2 - filière MP et MPI

### 1.3.1 Présentation du sujet

On se proposait, dans cette épreuve de quatre heures, d'étudier « la fonction de Wallis », notée  $f$ , sous différents aspects. Le but était, successivement, d'en préciser le domaine de définition, d'étudier sa régularité, ses variations, sa convexité, sa « développabilité en série entière »... puis de la caractériser par une relation fonctionnelle. Elle concernait la presque totalité du programme d'analyse de première et seconde années de CPGE, dans les filières MPSI, MP et MPI. La difficulté et la longueur étaient raisonnables et sa résolution ne nécessitait que des techniques et savoirs conformes aux programmes officiels et à l'esprit de ces filières.

La première partie incluait l'étude d'une série entière (utile ultérieurement) et permettait, grâce à une méthode très classique, d'évaluer  $\zeta(2)$ .

La deuxième permettait d'établir des résultats asymptotiques relatifs à  $f$  et d'en obtenir une représentation graphique. Elle utilisait les corollaires du théorème de la convergence dominée figurant au programme.

L'objectif de la troisième partie était de déterminer un équivalent simple de  $f(n)(0)$  lorsque  $n$  tend vers l'infini puis de prouver qu'elle était développable en série entière au voisinage de 0.

Celui de la quatrième, plus technique, était d'évaluer précisément  $f''(0)$  en utilisant sans la nommer la formule de Parseval et le théorème de la convergence dominée.

La dernière partie, enfin, permettait de montrer que  $f$  est la seule fonction numérique vérifiant certaines propriétés (convexité logarithmique et relation fonctionnelle) puis d'étudier rapidement une généralisation de ce problème. Elle exploitait opportunément l'inégalité intégrale de Cauchy-Schwarz.

### 1.3.2 Remarques sur la présentation des copies

Il convient de mentionner, dans ce rapport, qu'une partie non négligeable des copies présente des insuffisances criantes en terme de présentation, de lisibilité et de syntaxe (exemple : « c'est du Riemann avec  $2>1$  »).

L'usage d'un brouillon semble être désormais abandonné, à tort, par de nombreux candidats. Les correcteurs ont parfois l'impression de parcourir le résultat d'un premier jet, illisible, truffé d'abréviations incompréhensibles ou de flèches, contenant aussi des parties entières raturées. A titre d'exemple, un grand nombre de candidats écrivent de la même façon  $e$  et  $\rho$ ,  $x$  et  $n$ ,... Il faut absolument écrire lisiblement, pour éviter d'être légitimement sanctionné par le correcteur. Une copie doit être claire, bien rédigée, agréable à parcourir et dépourvue de ratures, de taches, de symboles abscons, d'abréviations cabalistiques, etc... Elle doit contenir des phrases structurées, précises et sans équivoque. Dans leurs appréciations par le jury, les copies de cette épreuve n'ayant pas été l'objet d'un minimum de soins ont été l'objet de pénalisations dommageables.

Enfin, trop d'étudiants tentent de bernier le correcteur qui n'est jamais dupe : une affirmation ne constitue pas une démonstration. Un résultat correct, simplement tiré de l'énoncé et obtenu à l'issue de calculs manifestement erronés ou incomplets, n'apporte rien si ce n'est de mettre en doute l'honnêteté de ce qui suit et de mettre le correcteur de mauvaise humeur.

## 1.4 Remarques générales sur le contenu mathématique des copies

D'une façon générale, le vocabulaire et les notions utilisées ne sont pas maîtrisés par les candidats. On observe des confusions sur les concepts un peu partout. A titre d'exemples, que signifient « un réel converge », « un réel est continu », « un réel est majoré », «  $f(t)$  est intégrable », «  $f(x, t)$  est dérivable »... Un rayon de convergence est-il un intervalle ? Que dire de cette affirmation « une série entière est continue sur son rayon de convergence » ?

On observe un refus quasi-systématique d'utiliser les quantificateurs (ce qui rend bon nombre d'affirmations erronées ou incompréhensibles).

On remarque également un manque flagrant de rigueur. On confond très souvent inégalités strictes et larges, intervalles ouverts et fermés, etc... La gestion conjointe de l'ordre et de la fonction « valeur absolue » est désastreuse.

Même si le programme tolère l'absence de vérifications des hypothèses de régularité, dans l'emploi d'un changement de variable usuel dans une intégrale sur un segment, il est impératif que celui-ci apparaisse explicitement (une phrase de commentaire étant même vivement appréciée).

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe B.

### 1.4.1 Conclusion

Si de nombreuses copies trahissent une méconnaissance du cours, témoignent de la difficulté à élaborer ou rédiger des raisonnements structurés, de mener à bien des calculs classiques, un nombre certain de candidats parviennent toutefois à tirer leur épingle du jeu, en exploitant habilement les différentes questions du problème et leur variété.

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

## 1.5 Mathématiques 1 - filière PC

### 1.5.1 Présentation du sujet

Le sujet a pour thème des inégalités portant sur des fonctions réelles définies sur  $S_n^+(\mathbb{R})$  et  $S_n^{++}(\mathbb{R})$ . Certaines de ces inégalités sont bien connues : concavité logarithmique du déterminant sur  $S_n^{++}(\mathbb{R})$ , inégalité de Minkovski.

La partie **I**, proche du cours, est consacrée aux points suivants :

- équivalence entre les deux définitions de la positivité d'une matrice symétrique réelle (point de vue forme quadratique et point de vue spectral) ;
- convexité des ensembles  $S_n^+(\mathbb{R})$  et  $S_n^{++}(\mathbb{R})$  ;
- racine carrée d'un élément de  $S_n^{++}(\mathbb{R})$  ;
- inégalité de convexité de Jensen.

La partie **II** est élémentaire. Après avoir démontré que, pour  $M \in S_n^+(\mathbb{R})$ , on a  $\frac{\text{Tr}(M)}{n} \leq \sqrt[n]{\det(M)}$ , on propose un raffinement de cette inégalité.

La partie **III**, plus délicate, établit l'inégalité de Minkovski (question 10) et la concavité logarithmique du déterminant sur  $S_n^{++}(\mathbb{R})$  (questions 11 et 12).

Dans la partie **IV**, courte et facile, on majore le logarithme du déterminant de  $A + tI_n$  à l'aide de la trace de  $A$  si  $A \in S_n^+(\mathbb{R})$ .

Enfin, la partie **V** fait étudier, pour  $\alpha \in \left] -\frac{1}{n}, +\infty \right[ \setminus \{0\}$ ,  $A \in S_n^{++}(R)$  et  $M \in S_n^+(\mathbb{R})$ , le comportement asymptotique de  $\det(A + tM)^{-\alpha}$  lorsque le nombre réel  $t$  tend vers 0.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe C.

### 1.5.2 Commentaires généraux

Ce sujet demande une bonne maîtrise des matrices symétriques (notamment du théorème spectral) des fonctions de variable réelle (en particulier de la convexité), et des fonctions vectorielles.

Les questions sont de difficultés très variées. Certaines relèvent de la question de cours ou de l'application immédiate. D'autres demandent une bonne maîtrise des théorèmes, quelques-unes nécessitent une vraie prise d'initiative.

Cette diversité de niveaux a permis un classement efficace. Une proportion significative des candidats a démontré de vraies qualités mathématiques ; les meilleurs ont traité une grande partie de l'épreuve. À l'inverse, beaucoup de copies révèlent une très mauvaise connaissance du cours et de grosses lacunes techniques (dérivation, calcul matriciel) et/ou conceptuelles, très en deçà de ce qui est attendu au CCMP.

### 1.5.3 Conseils aux futurs candidats

Nous incitons les candidats à apprendre leur cours en profondeur, de manière à maîtriser les notions et les théorèmes du programme. Les énoncés doivent être précisément connus, leur champ d'application cerné. Nous conseillons également un entraînement intense au calcul.

Nous suggérons aux candidats de prendre le temps de lire soigneusement l'énoncé, préambule compris. Une lecture rigoureuse du sujet guide la réflexion, permet d'éviter des erreurs et des omissions. Nous leur conseillons également de prendre le temps de relire leur copie, de manière à éviter de laisser subsister dans leur travail des absurdités criantes (par exemple, de erreurs de typage, comme les confusions entre vecteurs et scalaires).

La qualité de la présentation est prise en compte dans l'évaluation. Les correcteurs déplorent un grand nombre de copies très négligées.

## 1.6 Mathématiques 2 - filière PC

### 1.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de l'épreuve couvrait une bonne partie du programme d'Algèbre Linéaire, de Probabilités et d'Analyse. L'objectif du problème posé était, premièrement de construire une chaîne de Markov sur un espace fini à temps continu, et ensuite, sous condition de réversibilité, d'établir la convergence vers la mesure invariante et d'estimer la vitesse de cette convergence en relation avec le spectre de la matrice de transition.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe D.

### 1.6.2 Conclusion

Dans les copies les plus faibles, les correcteurs ont noté des confusions entre les matrices, les vecteurs et les scalaires ou bien entre les probabilités, les événements et les variables aléatoires.

Apprendre le cours est toujours nécessaire pour réussir.

Pour chaque question, les correcteurs attendent des arguments justes et précis. Mais il est fortement conseillé de les rendre courts. En effet, les candidats qui se lancent dans une rédaction trop longue ne sont pas récompensés par les correcteurs pour la longueur et se trouvent pénalisés par manque de temps pour réussir d'autres questions.

## 1.7 Mathématiques 1 - filière PSI

### 1.7.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de maths 1 PSI s'intéresse à différentes inégalités de convexité portant sur des fonctions définies sur  $S_n^+(\mathbb{R})$  et  $S_n^{++}(\mathbb{R})$ .

Les thèmes abordés sont l'analyse de première année (notamment la convexité), l'algèbre linéaire, l'algèbre bilinéaire. Le théorème spectral joue un rôle essentiel. Les fonctions vectorielles apparaissent en fin de problème.

La première partie reprend des résultats très classiques, proches du cours : l'équivalence entre positivité d'une matrice symétrique et positivité du spectre ; la convexité de l'ensemble des matrices symétriques (définies) positives ; l'existence d'une racine carrée pour une matrice symétrique définie positive ; l'inégalité de convexité (Jensen).

La deuxième partie, assez élémentaire, démontre et améliore une inégalité classique portant sur la trace et le déterminant.

La troisième partie, nettement plus difficile, montre la log-concavité du déterminant sur  $S_n^+(\mathbb{R})$ .

La quatrième partie est courte et facile ; on y majore le logarithme du déterminant de  $A + tI_n$  à l'aide de la trace de  $A$ .

Enfin, la cinquième partie fait établir les développements limités de  $t \mapsto \det(A + tM)$  et de  $t \mapsto (A + tM)^{-1}$ , afin d'obtenir un comportement asymptotique de  $(\det(1 + tM))^{-\alpha}$  pour  $\alpha > -1/n$  fixé.

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. Elles ont permis aux candidats de montrer leurs diverses qualités. L'échelonnement des notes est très satisfaisant.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe E.

### 1.7.2 Conclusion

La maîtrise des techniques et des résultats du cours est indispensable pour réussir les concours. C'était particulièrement le cas pour ce sujet, qui demandait en particulier une bonne maîtrise de l'algèbre bilinéaire. Beaucoup de candidats ont su montrer leurs qualités sur des questions assez techniques.

Rappelons pour terminer que la qualité de la rédaction et la présentation sont prises en compte dans l'évaluation des copies. Les correcteurs apprécient notamment que les résultats soient soulignés, que les copies ne soient pas un jeu de piste et que les ratures soient propres ! Enfin, certaines copies écrites avec une encre gommable sont un peu difficiles à lire ; ce type de stylo est donc à éviter.

## 1.8 Mathématiques 2 - filière PSI

### 1.8.1 Présentation générale et intérêt scientifique du sujet

Le sujet avait trait à plusieurs modes d'approximation des lois de Poisson par des lois à support fini. Dans un premier temps (partie **I**), on étudiait la probabilité qu'une permutation d'un ensemble à  $n$  éléments soit un dérangement, par la méthode des séries entières génératrices, puis la loi du nombre  $X_n$  de points fixes d'une permutation d'un ensemble à  $n$  éléments. On démontrait, lorsque  $n$  tend vers  $+\infty$ , la convergence en loi de  $X_n$  vers la loi de Poisson de paramètre 1.

La deuxième partie du sujet étudiait une mesure effective de l'écart entre deux lois sur  $(\mathbb{N}, \mathcal{P}(\mathbb{N}))$  : la mesure en question est la **distance de variation totale**, dont on montrait à la question 10 qu'elle vérifiait les axiomes d'une distance sur l'ensemble des familles positives sommables de somme 1 (que l'on peut identifier à l'ensemble des lois de probabilité sur  $(\mathbb{N}, \mathcal{P}(\mathbb{N}))$ ).

L'objectif essentiel, dans le reste du problème, était de quantifier la convergence observée en partie **I** au sens de cette mesure (questions 14 et 15), puis de faire de même pour l'approximation de la loi de Poisson de paramètre  $\lambda$  par la loi binomiale  $\mathcal{B}(\cdot, \lambda/\cdot)$  (question 20) et l'approximation d'une loi de Poisson par une autre (question 22).

La stratégie, dans cette dernière partie, était de contrôler la distance de variation totale entre deux produits de convolution (opération sur les lois correspondant à l'addition de deux variables aléatoires entières indépendantes) en fonction des distances facteur à facteur. Les derniers résultats étaient obtenus par écriture de la loi binomiale  $\mathcal{B}(\cdot, \lambda/\cdot)$  comme produit de convolution de  $n$  lois de Bernoulli de paramètre  $\frac{\lambda}{n}$ , et de la loi de Poisson  $\mathcal{P}(\lambda)$  comme produit de convolution de  $n$  lois de Poisson de paramètre  $\frac{\lambda}{n}$ .

### 1.8.2 Structure du sujet et questions souvent abordées

Le sujet pouvait être intégralement traité dans le temps imparti. Plusieurs candidats y sont essentiellement parvenus, ne lâchant des points que par quelques erreurs d'étourderie et imprécisions dans l'argumentation.

Les trois grandes parties présentaient des dépendances significatives entre elles. Le résultat de la question 5 intervenait dans les questions 12 à 15, tandis que l'objet introduit dans la partie **II**, à savoir la distance en variation totale, était d'usage constant dans la partie **III**.

La plupart des candidats ont tenté de traiter les toutes premières questions, puis la question 6, la question 8, les questions 10 à 12, puis 16 et 17. Le reste a moins souvent été abordé.

Beaucoup de candidats ont essayé de traiter un très grand nombre de questions, mais en survolant absolument tout. En général, ces copies ont reçu une note très faible. Le picorage est très fortement déconseillé : on attend au contraire un réel investissement des candidats dans le sujet.

Le jury relève unanimement un important relâchement dans la présentation des copies par rapport aux éditions précédentes. On déplore de nombreuses copies à la limite de la lisibilité, des copies dont la rédaction et les justifications sont quasi-absentes, d'autres truffées de fautes d'orthographe.

Dans certaines copies, il est rare de voir correctement quantifiées les propositions mathématiques énoncées : les objets du discours ne sont pas fixés.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe F.

### 1.8.3 Conclusion

L'observation générale est le manque de soin dans la vérification des hypothèses des théorèmes manipulés. L'exemple le plus flagrant de cette tendance est les produits de Cauchy (de séries entières ou de séries numériques), dont les hypothèses ne sont qu'épisodiquement rappelées, et encore plus épisodiquement vérifiées avec rigueur.

La rédaction des raisonnements de dénombrement met en général les candidats en grande difficulté. On est loin en la matière de l'excès de formalisme, bien au contraire : le plus souvent ces questions révèlent un franc manque de rigueur dans l'usage du vocabulaire.

Les questions de rayon de convergence sont rarement satisfaisantes : presque tous les candidats oublient de considérer la valeur absolue du terme général, beaucoup tentent de manipuler des inégalités entre les sommes de séries entières (sans que rien n'ait vraiment été bien justifié) pour conclure sur les rayons de convergence. On attendait des candidats une distinction claire entre la série entière (qui est une série de fonctions, ce qui équivaut à la donnée d'une suite de fonctions) et sa somme.

Enfin, on note beaucoup de passages en force de la part des candidats : sauts abrupts à la conclusion, étapes de calcul sans justification claire etc.

En définitive, les candidats disposant d'une maîtrise suffisante du programme et ayant bien intégré les attendus en termes de rédaction et de justification se sont très facilement détachés des autres.





## 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 des cours, qui permet de traiter en confiance les situations classiques comme inédites.

Les tentatives de bluff, moins nombreuses cette année, sont lourdement sanctionnées. On recommande de bien traiter une partie des questions plutôt que de produire un discours inconsistant pour chacune d'entre elles.

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

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

Des résultats donnés sans justification et sans la moindre rédaction ne peuvent pas être pris en compte. Rédiger consiste à faire une phrase complète, et 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 - filières MP et MPI

### 2.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de physique 1 portait sur les fonctions spéciales et leur utilisation en physique. Ces fonctions qui ne peuvent pas être exprimées à l'aide des fonctions usuelles n'en restent pas moins des fonctions très utiles. Elles étaient une excuse pour aborder successivement des problèmes de mécanique (parties I et II) et la thermodynamique (partie III).

La première partie commence avec la résolution élémentaire d'une chute libre avec vitesse initiale (I.A), pour ensuite intégrer l'effet des frottements (I.B). Elle se termine sur des questions plus mathématiques utilisant la fonction  $W$  de Lambert, mise à profit pour trouver l'instant de la chute et la portée du mouvement. La seconde partie revient sur le pendule simple et la perte de l'isochronisme des oscillations lorsqu'on s'écarte des petits angles. Enfin, la partie III a pour objectif l'étude de la dynamique thermique d'un demi-espace chauffé à une température donnée. La résolution de l'équation de la chaleur fait apparaître la fonction  $erf$  de Gauss. On l'applique en particulier à la formation d'une croûte de lave, en terminant par la comparaison entre théorie et expérience.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe G.

### 2.2.2 Conclusion

De part la thématique, le sujet comportait quelques questions mathématiques qui ont été globalement bien traitées. Le jury a été surpris de trouver la première partie très sélective. La résolution des équations différentielles avec des conditions aux limites ayant particulièrement trié les candidats. Le jury a apprécié que l'écrasante majorité des copies sache dériver l'équation de la chaleur. Peut-être troublées par l'aspect mathématique de l'épreuve, de trop nombreuses copies n'ont pas mis à contribution leur esprit physique sur la chute d'un projectile.

## 2.3 Physique 2 - filière MP

### 2.3.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet proposé aborde le thème des déformations élastiques dans un solide. Il se veut progressif sur des aspects différents de la physique.

Une première partie traite de façon classique l'élasticité d'un solide, avec comme point d'entrée, l'étude d'un ressort puis d'une association de ressorts. S'ensuit l'étude de l'impact de la mise en rotation d'un solide et donc de l'effet des forces inertielles. La deuxième partie propose d'illustrer le concept d'élasticité via une construction quantique. A cet effet, le solide est décrit comme une collection de puits 3D pour les électrons du solide. La déformation extérieure modifie la géométrie des puits et donc leurs propriétés physiques. En conclusion de cette partie, il est proposé d'établir une expression du module d'élasticité d'Young en fonction des paramètres quantiques du modèle. La dernière partie aborde l'expérience de Kappler. Cette dernière utilise l'élasticité d'un ressort de très faible constante de raideur pour mettre en évidence la loi de Boltzmann. Pour ce qui est de la structure du sujet, ce

dernier propose plusieurs points d'entrées et une grande variété de questions : analyses dimensionnelles, démonstrations de cours (de première et seconde année), études mécaniques, usuelles.

### 2.3.2 Commentaires généraux

Cette année encore le jury **déplore une qualité de rédaction terriblement basse**, ce qui bloque parfois la simple lecture et compréhension de la réponse proposée. Des copies entières sont parfois illisibles.

Les questions simples donnent parfois à lire des développements extrêmement longs et, quelquefois, loin de toute réalité. Il est à souligner que le caractère concis et construit des réponses est un gage de qualité.

Le jury note que les études mécaniques sont trop souvent faites en dehors d'un cadre usuel de la mécanique : référentiel, schéma, projection. Nombre de candidats ont tenté de répondre à beaucoup de questions mais ont abandonné proches de la réponse. Il est important de souligner que la ténacité est souvent source de réussite. La partie I.C faisait appel à des techniques de bilan vues principalement en classe de MP lors des bilans thermiques. Il faut savoir transposer les techniques mathématiques (qui sont universelles) d'un chapitre à l'autre. Cette partie a donné lieu à une évolution mathématique souvent sans rigueur ni fondement avec pour seul but de trouver le résultat attendu (ordre des différentielles, ...). Il en va de même avec la partie quantique : savoir généraliser ou développer des techniques de calcul vues en dimension 1 à plusieurs dimensions, et ce dans un cadre rigoureux, est apprécié par le jury.

La dernière partie sur l'expérience de Kappler avec un usage des outils de la physique statistique a su donner un terrain d'expression à la puissance de calcul des MP mais parfois au détriment du sens physique et de la rigueur.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe H.

### 2.3.3 Conseils aux futurs candidats

Nous conseillons avec force aux futurs candidats de lire avec attention le rapport et de proposer un travail sincère et construit. Il faut avoir un soin de rédaction poussé : présentation globale et des résultats, clarté des schémas. L'usage d'un vocabulaire précis et concis est important dans les définitions et réponses. Les développements mathématiques doivent être rigoureux. Si ces derniers aboutissent à des applications numériques, unité et réflexion critique sur la valeur sont requises.

### 2.3.4 Conclusion

L'écrit de physique MP 2 a permis de classer les candidats de façon satisfaisante. Le travail de fond sur les deux années de CPGE qui structure la réflexion a été une qualité appréciée.

## 2.4 Physique 2 - filière MPI

### 2.4.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet, intitulé *La Lune, notre satellite*, aborde différents aspects de l'étude de la Lune. Il est composé de deux parties indépendantes, elles-mêmes constituées de sous-parties indépendantes.

La première partie traite des caractéristiques de la Lune et de son orbite, et s'appuie sur diverses mesures effectuées depuis l'Antiquité.

La deuxième partie traite de deux théories pour expliquer l'origine de la Lune. La première sous-partie s'appuie sur les connaissances de dynamique en référentiel non galiléen, tandis que la deuxième sous-partie concerne la thermodynamique.

Les questions 1 à 6 et 13, relativement indépendantes les unes des autres, exigeaient de la culture scientifique générale et une bonne appropriation de l'énoncé.

Les questions 14 et 25 totalement indépendantes des autres, utilisaient des raisonnements élémentaires.

Les questions 18 et 19 appelaient des raisonnements plus élaborés.

Les questions 15, 19, 24, 28 attendaient un commentaire physique, en lien avec les informations de l'énoncé ou d'une application numérique précédente.

Les questions 7, 16 et 21 relèvent d'une simple restitution du cours. Les questions 8 à 11 et 22, peu guidées, consistaient à la réalisation de calculs classiques de cours.

Ce sujet évalue les candidats sur une étendue variée du programme : ondes électromagnétiques, mécanique, thermodynamique, appropriation de l'énoncé et analyse d'un graphe, conversions et calculs d'ordre de grandeur.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe I.

### 2.4.2 Commentaires généraux

Le défaut de soin apporté aux copies atteint un niveau réellement préoccupant, au point qu'il devient difficile de suivre des candidats dans leurs exposés. Il n'a parfois même pas été possible de décrypter certains éléments de réponses. De nombreux candidats raturent leurs copies sans grand soin. Deux traits à la règle sont à préférer aux hachures.

Nous rappelons qu'en physique, un schéma clair permet souvent d'illustrer et justifier facilement une question. C'était particulièrement le cas pour les questions 2, 3, 5.

Il n'a pas été rare de trouver des abréviations dans les copies. Un futur ingénieur se doit de rédiger convenablement et en utilisant un vocabulaire précis.

Les flèches sur les vecteurs sont assez souvent absentes : oubli ? étourderie ? méconnaissance de la nature des grandeurs manipulées ? Nous encourageons les futurs candidats à être vigilants sur ce point.

Au sujet du calcul, nous insistons sur les points suivants :

- Les calculs doivent être menés de façon uniquement littérale, sans valeurs numériques au milieu de grandeurs littérales.

- Pour les application numérique, les résultats doivent être fournis au format scientifique, avec un nombre de chiffres significatifs adéquat et une unité.
- On apprécie qu'un résultat littéral soit encadré et une application numérique soulignée.

### 2.4.3 Conseils aux futurs candidats

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

Il est conseillé aux candidats :

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

Enfin, le jury conseille aux candidats de rendre des copies propres et lisibles.

### 2.4.4 Conclusion

Cette épreuve a permis de classer convenablement les candidats. Les questions étant souvent indépendantes, les candidats ont pu continuer le sujet sans être bloqués. Le sujet était de longueur raisonnable, pourtant nombreux sont les candidats n'ayant traité qu'une petite partie du sujet.

## 2.5 Physique 1 - filière PC

### 2.5.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet étudie les émissions lumineuses rouges, appelées sylphes, qui se produisent à une altitude comprise entre 40 et 80 kilomètres lors d'orages.

Il est composé de trois parties indépendantes, qui font appel à différentes parties du programme de PCSI/PC : mécanique du point, analogie gravitationnelle du théorème de Gauss, thermodynamique, propagation d'ondes électromagnétiques dans les plasmas.

La première partie est consacrée à l'observation des sylphes. Cette observation est difficile sur Terre à cause de l'absorption du rayonnement émis par les sylphes par le dioxygène présent dans l'atmosphère terrestre. Pour contourner ce problème, cette première partie étudie alors la possibilité d'observer les sylphes depuis l'ISS, car le milieu traversé est alors moins concentré en dioxygène.

La deuxième partie s'intéresse à la propagation d'ondes électromagnétiques dans les plasmas, qui sont des milieux ionisés présents dans l'atmosphère. Cette partie amène à la notion de fréquence limite en dessous de laquelle la propagation d'ondes électromagnétiques est impossible, l'onde étant alors réfléchie. Le sujet propose finalement d'étudier une carte d'échos radar permettant, grâce à ce phénomène de réflexion, de localiser l'ionosphère mais également de détecter des sylphes, ces derniers étant également des milieux ionisés.

La troisième partie discute des mécanismes à l'origine des sylphes, notamment concernant l'ionisation des molécules, et introduit la notion de cascade avalancheuse permettant de créer les sylphes.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe J.

### 2.5.2 Commentaires généraux

Cette épreuve comporte des parties largement indépendantes, avec des questions proches du cours (questions 4-5-6-13-14-15-16).

Il est rappelé que toutes les réponses doivent être justifiées. Les réponses non justifiées n'amènent aucun point. Certaines questions nécessitent une prise d'initiative de la part du candidat, ainsi que l'analyse de documents, comme les questions 1-2-3-17-24. Il est alors attendu des raisonnements construits, précis et concis. L'analyse dimensionnelle ne peut permettre de justifier une réponse, mais constitue un outil précieux pour détecter d'éventuelles erreurs sur le résultat obtenu. Les correcteurs regrettent également que certaines copies soient proches du stade du brouillon, ce qui pénalise au final le candidat.

De plus, trop de points sont perdus par certains candidats qui choisissent de ne pas traiter les questions d'application numérique, qui est pourtant un savoir-faire attendu de la part d'un ingénieur.

### 2.5.3 Conclusion

Nous conseillons aux futurs candidats de bien maîtriser les notions vues en cours de PCSI/PC pour pouvoir réussir cette épreuve. Les correcteurs insistent sur la nécessité de justifier toutes les réponses, de manière claire et concise. Les correcteurs tiennent également compte du soin apporté à la rédaction. Pour éviter les ratures, il est conseillé aux candidats d'utiliser un brouillon pour la recherche de la solution et d'écrire sur la copie une fois que le raisonnement a été trouvé. Pour les applications numériques, il est souhaitable de poser sur la copie le calcul numérique et de donner le résultat en respectant les chiffres significatifs. Pour ce genre de question, le barème est binaire : soit tous les points sont attribués, soit 0 points. Quelques exemples de réponses incorrectes pour une vitesse calculée avec un chiffre significatif :  $v = 2.10^8$ ,  $v = 5 \times 10^{-3,5} \text{ m s}^{-1}$ ,  $v = \sqrt{3} \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ,  $v = 2/3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ,  $v = 3 \times 10^8 \text{ SI}$ ,  $v = 2,896468 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ , cette dernière étant peu probable sans calculatrice.

## 2.6 Physique 2 - filière PC

### 2.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet proposait d'étudier la physique liée à la planche à voile ainsi qu'aux vagues à la surface de l'océan. La première partie consistait en la description de la mécanique du mouvement d'une planche à voile soit en présence d'un vent arrière soit en présence d'un vent de face correspondant au cas où la

planche à voile « remonte le vent ». La deuxième partie du sujet traitait de la physique des vagues à la surface de l'eau dans un modèle linéaire. Dans un premier temps, l'étude consistait à obtenir la relation de dispersion ainsi que les vitesses de phase et de groupe pour ces ondes de surface. Puis on s'intéressait à l'influence du fond sur la direction de propagation des vagues en analogie avec la loi de la réfraction de Snell-Descartes. La première partie du sujet faisait appel à des notions de mécanique alors que la seconde partie portait sur des notions d'hydrodynamique et de physique des ondes. 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.

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

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe K.

### 2.6.2 Commentaires généraux

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

Le jury a noté de nombreuses erreurs de calcul (expressions de surfaces, projections de forces, ...) qui ont pénalisé certains candidats. De plus, il insiste sur la rigueur nécessaire dans l'utilisation des vecteurs qui ne sauraient être égalés à un scalaire et dans l'emploi des opérateurs vectoriels pour lesquels le rotationnel d'un scalaire n'a pas de sens mathématique.

Le jury souhaite aussi insister sur la nécessité de soigner les schémas pour répondre aux questions lorsqu'une telle représentation est nécessaire. Ces schémas doivent être rigoureux et précis dans les relations entre les différentes quantités représentées.

### 2.6.3 Conseils aux futurs candidats et conclusions

Le jury souhaite que les futurs candidats s'approprient les conseils donnés dans le présent rapport et souligne qu'une bonne connaissance du cours est une condition nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve.

## 2.7 Physique 1 - filière PSI

### 2.7.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de Physique 1 PSI 2023 se proposait, sous le prétexte unificateur de la géométrie cylindrique, d'explorer les connaissances et savoir-faire des candidats dans plusieurs parties du programme : la *mécanique des fluides visqueux* au travers de la relation de Poiseuille (par l'étude de la circulation sanguine), l'*électrostatique et la magnétostatique* et la *mécanique du point* (pour la description du



mouvement des électrons dans un dispositif électromagnétique) et l'étude des *milieux magnétisables* et des *lois de l'induction* (par l'étude d'un dispositif de lévitation magnétique).

De nombreuses questions du sujet testaient, sans forcément le présenter de manière explicite, des *résultats exigibles du programme* ; il appartenait bien sûr au candidat de les repérer avant de montrer sa capacité à les retrouver. Comme il est naturel en Physique, la recherche d'*ordres de grandeur numériques* était proposée à plusieurs reprises ; en l'absence d'appareils de calcul électronique le jury n'a pas été exigeant avec la précision des calculs mais seulement, comme l'indiquait d'ailleurs l'énoncé, avec les *ordres de grandeur* et bien sûr les *unités*. Certaines copies ont exhibé ici et là des résultats « surprenantissimes » ; sans les reproduire ici, le jury souhaite rappeler que, dans un cas manifestement anormal, le candidat doit rechercher la cause de son erreur au lieu de la laisser figurer explicitement sur sa copie en poursuivant comme si de rien n'était.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe L.

### 2.7.2 Commentaires généraux

La présence de parties indépendantes et une prise en compte détaillée et graduée des réponses des candidats ont permis un bon étalement des notes, contribuant à un classement pertinent des candidats au concours. Certaines copies, en petit nombre bien sûr, étaient réellement d'excellent niveau, montrant à la fois la parfaite maîtrise des éléments exigibles du programme et la capacité à les contextualiser. En fonction des difficultés rencontrées dans le sujet, les autres candidats se sont bien répartis sur toute l'étendue de l'échelle des notes, jusqu'à un nombre malheureusement significatif de copies faibles ou très faibles montrant des manques importants de connaissances et de méthodes. En particulier le jury a sanctionné l'emploi de « formules » non justifiées, les fautes d'homogénéité manifestes non corrigées, les raisonnements incohérents ou contradictoires.

Sur le seul plan de la forme, la plupart des copies sont correctement rédigées et bien lisibles, même si les schémas gagneraient parfois à être plus explicites et mieux légendés. Le manque de soin n'est pas sanctionné au barème *per se* mais il conduit inévitablement à des pertes de chance pour le candidat : à l'impossible nul n'est tenu et le jury ne lit pas l'illisible.

Enfin, le sujet était certes d'un niveau robuste mais présentait des points d'entrée accessibles, en particulier des questions de cours explicitement posées comme telles, et ceci dans les trois parties (par exemple les questions **1**, **14** et **22**). Les correcteurs ont constaté qu'un certain nombre de copies (un peu plus de 4% du total) n'ont obtenu *aucun des points prévus au barème* pour ces trois questions. Le jury veut croire qu'il s'agit de simples accidents.

### 2.7.3 Conclusion et conseils aux futurs candidats

Il est inutile de chercher à *balayer tout le sujet* si cela consiste à apporter des bribes de réponses, des formules toutes faites ou des affirmations gratuites : cela conduit à cumuler beaucoup de questions sans points, et être bien déçu de la note finale.

Après avoir répondu à une question, tout candidat doit s'imposer cette règle : *relire* avec soin ce qu'il a rédigé et le comparer à la question posée. Si le *raisonnement* est limpide et convainquant, si la réponse est *complète*, et explicitée en fonction des *bons paramètres*, si l'ensemble du calcul est *homogène*, alors il faut *encadrer* le résultat obtenu et passer à la suite.

Si l'énoncé demande une valeur *numérique*, il faut impérativement comparer le résultat obtenu à la fois aux connaissances générales du candidat mais aussi au cadre de l'étude et aux données fournies par le sujet. Les calculs numériques sans machines sont peut-être un peu rébarbatifs mais un peu d'entraînement les rend faciles et l'analyse des ordres de grandeur est au centre du raisonnement du physicien. Aussi le barème valorise toujours ces calculs.

Pour conclure et sans aucune peur de ne pas être original, ces conseils élémentaires ne seront jamais assez répétés : *apprenez le cours* ; remplacez chaque question dans le *contexte* du sujet (il est rarement pertinent d'essayer de le traiter dans le désordre). Pour répondre, *faites des schémas légendés* puis, après avoir proposé une solution, *relisez-vous* d'un œil critique. Vous produirez ainsi une bonne copie, pour le plaisir du correcteur et à l'avantage de votre classement !

## 2.8 Physique 2 - filière PSI

### 2.8.1 Généralités et présentation du sujet

La première partie s'intéresse à la mécanique de la planche à voile et montre notamment les conditions à réunir pour optimiser l'orientation de la voile par rapport au vent. C'est donc naturellement que sont abordées ici des notions de mécanique des fluides pour obtenir l'expression des forces de portance et traînée. S'en suit une discussion basée sur un bilan d'actions mécaniques pour déterminer l'orientation à donner à la planche à voile pour optimiser la propulsion par le vent.

La deuxième partie est très largement indépendante de la première et s'intéresse aux aspects ondulatoires de la physique des vagues. Plus précisément, les premières questions s'attachent à la construction de la théorie linéaire des vagues en utilisant des outils locaux de la mécanique des fluides, avant de décrire l'impact de la profondeur sur la propagation.

La totalité du sujet était accessible, de longueur raisonnable, et chaque question a été traitée. Le jury remarque toutefois que de nombreux candidats ont délaissé (ou presque) toute une partie du sujet, le plus souvent la première.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe M.

### 2.8.2 Remarques d'ensemble 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. Trop de copies sont aussi illisibles ou mal soignées. Plus précisément, la rédaction est particulièrement dégradée : absence d'introduction, de conclusion, explications distordues et très longues, dysorthographe, écriture parfois illisible, schémas absents, lourds, confus et incompréhensibles.

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 des points. Le jury rappelle également l'importance de la vérification de l'homogénéité des résultats, qui permet de corriger efficacement bon nombre d'erreurs.

Concernant encore la rédaction, 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. La présentation a parfois été négligée : il est préférable de barrer proprement à la règle plutôt que de multiplier les ratures.

On rappelle enfin qu'il faut veiller à introduire les réponses avec le numéro (correct !) de la question. Concernant les techniques de calcul, le raisonnement et l'interprétation des résultats, le jury a remarqué un certain nombre de points sur lesquels il convient d'être vigilant :

- Les notions de géométrie élémentaire sont souvent méconnues, ou mal utilisées
- les exigences mathématiques : les démarches inutilement compliquées sont à proscrire, les calculs sont souvent mal menés et aboutissent rarement, les candidats ayant tendance à s'égarer au bout de quelques lignes de calcul.
- les raisonnements sont souvent incomplets ou « inversés » (partent du résultat).
- les conclusions sont souvent précipitées, après de nombreuses confusions d'ordre calculatoire (scalaire = vecteur, manipulation des opérateurs d'analyse vectorielle notamment).
- attention à la « malhonnêteté intellectuelle » : lorsque le résultat est donné, partir de celui-ci ou, connaissant le résultat, conclure une démonstration fausse par un « donc » abusif et l'écriture du résultat attendu.
- les raisonnements physiques reposent sur des schémas, qui sont souvent absents, même lorsqu'ils sont explicitement demandés par l'énoncé.
- absence, confusion, voire excentricité des interprétations des phénomènes ou des résultats.
- le jury est particulièrement vigilant à la rédaction des réponses aux questions comportant une expression du type « montrer que ».

Les copies de candidats ayant fait l'effort de bien présenter, de bien justifier leurs affirmations et de construire des raisonnements complets ont été particulièrement appréciées et valorisées par le jury.



## 3 Chimie

### 3.1 Remarques générales

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

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

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

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

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

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

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

Les définitions, le vocabulaire, les lois classiques doivent être 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 l'*Etude du complexe de chrome  $CrO_5$* . Il comportait trois parties indépendantes : une première sur des études structurales des réactifs et de  $CrO_5$ , une deuxième sur la mesure de la constante de formation de  $CrO_5$  et enfin une dernière sur l'évolution des solutions acides aqueuses de  $CrO_5$ . Les domaines abordés étaient variés : atomistique et oxydoréduction dans la partie 1, chimie des solutions et thermodynamique dans la partie 2 et cinétique dans la partie 3.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe N.

### 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. Les commentaires demandés sur les longueurs de liaison nécessitaient cependant une interprétation plus poussée qu'une simple comparaison numérique. D'autre part, les quelques questions d'oxydoréduction portant sur la dismutation du peroxyde d'hydrogène ont été très souvent abordées par les candidats avec, en général, de bonnes réponses.

La deuxième partie portant sur la formation du complexe a posé plus de problèmes. Si l'introduction de la notion d'absorptivité molaire apparente a dérouté un certain nombre de candidats, nombreux sont ceux qui n'avaient déjà pas réussi à équilibrer l'équation de la réaction d'obtention de  $CrO_5$ . La fin de cette partie par une question indépendante de thermodynamique chimique a permis néanmoins aux candidats l'ayant repérée de se raccrocher au problème.

La dernière partie présentait une étude cinétique de l'évolution des solutions acides aqueuses de  $CrO_5$ . Le début a été souvent abordé par les candidats, mais l'application numérique finale portant sur l'ordre 1 a été plutôt délaissée.

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. Les règles de l'orthographe et de la grammaire s'appliquent aussi dans une copie scientifique. Le jury valorise les candidats qui mènent à terme les applications numériques. Les ratures doivent être limitées et peuvent être faites proprement lorsqu'elles sont nécessaires.

### 3.2.3 Conseils aux futurs candidats et conclusions

Il est primordial de bien lire l'énoncé du sujet afin de répondre à la question posée sans digression car aucun point dans le barème n'est attribué dans ce cas (ex : établir la configuration électronique du chrome à la question 6). 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. Les applications numériques doivent être explicitées et menées jusqu'à leurs termes.

Les définitions, le vocabulaire, les lois classiques doivent être maîtrisées si l'on souhaite réussir cette épreuve. Ainsi, pour cette épreuve sur l'étude d'un complexe du chrome, il fallait notamment :

- Avoir des notions d'atomistique
- Calculer une constante d'équilibre d'oxydoréduction
- Equilibrer des équations de réaction et faire un tableau d'avancement
- Etablir un diagramme de prédominance acido-basique
- Connaître la loi de Beer-Lambert
- Maîtriser les formules utiles en thermochimie
- Savoir linéariser une expression
- Exprimer le temps de demi-réaction pour une réaction d'ordre 1

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 PC 2023 comportait deux parties indépendantes divisées en 46 questions. La première partie (questions 1 à 24) s'intéressait à l'utilisation du vanadium dans le stockage d'énergie. La seconde partie (questions 25 à 46) traitait de la synthèse de l'artémisinine. De nombreux thèmes de la chimie étaient abordés, permettant aux candidats correctement préparés de pouvoir s'exprimer sur l'ensemble du sujet. La calculatrice étant interdite, les annexes fournissaient les résultats des applications numériques non réalisables sur papier.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe O.

#### 3.3.2 Conseils généraux

Une nouvelle fois, le jury ne peut qu'encourager les étudiants à maîtriser l'ensemble du cours de chimie, de première comme de deuxième année. Les applications numériques sans calculatrice doivent être travaillées lors la préparation, car des lacunes importantes ont été souvent constatées dans ce domaine. Une rédaction lisible, claire, dans un français que l'on est en droit d'attendre d'un étudiant de fin de deuxième année est primordiale. Il est parfois impossible de lire certains passages de copies. Les copies étant scannées, il est fortement recommandé d'employer des couleurs suffisamment distinctes afin d'éviter toute confusion. Le jury rappelle à ce sujet que l'utilisation du crayon de papier est interdite au concours. Les termes scientifiques utilisés doivent être précis, comme par exemple la différence entre calculer et mesurer... Enfin on note encore trop de doublets non liants oubliés dans les mécanismes réactionnels de chimie organique, ou encore des sous-produits qui « disparaissent » du mécanisme.

### 3.3.3 Conclusion

L'épreuve proposée montre à nouveau la nécessité de préparer l'ensemble du programme. Le jury félicite les candidats qui ont su allier des connaissances et leur présentation. La maîtrise du vocabulaire, tant scientifique que français, s'avère primordiale pour construire une pensée raisonnée.

## 3.4 Chimie - filière PSI

### 3.4.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de la session 2023 avait pour thème *Étude du complexe de chrome  $CrO_5$* . Il comportait trois parties indépendantes sur des études structurales, la mesure de la constante de formation de  $CrO_5$  en milieu modérément acide, et une étude cinétique sur une réaction d'oxydoréduction, ce qui permettait aux candidats de ne pas rester bloqués. Le sujet portait essentiellement sur le programme de première année, avec 22 questions au total.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe P.

### 3.4.2 Commentaires généraux

Le jury souhaite rappeler aux candidats quelques conseils essentiels à leur réussite :

- une copie doit être correctement présentée (des outils existent pour se corriger proprement), le numéro des questions doit apparaître clairement, les réponses doivent être rédigées dans un français correct, les résultats doivent être mis en valeur (encadrés ou soulignés) ;
- toute réponse doit être justifiée ;
- les applications numériques (sans calculatrice) sont souvent négligées. Les futurs candidats auraient tout intérêt à s'entraîner aux calculs à la main au cours de leurs années de préparation ;
- les applications numériques sans unité sont évidemment comptées fausses.

### 3.4.3 Conseils aux futurs candidats et conclusions

Le jury conseille aux futurs candidats :

- de justifier systématiquement les réponses apportées, tout en faisant preuve de concision ;
- de soigner les applications numériques ;
- de présenter des copies claires et lisibles.

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 commune aux filières MP, PC et PSI

#### 4.1.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet d'informatique commune traitait cette année de la typographie informatisée. Il abordait la manipulation et le tracé des polices vectorielles, l'affichage de texte et la justification d'un paragraphe. Les 26 questions de l'épreuve balayaient une partie conséquente du nouveau programme d'informatique commune : gestion de listes (et de listes imbriquées), images et matrices de pixels, récursivité, algorithmes gloutons, programmation dynamique, mémoïsation, bases de données... Certaines questions étaient d'un niveau élémentaire (requête SQL simple, manipulations classiques de listes...), quand d'autres (essentiellement en fin de sujet) 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.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe R.

#### 4.1.2 Commentaires généraux

Les remarques effectuées dans le rapport 2022 s'appliquent pour une large part encore cette année, et nous les reprenons en partie ci-après. Nous les complétons également de remarques spécifiques à l'épreuve de 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 bien 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 tracées à la règle (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.
- 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). Il est cependant rarement utile d'écrire un paragraphe de plusieurs lignes pour présenter l'idée générale d'un code Python. Une ou deux phrases suffisent en général largement.
- 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 sujet demandait explicitement de manipuler des listes imbriquées. 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). Il en va de même pour des listes formées de listes vides : les syntaxes `[] * n` ou `[]*n` ne conviennent pas.
  - Le parcours d'une liste dans une boucle `for` peut se faire éléments par éléments (`for elt in L:`) ou indice par indice (`for i in range(L):`) ; la première donnait souvent lieu à des codes plus lisibles. Attention toutefois à ne pas confondre les deux syntaxes.
  - 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'oublis de crochets, quand `elt` était elle-même une liste.
  - 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. Sauf mention du contraire, les listes rentrées en paramètres des fonctions ne doivent pas être modifiées.

#### 4.1.3 Conseils aux futurs candidats

Nous conseillons aux futurs candidats une lecture attentive du rapport du jury ainsi que du programme officiel d'informatique commune : celui-ci peut aider à vérifier la maîtrise des points exigibles aux concours. De plus, un nombre souvent faible de questions a été traité dans de nombreuses copies, montrant un manque d'entraînement à écrire des codes, mêmes simples. Un investissement un peu plus important des candidats en informatique commune produirait certainement une nette amélioration.

## 4.2 Informatique option MP

### 4.2.1 Généralités

Le sujet s'intéresse à la résolution du jeu de [hanjie](#), un jeu de réflexion consistant en la création d'une image sur une grille de pixels noirs ou blancs en utilisant des contraintes indiquées sur chaque ligne et colonne. Ces contraintes précisent les séries de cases noires consécutives dans la ligne ou la colonne et permettent de trouver de façon unique comment colorier la grille.

Le sujet est composé de trois parties indépendantes :

- une première partie s'intéresse à la résolution du hanjie en modélisant le problème en logique propositionnelle (chaque case de la grille est représentée par une variable propositionnelle dont la valeur de vérité spécifie si la case est coloriée en noir ou pas) et en utilisant le système formel de la déduction naturelle pour établir des conséquences logiques des contraintes données. Cette première partie utilise un exemple simple de hanjie sur une grille  $2 \times 3$ .

Cette partie a été globalement mal traitée par les candidats :

- beaucoup de candidats ne savent pas écrire correctement une forme normale. En particulier, beaucoup écrivent des formules avec des négations qui s'appliquent sur des formules non atomiques ou mélangent disjonctions et conjonctions.
  - certains candidats ne savent pas non plus écrire une table de vérité correctement. On trouve en particulier des tables de vérité à « double entrée » qui sont difficiles à lire.
  - peu de candidats écrivent des arbres de preuve corrects en déduction naturelle, les questions correspondantes étant souvent très peu traitées. On peut toutefois noter que la déduction naturelle a fait son apparition dans le nouveau programme, ce qui peut expliquer le peu d'aisance des candidats.
- la deuxième partie s'intéresse à la résolution du jeu via une technique algorithmique de retour sur trace. Cette partie de programmation en OCaml était plus « classique » et est a été globalement mieux traitée par les candidats.

On trouve toutefois encore beaucoup de copies qui mélange les styles de programmation fonctionnel et impératif et dans lesquelles les candidats écrivent des fonctions qui ne font pas ce qui est attendu. Par exemple, le motif de fonction suivant a été souvent vu dans les copies :

```
let ma_fonction(tab : int array) : bool =  
  for index = 1 to n do  
    if condition_sur tab.(index) then  
      false ;  
  done ;  
  true ;
```

En dehors du fait que ce code ne compilerait pas (pas de branche **then** donc contradiction avec le type de **false** qui devrait être **unit** et bloc **for** dont le type est systématiquement **unit**), cette fonction renverrait systématiquement **true**.

- la troisième partie permet d'accélérer la résolution du jeu en utilisant une technique de parcours de graphe sur des automates. Elle permet de compléter la stratégie naïve d'extension d'une grille incomplète vue dans la partie 2 en tenant compte des déductions que l'on peut faire. Cette partie était clairement plus difficile et faisait essentiellement appel à des notions de théories des langages, en particulier sur les automates, même si du code OCaml était demandé en fin de partie.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe S.

### 4.2.2 Analyse de forme

La plupart des copies proposent du code lisible et indenté, avec des noms de variables et de fonctions compréhensibles. De la même façon, les démonstrations demandées étaient souvent bien présentées lorsqu'elles étaient faites.

On trouve toutefois des copies difficilement lisibles avec du code sans indentation, des renvois en bas de page, des ratures. Ces copies sont très difficilement interprétables par les correcteurs.

Nous rappelons aux candidats :

- qu'il vaut mieux barrer entièrement une réponse et la reprendre plutôt que d'insérer des modifications à l'intérieur de celle-ci ;
- que l'utilisation de fonctions auxiliaires/intermédiaires pertinentes permet de faciliter la lecture et la compréhension de leur code. De la même façon, des commentaires et/ou des noms de variables intelligibles facilitent l'écriture d'un code correct et sa vérification ;
- les expressions comme « il est trivial que », « il est évident que », etc. ne sont pas acceptées lorsque la question attend une justification ou une démonstration (et la justification n'est généralement pas si triviale).

## 4.3 Informatique 1 filière MPI

### 4.3.1 Remarques générales

Le sujet s'intéresse à une structure de donnée appelée *liste à accès direct* et étudie différents aspects de sa représentation. Il est composé de 3 parties indépendantes comprenant au total 32 questions.

Le sujet est assez long et nécessite d'aller à l'essentiel sur certaines questions pour ne pas perdre trop de temps.

Le sujet comporte des questions d'analyse, de formalisation et de démonstration, ainsi que des questions de programmation en C. Les candidats ont abordé de façon équilibrée les questions de programmation ainsi que les questions portant sur des démonstrations.

De manière générale, les candidats les plus à l'aise répondent avec précision aux questions posées avec des solutions le plus souvent simples (démonstrations succinctes ou quelques lignes de code). Nous rappelons que les programmes demandés peuvent dans la plupart des cas être écrits en quelques lignes. Il est souvent contre productif d'écrire des codes longs, complexes, avec de multiples tests, qui contiennent presque toujours des erreurs. Il faut privilégier la correction et la simplicité des codes.

### 4.3.2 Programmation

- Il était inutile d'inclure les bibliothèques standards, comme `<stdio.h>`, `<stdlib.h>`, `<assert.h>` ou `<stdbool.h>`.

- $2^{**i}$  n'existe pas en C.  $2^i$  existe, mais c'est un ou exclusif. Pour calculer des puissances, il est bienvenu de recoder une fonction puissance ; **surtout** lorsque c'est la toute première question de programmation du sujet.

Spécifiquement pour les puissance de 2, un décalage booléen (comme indiqué en fin de sujet) suffit à calculer une puissance. C'est d'ailleurs une manière particulièrement efficace d'en calculer une.

- Pour les fonctions récursives sur les arbres : le cas de base est l'arbre vide, pas la feuille. Notamment :
  - Pas besoin de traiter les cas « cas de base » selon si un nœud possède ou non un fils gauche ou un fils droit. C'est inélégant, propice aux erreurs et une perte de temps, comparé à traiter comme cas de base l'arbre vide.
  - Il *faut* traiter le cas de l'arbre vide.
- Utiliser la syntaxe `c ?p1 :p2` est une bonne idée pour tester et évaluer une expression relativement simple (par exemple, implémenter un *max*), mais beaucoup moins pour remplacer des `if` dont la condition ou le bloc de code sont longs.
- Expliquer le code, en particulier le code compliqué, est essentiel. Mais il est préférable d'écrire du code le plus simple possible. Beaucoup de copies proposent des solutions très compliquées (plusieurs dizaines de lignes pour la fonction `est_parfait` par exemple).
- Pour parler des indices d'un tableau, éviter de dire « l'entier le plus à gauche/à droite », ou « avant/après » : c'est ambigu. Mieux vaut dire « d'indice inférieur/supérieur ».
- En C, il ne faut pas imbriquer des fonctions les unes dans les autres « à la OCaml ».

### 4.3.3 Présentation

- Numéroter les questions est essentiel. Numéroter les sections n'est pas nécessaire.
- Mettre en valeur le code ou les résultats principaux est bien vu par le jury. Entre autres possibilités, utiliser une couleur ou une mise en forme particulière comme un encadrement par exemple.
- Mettre en valeur les résultats rend la correction plus agréable.
- Certaines copies sont presque illisibles rendant la correction très difficile.

### 4.3.4 Sujet

- Certaines copies répondent à des questions qui ne sont pas celles du sujet. Il faut mieux lire le sujet !
- Certaines copies n'utilisent pas `N` dans leur programme mais `8`. Le sujet n'était pas explicite, mais il était attendu d'utiliser la constante `N` plutôt que l'entier `8`.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe T.

## 4.4 Informatique 2 filière MPI

### 4.4.1 Généralités

Le sujet est composé d'un problème unique s'intéressant à la complexité de Kolmogoroff. Le problème est divisé en quatre sections et comporte 38 questions. Les sections pouvaient être traitées de manière indépendante après lecture et appropriation des définitions introduites dans la première section. Le sujet est construit autour de l'évaluation de la complexité de Kolmogoroff de la représentation décimale de  $10^{(10^{10})}$ . Dans ce contexte, le sujet permettait er les candidats sur différentes parties du programme dont les algorithmes dichotomiques, le codage de Huffman, les parcours préfixes, la programmation en OCaml, les langages réguliers et algébriques, les parcours d'arbres.

Dans la première section, le sujet introduit la définition de la complexité de Kolmogoroff en se plaçant dans le cadre du programme (machine à mémoire infinie et programmes écrits en OCaml). Puis il pose la question de la calculabilité de la fonction en utilisant cette complexité. Enfin, il introduit la notion de décompresseur et de complexité de Kolmogoroff par rapport à un décompresseur.

Dans la seconde section, le sujet s'appuie sur le codage de Huffman pour compresser une expression OCaml obfusquée puis en déduit une majoration de la complexité de Kolmogoroff par rapport au décompresseur de Huffman.

La troisième section propose aux candidats trois fonctions dont le but supposé est de générer des chaînes de caractères uniques. Leur analyse devait permettre aux candidats de trouver celle qui ne répondait pas aux exigences et celle qui présentait la syntaxe la moins à risque d'un point de vue des bonnes pratiques logicielles.

La quatrième section, elle-même divisée en 3 sous sections, introduit un nouveau langage (proche du lambda calcul) dans lequel les entiers peuvent être représentés. Elle commence par l'étude de la syntaxe du langage à travers la grammaire non-contextuelle qui la décrit. En seconde sous-section, il est demandé d'implémenter un parseur de ce langage vers les termes de De Bruijn. Enfin, grâce à quelques questions bien structurées, le sujet amène à l'implémentation d'un interpréteur du langage pour programmer un décompresseur de De Bruijn.

Le sujet comporte des questions de programmation en OCaml, des questions d'applications du cours et des questions portant sur des démonstrations, permettant ainsi d'évaluer différentes compétences. Même si un certain nombre de candidats ne semble pas avoir bien appréhendé les notions de début de sujet, le sujet permettait de s'exprimer sur bon nombre de questions. Quelques candidats ont réussi à traiter l'intégralité des questions ou presque. A noter que tous les candidats ont traité une quinzaine de question au minimum et 25 questions en moyenne. Au regard de la difficulté du sujet, les correcteurs sont satisfait du niveau d'un grand nombre de candidats.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe U.

#### 4.4.2 Mise en forme des copies

Les programmes présentés par une bonne majorité des candidats respectent les règles d'indentation avec des retours à la ligne facilitant la lecture du code. Plusieurs copies restent mal présentées voire illisibles pour le correcteur, avec des indentations peu marquées, avec de grosses ratures, des renvois avec des flèches en bas de page, etc. Ces copies sont très difficiles à corriger. Certains candidats utilisent une couleur différente pour l'écriture des codes. Sans poser aucun problème de lecture, les correcteurs n'ont toutefois pas jugé cette mise en forme utile à la bonne lecture de la copie.

Nous rappelons ici aux futurs candidats des recommandations utiles pour l'écriture de programme. L'usage de fonctions auxiliaires 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. De la même manière lorsque de nombreuses variables sont utilisées, où que leur utilisation ne permet pas au correcteur de comprendre aisément leur utilité, il est préférable de leur donner un nom significatif. Certaines copies présentent beaucoup de ratures, voire des pages entières barrées. Même si cela est parfois réalisé de manière à ne pas gêner la lisibilité, les correcteurs jugent utile de rappeler aux candidats que des feuilles de brouillon sont mises à leur disposition pour la phase de réflexion.

Les preuves, comme les programmes, doivent être écrites avec soin. Les raisonnements écrits sans connecteurs logiques, sans ponctuation, sans retour à la ligne, sans séparation des hypothèses et des conclusions, rendent la preuve inintelligible pour les correcteurs.

#### 4.4.3 Commentaires Généraux

Tenant compte des notions ambitieuses abordées par ce sujet, les correcteurs témoignent de la bonne maîtrise et mise en application des notions au programme par la plupart des candidats : certains exposent des intuitions fines, plus ou moins bien formalisées, même pour les questions les plus difficiles.

**Raisonnements** : On constate de façon généralisée un manque de rigueur dans la rédaction des preuves. 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) les conditions nécessaires à la validité du raisonnement. Par exemple, si l'intuition derrière le lemme de l'étoile semble bien comprise, trop peu de candidats écrivent son énoncé formel et l'utilisent correctement. Il faut certainement faire prendre conscience aux candidats de l'importance de la rédaction et leur faire acquérir des automatismes rédactionnels plus robustes.

**Raisonnements par récurrence ou induction structurelle** : Certaines questions du sujet exigeaient des raisonnements par induction ou par récurrence. Peu de compositions formalisent correctement ces démonstrations : il est nécessaire de bien expliciter la propriété que l'on souhaite démontrer en début de preuve, d'énoncer l'hypothèse d'induction ou de récurrence lors de l'hérédité ou du pas d'induction et d'écrire une phrase de conclusion minimale. D'un côté, on note beaucoup de confusion dans les rédactions, certains candidats indiquant faire une preuve par induction structurelle alors qu'il s'agit d'une récurrence, et vice versa. D'autre part, la piètre qualité de la rédaction du français ne permet parfois pas de comprendre ce qui relève de la démonstration de ce qui relève de l'affirmation.

**Notation de Landau** : Plusieurs candidats ont écrit qu'un entier  $n$  fixé était égal à un  $O(C)$ , avec  $C$  une constante, plutôt que d'écrire  $n \leq C$ . Comme, par exemple  $|y_0| = O(10^{10})$ . Les candidats doivent connaître la définition de la domination *asymptotique* d'une *fonction* et l'utiliser correctement.

**Programmation** : Les programmes proposés par les candidats sont généralement de très bonne qualité, sur la forme et le fond. Les correcteurs ont toutefois notés certaines erreurs récurrentes :

- Dans la version 4 de OCaml et comme rappelé dans l'annexe B du programme d'informatique de MP2I/MPI, les chaînes de caractères sont **immuables**. Certains candidats tentent de modifier les caractères comme dans un tableau.
- Le motif `c : s` ne s'applique **pas** aux chaînes de caractère. L'accès peut se faire en utilisant la syntaxe `s.[i]`.
- Le modulo en OCaml s'écrit `n mod p` et non pas `n % p` (confusion avec C/Python classique).
- L'opérateur `**` en OCaml ne s'applique qu'aux flottants.
- `failwith "SyntaxError"` lance une exception `Failure` (avec pour message "SyntaxError") et non pas une exception `SyntaxError`.
- Si `x` est une variable, `match n with | V(x) -> ... | ...` ne permet pas de tester si `n = V(x)`, : il s'agit d'une reconnaissance de motif, pas de valeur. Il est nécessaire d'aller plus loin : on peut par exemple, et de nombreux candidats le font correctement, utiliser la syntaxe `match n with | V(y) when y = x -> ... | ....`
- La spécification des fonctions demandées dans l'énoncé doit absolument être respectée. Le nom des fonctions a été globalement respecté, le type des paramètres aussi, mais plusieurs candidats ne vérifient pas que le type de sortie est cohérent.

Par ailleurs, les correcteurs souhaitent ajouter quelques commentaires supplémentaires pour les futurs candidats :

- Lorsqu'une solution claire, d'une dizaine de lignes, existe pour écrire un programme, il est attendu des candidats qu'ils ne proposent pas une solution complexe tenant sur une page ou plus. C'est une compétence que les correcteurs jugent importante. Il est à noter d'ailleurs qu'il est très rare que ces réponses alternatives et longues soient entièrement correctes.
- Lorsque le langage imposé est OCaml, les correcteurs apprécient les compositions qui respectent l'esprit du langage. L'abus d'utilisation du style impératif (boucles et références) dans un esprit proche du C alourdit considérablement le programme final, là où une approche fonctionnelle engendrerait un code plus court et plus intelligible.
- Un affichage n'est *pas* un test. Les correcteurs attendent le retour d'un booléen ou la levée d'une exception, par exemple une assertion. En aucun cas l'intervention d'un jugement humain ne peut constituer une réponse à une question demandant l'écriture d'un programme.
- Il est rappelé aux candidats que toute fonction récursive doit comporter une condition d'arrêt.
- Les candidats doivent faire attention à la complexité de leur fonction, tout particulièrement lorsqu'il existe une manière élémentaire de l'améliorer. Par exemple, ne pas rappeler plusieurs fois une fonction sur les mêmes arguments...



- La syntaxe de déconstruction des tuples `let (u, v) = parseV q in ...` est à préférer à l'utilisation répétée de `fst` et `snd`.



## 5 Sciences Industrielles

### 5.1 Introduction

Le support commun retenu pour les sujets de Sciences Industrielles en MP et PSI est le sismomètre SEIS (Seismic Experiment for Interior Structures) déployé sur Mars. SEIS comporte deux sismomètres indépendants, le VBB (Very Broad Band) et le SP (Short Periods), montés sur une structure commune pouvant être réglée à l'horizontale grâce à des pieds de longueur variable.

La spécificité du VBB réside dans le fait qu'il utilise 3 pendules inversés placés à  $120^\circ$ , permettant ainsi d'acquérir les caractéristiques tridimensionnelles d'une onde sismique martienne. Chaque pendule oscille par rapport à un bâti sous l'impulsion des secousses sismiques transmises par le sol à l'instrument. Une articulation à lamelles permet des mouvements de très faible amplitude avec un minimum de frottements visqueux entre le pendule et le bâti, et sans jeu. Elle constitue l'axe de rotation du pendule dans son mouvement par rapport au bâti. L'instabilité inhérente au pendule inversé lui confère une plus grande sensibilité que celle d'un pendule classique. Bien qu'instables par nature, les pendules inversés du sismomètre VBB conservent leur équilibre grâce à un ressort à lame souple, recourbé en demi-cercle, et qui applique en permanence une action mécanique de rappel.

Les auteurs ont axé leurs sujets sur l'étude du sismomètre VBB selon deux approches différentes :

- en MP, le travail consistait à étudier le comportement du VBB en situation sur Mars ;
- en PSI, le travail consistait à valider certaines étapes clés de la conception et du réglage du sismomètre VBB. Cela ayant eu lieu sur Terre, il a fallu notamment contourner les difficultés liées à la différence de gravité entre la Terre et Mars en utilisant un contrepoids.

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, particulièrement recherchées en ingénierie. Il est également indispensable d'être capable de mener des développements mathématiques calculatoires avec rigueur.

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 26 questions pour une durée de 3 heures.

Il y a 6 questions de mécanique, 11 questions d'automatique et 9 questions d'analyse/de calcul/de numérique. Il se décompose en 7 parties :

- Partie 1 : Présentation du système et de la problématique
- Partie 2 : Réglage de la position d'équilibre du pendule
  - 1) Appliquer le Principe Fondamental de la Statique (mécanique)
  - 2) Déterminer le moment de réglage et valider l'exigence correspondante (mécanique)
- Partie III : Sensibilité intrinsèque d'un pendule à un séisme
  - 3) Déterminer le moment cinétique du pendule (mécanique)
  - 4) Projeter le moment dynamique du pendule sur son axe de rotation (mécanique)
  - 5) Définir les éléments de calculs permettant d'établir l'équation du mouvement du pendule et justifier sa non linéarité (mécanique)
  - 6) Linéariser l'équation du mouvement (mécanique)
  - 7) Exprimer la fonction de transfert et la condition de stabilité du pendule (automatique)
  - 8) Identifier les grandeurs caractéristiques de la fonction de transfert (automatique)
  - 9) Déterminer l'angle d'inclinaison du pendule permettant de maximiser l'amplification du signal mesuré (automatique)
  - 10) Analyser un diagramme de Bode pour valider l'exigence de sensibilité aux séismes sur Mars (automatique)
- Partie IV : Optimisation de la réponse d'un pendule à un séisme par un asservissement
  - 11) Déterminer une fonction de transfert par analyse de schéma-blocs (automatique)
  - 12) Justifier la stabilité du système par analyse des pôles de la fonction de transfert et choisir un gain de correcteur (automatique)
  - 13) Simplifier la fonction de transfert par analyse des pôles (automatique)
  - 14) Justifier la non validation du cahier des charges par l'action seule de la bobine HF (automatique)
  - 15) Donner l'intérêt de la chaîne d'action BF (automatique)
  - 16) Donner la fonction de transfert en boucle ouverte par analyse de schéma-blocs (automatique)
  - 17) Choisir le gain du correcteur assurant la validation du cahier des charges par analyse du diagramme de Bode (automatique)
  - 18) Désigner le type de filtre utilisé et préciser son intérêt pour la mesure des séismes (analyse)
- Partie V : Insensibilité des pendules au bruit environnant
  - 19) Réaliser les projections permettant de déterminer une matrice de passage (calcul)
  - 20) Simplifier l'expression de la matrice de passage en utilisant les valeurs d'angle fournies (calcul)
  - 21) Utiliser la matrice fournie pour déterminer l'impact du bruit sur les mesures du sismomètre (analyse)

- 22) Analyser le choix de l'angle d'inclinaison des pendules pour minimiser le bruit mesuré (analyse)
- Partie VI : Filtrage et stockage des données mesurées
  - 23) Déterminer les fréquences d'échantillonnage respectant le critère de Shannon (numérique)
  - 24) Déterminer la capacité mémoire de stockage de données (numérique)
  - 25) Estimer le nombre de jours de stockage disponibles sur Mars (numérique)
- Partie VII : Synthèse
  - 26) Citer et préciser le rôle de 3 éléments permettant au sismomètre de donner une mesure fidèle de la vitesse et de l'accélération du sol (analyse)

Le sujet faisait appel à un très grand nombre de connaissances et compétences du programme de MP. De nombreux champs disciplinaires ont été abordés : statique, dynamique, calcul de fonction de transfert, manipulation de schéma-bloc, analyse de performances (stabilité, précision, rapidité), analyse de diagrammes de Bode, réglage de correcteur, calcul de projections vectorielles. Le sujet faisait également appel aux notions sur le filtrage, abordées dans le programme de Physique-Chimie du programme de MP mais souvent essentielles lors de l'analyse de signaux mesurés en Sciences de l'Ingénieur.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe U.

### 5.3 Présentation du sujet en filière PSI

Le sujet PSI comprend 30 questions pour une durée d'épreuve de 4 heures. Il y a 14 questions de mécanique, 10 questions d'automatique et 6 questions d'analyse. Il se décompose en 4 parties :

- Partie I : Présentation du système et de la problématique
- Partie II : Réglage de la position d'équilibre du pendule
  - 1 - Compensation de la gravité terrestre
    - 1) Déterminer l'équation traduisant l'équilibre de l'ensemble mobile (mécanique)
    - 2) Établir la relation de compensation de la différence de gravité Terre / Mars (mécanique)
  - 2 - Conception d'un mécanisme de translation du centre d'inertie du pendule
    - 3) Compléter le graphe de liaisons du mécanisme de translation du centre d'inertie du pendule (mécanique)
    - 4) Analyser les mobilités et l'hyperstatisme du modèle établi (mécanique)
    - 5) Réaliser le schéma cinématique d'un joint d'Oldham (mécanique)
    - 6) Étudier la compensation des défauts par le joint d'Oldham (mécanique)
  - 3 - Validation de la précision du positionnement du centre d'inertie du pendule

- 7) Établir l'expression du rapport de transmission d'un train épicycloïdal (mécanique)
  - 8) Exprimer le rapport de transmission global d'un transmetteur à 4 étages (mécanique)
  - 9) Déterminer le déplacement linéaire de la vis en sortie du transmetteur (mécanique)
  - 10) Donner une cause de non linéarité au changement de sens de rotation du moteur (analyse)
  - 11) Évaluer l'erreur de positionnement de la vis dû à la non linéarité (analyse)
- Partie III : Caractérisation dynamique de l'ensemble mobile
    - 4 - Modélisation dynamique de l'ensemble mobile en réponse à un séisme
      - 1) Donner le plan de symétrie de l'ensemble étudié et simplifier la matrice d'inertie (mécanique)
      - 2) Déterminer le moment cinétique de l'ensemble mobile (mécanique)
      - 3) Projeter le moment dynamique de l'ensemble mobile suivant  $\vec{z}_1$  (mécanique)
      - 4) Définir les éléments de calculs permettant d'établir l'équation du mouvement de l'ensemble mobile donnée et justifier sa non linéarité (mécanique)
      - 5) Linéariser l'équation du mouvement (mécanique)
      - 6) Exprimer la fonction de transfert de l'ensemble mobile et la condition de stabilité du système (automatique)
      - 7) Définir l'expression des grandeurs caractéristiques de la fonction de transfert (automatique)
    - 5 - Choix du couple ressort/articulation pour le système
      - 8) Calculer la valeur numérique du couple assurant l'équilibre du pendule (analyse)
      - 9) Définir l'intervalle de valeurs acceptable pour la raideur  $k$  du ressort (analyse)
      - 10) Déterminer graphiquement le meilleur couple ressort/articulation (analyse)
      - 11) Conclure quant au respect du cahier des charges à partir du diagramme de Bode (automatique)
  - Partie IV : Performances de l'asservissement
    - 12) Déterminer la fonction de transfert de la bobine HF en perturbation et préciser chacun des coefficients (automatique)
    - 13) Justifier la stabilité du système et choisir un gain par analyse du diagramme de Bode vis-à-vis du cahier des charges (automatique)
    - 14) Simplifier la fonction de transfert par analyse des pôles (automatique)
    - 15) Justifier la non validation du cahier des charges par l'action seule de la bobine HF (automatique)
    - 16) Préciser l'intérêt de la chaîne d'action BF (automatique)
    - 17) Donner la fonction de transfert en boucle ouverte introduisant le correcteur BF (automatique)
    - 18) Choisir le gain du correcteur BF assurant la validation du cahier des charges par analyse du diagramme de Bode de l'asservissement en tension (automatique)

- 19) Désigner le type de filtre utilisé et préciser son intérêt pour la mesure des séismes par le sismomètre SEIS (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 de nombreux champs disciplinaires ont été abordés : cinématique, dynamique, théorie des mécanismes, manipulation de schéma-bloc, calcul de fonction de transfert, analyse des performances (stabilité, précision, rapidité), tracé des diagrammes de Bode, réglage de correcteur, mes de Bode, réglage de correcteur.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans l'annexe V.

#### 5.4 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. On note positivement qu'il y a eu peu de copies vides cette année, la majorité des candidats parvenant à aborder au moins une, voire plusieurs, partie(s) du sujet. On déplore en revanche que les sujets soient trop souvent traités de façon linéaire, en consacrant trop de temps aux premières questions par rapport aux dernières. Les questions de Dynamique sont celles qui posent le plus de difficultés aux candidats.

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 ont su mettre en œuvre les méthodes de résolution appréhendées au cours de leur formation ;
- répondu aux questions en indiquant clairement leurs hypothèses et leur démarche bien avant de se lancer dans de longs, fastidieux (voire infructueux) développements analytiques ;
- su conclure, avec 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 :

- le vocabulaire inhérent aux SI n'est pas maîtrisé par les candidats. L'ensemble du jury a apporté une grande attention à celui utilisé dans les réponses rédigées, apportant du crédit à l'argumentaire ;
- des candidats délaissent de larges parties du programme de Sciences Industrielles de l'Ingénieur, 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 ;

- les applications numériques sont rarement menées à terme, et si elles le sont, sans grand succès. Les candidats doivent présenter des applications numériques complètes et de ne pas les laisser sous forme fractionnelle par exemple ;
- après 2 années de CPGE, il est regrettable de constater que de nombreux candidats donnent des valeurs numériques sans unité ou encore qu'ils ne maîtrisent pas les unités usuelles des grandeurs classiques des SI ;
- les réponses doivent être justifiées ; les réponses brutes n'ont pas été valorisées ;
- les démonstrations doivent être rédigées avec rigueur, en particulier lorsque le résultat à démontrer est fourni ;
- 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 Industrielles de l'Ingénieur. De nombreuses questions de cours ont été souvent mal traitées ;
- travailler les compétences spécifiques telles que schéma cinématique et/ou graphes de liaisons, chaînes fonctionnelles, schéma-blocs, . . .
- 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 notamment à travers les travaux pratiques.

Enfin, le jury a constaté l'absence volontaire, de la part de candidats, de certains « documents réponses ». Il est nécessaire de rendre l'intégralité de ces documents, même vierges.



## 6 Français

### 6.1 Présentation du sujet

Pour la session 2023, les candidats ont eu à réfléchir sur le sujet suivant :

« L'homme ne peut pas se désintéresser de ce qu'il fait, et notamment de ce que son activité produit, sans atteinte grave à la dimension humaine. Lorsque le travail est réduit au labeur, il ne reste de l'homme que l'animal qui s'affaire à se maintenir en vie, et de la société humaine que l'interdépendance impensée de la fourmilière. »

(Dominique GIRARDOT, « Travail et banalité du mal. Le concept arendtien de travail », *Travailler*, 2016/1, n°35, p. 225).

Vous direz dans quelle mesure cette citation éclaire votre lecture des œuvres inscrites cette année à votre programme : *Les Géorgiques* de Virgile, *La Condition ouvrière* de Simone Weil, et la pièce de Michel Vinaver de *Par-dessus bord* (forme hyper-brève).

### 6.2 Commentaires du Jury sur les copies corrigées et conseils aux candidats

Le jury a eu la satisfaction de lire d'excellentes copies, en nombre, et n'a éprouvé aucune difficulté à distribuer des notes comprises entre 15 et 20. Les remarques suivantes, qui émanent de l'ensemble des correcteurs, ont pour objectif d'éclairer les futurs candidats dans leur préparation de l'épreuve.

#### 6.2.1 Compréhension du sujet

Le jury a valorisé les copies qui problématisaient l'ensemble de la citation et en dégageaient les enjeux, sans la simplifier, percevant la tension entre humanité et animalité qui fonde le point de vue de Dominique Girardot, mais aussi les deux plans, individuel et collectif, sur lesquels se place l'autrice pour envisager les risques d'un travail déshumanisant, et enfin les deux aspects du travail qu'elle aborde : l'activité laborieuse elle-même et « ce que l'activité produit ». On a été attentif encore au sens de la nuance dont les candidats ont été capables, en évitant de radicaliser les points de vue des auteurs au programme.

Très peu de copies n'ont pas compris le sujet ou ont commis des contre-sens sur la citation ; en revanche, un assez grand nombre de candidats ont eu tendance à éliminer les aspects spécifiques du sujet.

Dans l'approche du sujet, le terme « se désintéresser » est parfois compris de manière très approximative, voire inexacte. Ainsi ces candidats mal avisés mettent le terme en relation avec l'idée d'intérêt au sens économique du terme, restreignant de fait leur réflexion à la notion d'argent et de nécessité matérielle.

Il s'agissait de réfléchir sur le sens qu'il conviendrait de donner au travail. Or souvent, le sujet n'est pas traité dans ses aspects les plus spécifiques, il donne lieu à des considérations générales sur le rapport entre l'homme et le travail. Ainsi la question du sens, individuel et collectif, qui constitue le point nodal de la citation, est souvent délaissée ou simplement évoquée au passage dans des considérations périphériques sur les avantages et les inconvénients du travail : ainsi ces copies offraient un nuancier de réceptions plus ou moins acceptables sur les effets néfastes du travail en général, sur ses conséquences



désastreuses, opposés ensuite à sa grande capacité à offrir à l'homme épanouissement et bonheur ; copies évidemment hors sujet, dans lesquelles il fallait essayer de valoriser la moindre bribe quelque peu rattachée à la citation de D. Girardot. Un peu mieux notées sont les copies qui associent ces aspects positifs et négatifs à l'humanisation et à la déshumanisation (déclinées aux échelles individuelles et collectives). Et encore mieux notées sont celles qui subsument cette opposition par l'idée de conscience qu'a l'ouvrier ou un groupe d'ouvriers de sa condition, de son travail, du sens de celui-ci.

Lorsqu'on saisissait tout de même la distinction opérée par l'auteure entre labeur d'un côté et travail de l'autre, on ne proposait pas assez souvent une définition rigoureuse du labeur, c'est-à-dire qu'on ne voyait pas quelles conditions exactes étaient posées pour établir cette différenciation. On inversait aussi assez fréquemment la relation de cause à effet entre ce qui pouvait constituer le désintérêt de l'homme pour son travail et la transformation de celui-ci en simple labeur.

Enfin la question sociologique (dialectique individu/société) était le plus souvent reléguée à une brève mention à propos de la ruche dans le texte de Virgile, mais aussi à des exemples convenus et erronés chez Vinaver : les « réunions de famille » étaient prises comme telles, compte non tenu de l'ironie du dramaturge. La dimension collective des enjeux soulevés par le propos de D. Girardot fut l'aspect le plus négligé, les meilleures copies se distinguant de ce fait par l'attention toute particulière qu'elles prêtaient d'abord à l'image de la fourmilière, et, ensuite, à ce que cette dernière impliquait.

### 6.2.2 Méthodologie

Les copies témoignent d'une connaissance de la méthode de construction d'un devoir de dissertation quasi générale ; les aberrations méthodologiques (absence totale de problématique, de conclusion, de parties indistinctes dans le développement) sont très rares, preuve d'une solide préparation de l'épreuve. La plupart des candidats jouent le jeu formel de l'exercice : présence des différentes étapes de l'introduction ; structuration du développement en trois parties, et chacune des parties en paragraphes. Les plus mauvaises copies se distinguent néanmoins par une inattention totale au sujet donné, qui, dans quelques cas, n'était même pas redonné, ni même paraphrasé, et par un développement extrêmement confus sans organisation des idées en paragraphes. On attirera cependant l'attention des candidats sur des défaillances ou maladresses relativement fréquentes.

Trop d'**introductions** sont démesurées (2 pages, voire 2 pages ½ à 3 pages sur un total de 6 à 8 pages), sans pour autant se révéler efficaces pour analyser le sujet en en relevant les lignes de force. La problématique se réduit parfois à une vague question ou, à l'inverse, s'éparpille dans une série d'interrogations qui ne permettent pas de rendre compte des aspects centraux du sujet. Mais ce qui est le plus étonnant, c'est l'écart assez fréquent entre de bonnes voire très bonnes analyses dans l'introduction et le traitement extrêmement convenu dans le corps de l'argumentation. Parfois, le candidat prenait le soin de définir les termes du sujet, mais ne les interrogeait pas. On ne cherchait pas à comprendre, par exemple, ce que pouvait être « se désintéresser de son travail » : le *pourquoi*, le *comment* ; on ne pouvait donc pas ouvrir de réelles perspectives, et le propos était alors essentiellement descriptif, par la suite, dans le développement. Les meilleures copies au contraire cherchaient à mettre en évidence à la fois les causes et la nature de ce désintérêt, tout en faisant surgir rapidement les notions de sens et de finalité ; elles se posaient aussi la question de la dignité de l'homme au cœur d'un labeur aliénant et déshumanisant.

S'agissant du **plan**, un grand nombre de devoirs a choisi une démarche opposée à celle proposée par le corrigé, pourtant la plus logique. Beaucoup de copies proposent en effet d'évoquer en premier lieu un travail plein de sens, pour ensuite montrer qu'il peut être déshumanisant. Peut-être cela tient-il à une mauvaise appréhension de la démarche dialectique attendue en dissertation ? De plus, l'argumentation n'a pas toujours la rigueur et la clarté attendues : il n'est pas rare que telle copie annonce pour la première partie l'idée que « le travail sans intérêt déshumanise », alors que le développement commence par démontrer en réalité que « l'intérêt pour l'activité laborieuse humanise le travailleur », ou *vice versa*. Néanmoins certains candidats ont eu la bonne idée, dans la partie II, de défendre la thèse selon laquelle il peut être préférable de ne pas penser à ce que l'on fait pour survivre, tant ce que l'on fait est déshumanisant. D'autres ont insisté pour dire que si les hommes « se désintéressent » de leur travail, ce n'est pas nécessairement leur faute, mais celle de la nature de leur tâche dans un système dont ils sont victimes. On a pu lire aussi des copies où une partie III, très inspirée, parfois bien meilleure que les deux précédentes, développait le caractère divin du travail qui permet à l'homme de s'humaniser, voire de dépasser son humanité, ou le travail des trois auteurs des œuvres au programme.

La **conclusion** est souvent mal maîtrisée : dans un tiers environ des copies, elle est lapidaire, constituée d'une ou deux phrases, et ne saurait rendre compte de la démarche démonstrative suivie dans le développement ; une mauvaise gestion du temps en est vraisemblablement la raison principale. Il n'est pas inutile de rappeler que la conclusion est un des temps forts du devoir qu'un candidat avisé aura soin de rédiger au brouillon (comme l'introduction).

Enfin, l'**argumentation** doit être très régulièrement articulée au sujet auquel il convient de revenir sans cesse, évitant la restitution de cours ou les considérations digressives sur le thème au programme. Faute de mentionner les termes de la citation, de trop nombreux candidats « croisent » le sujet plus ou moins épisodiquement, ou le traitent de façon allusive et lointaine, ou, pis encore, finissent par s'égarer. Est-il besoin de rappeler que ce n'est pas au jury de faire le lien entre les réflexions du candidat et le propos de l'auteur.

### 6.2.3 Connaissance des œuvres du programme

La plupart des copies témoignent d'une connaissance des œuvres, voire d'une excellente connaissance pour certaines ; preuve là aussi d'un indéniable travail de préparation. Cette connaissance permet, dès lors, de discriminer les copies. Très peu de devoirs manifestent une réelle méconnaissance des textes.

Cependant ceux-ci ont été convoqués de manière très inégale. Le recours aux œuvres a souvent fait l'objet de déséquilibres : d'une part un déséquilibre dans le nombre de renvois, d'autre part et corrélativement, un déséquilibre dans la compréhension-interprétation des œuvres et dans l'utilisation que les candidats ont pu faire des passages cités. De l'avis de tous les correcteurs, c'est le texte de Simone Weil qui a été le plus souvent convoqué et le mieux analysé par les candidats. Néanmoins, l'absence quasi-générale du concept weilien d'*attention* dans les copies est surprenante, alors que le sujet appelait naturellement les candidats à l'exploiter ; les meilleurs devoirs au contraire en parlaient avec beaucoup de justesse. Les candidats ont éprouvé un peu plus de difficultés à s'appuyer sur l'œuvre de Virgile (le moins cité, celui qui est absent de parties entières parfois), son texte était souvent instrumentalisé, et ses intentions d'écriture parfois caricaturées : le poète latin apparaissait alors sous les traits d'un esclave de Mécène, absolument aliéné au projet de ce dernier, et n'ayant que faire de la campagne et des paysans, le sens de l'œuvre a bien souvent été forcé par des candidats soucieux d'y

voir un point de vue négatif (souffrance, animalisation de l'homme) afin de servir leur argumentation. Quant au texte de Vinaver, il a fait l'objet de nombreux contresens. L'ironie critique à l'encontre du monde et des pratiques de l'entreprise n'a pas été toujours perçue.

S'agissant de l'interaction entre les textes à chaque étape du développement, la difficulté est que les œuvres présentent des contradictions insurmontables, qu'il appartient aux candidats d'intégrer à l'argumentation, sans les gommer. Ainsi, la mise en rapport entre les textes n'exclut pas la confrontation, elle se doit même de souligner les dissonances entre les points de vue.

### 6.2.4 Présentation et expression

Il faut rappeler la nécessité de produire un devoir lisible dans tous les sens du terme : la graphie, la mise en page, la syntaxe et l'orthographe sont les conditions préalables et nécessaires à la réception favorable d'un bon devoir.

Les candidats qui se montrent négligents dans la présentation matérielle de leur copie et qui accumulent les fautes de langue se voient donc inévitablement sanctionnés dans la mesure où le niveau de langue des copies entrave la fluidité de la lecture.

Tout d'abord la maîtrise de l'orthographe est souvent insuffisante : rares sont les copies dénuées d'erreurs, et même celles qui présentaient un travail de réflexion très élaboré, qui révélaient une finesse incontestable dans leurs analyses, n'offraient pas toujours un texte à l'orthographe impeccable.

Quant à la syntaxe, elle était parfois malmenée au point de rendre certains passages incompréhensibles. On a relevé notamment l'emploi incorrect du verbe « partager » (*Simone Weil nous partage son expérience de l'usine\**), du verbe « subsister » employé pour « subvenir » (*le paysan subsiste aux besoins de sa famille\**), et du verbe « pallier », au demeurant mal orthographié, (*le travail permet de palier\* à des besoins élémentaires\**).

On signalera enfin quelques-unes des erreurs lexicales les plus fréquentes : d'abord la confusion entre intérêt et intéressement, désintérêt et désintéressement, et l'usage fautif des expressions « travail intéressé » ou « travail désintéressé ». Le mot « labeur » a été curieusement employé assez souvent comme un terme féminin.

On a pu regretter aussi parfois un registre de langue inadapté : par exemple, on a lu dans certaines copies que tel personnage de la pièce de Michel Vinaver « *s'est fait virer de son boulot* ».

Le jury encourage donc les futurs candidats non seulement à acquérir des connaissances solides sur le thème et les œuvres du programme, mais aussi à mettre en œuvre les qualités de réflexion et de rédaction qu'exige l'exercice de la dissertation, qui a toute sa place dans la formation de futurs ingénieurs.

Un exemple complet de corrigé est présenté dans l'annexe U.



## 7 Langues Vivantes

### 7.1 Modalités de l'épreuve

Le format de l'épreuve n'a pas changé par rapport aux années précédentes. Les candidats peuvent ainsi bénéficier de l'expérience de leurs prédécesseurs. Celle-ci s'appuie aussi sur une lecture attentive des rapports de jury des sessions antérieures. L'épreuve de langues vivantes, d'une durée de 1h30, se compose de trois exercices, sans que soit prescrite une durée d'exécution pour chacune des composantes. Elle est constituée d'un thème (littéraire ou journalistique), puis de deux exercices d'expression, prenant souvent un article de presse comme point d'appui. La première question, de synthèse, vise à vérifier que la compréhension de ce document est assurée. La seconde question, d'expression personnelle, sert à évaluer la capacité des candidats à poursuivre une réflexion plus vaste sur les enjeux qu'ils perçoivent, dans une langue correcte et nuancée.

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

## 7.2 Allemand

### 7.2.1 Remarques générales

La baisse du nombre de germanistes LV1 se confirme malheureusement cette année. Pourtant, le jury d'allemand souhaiterait encourager tous les germanistes à 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. 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.

### 7.2.2 Expression Écrite

- Le texte de référence était un article d'opinion tiré de Die Zeit dans lequel il était question de Ludwig Bindernagel (alias Lulu) et de son parcours depuis l'Allemagne où il est né jusqu'en France dans le Jura où il s'installe comme vigneron, tout en exerçant de temps à autre son métier d'architecte.

La question 1 (réponse en 80 mots) portait sur les différentes étapes de son parcours (environ 6). Le jury n'attendait pas forcément une réponse exhaustive, il était demandé de bien répondre à la question, de ne pas en poser une autre à propos du texte en guise d'introduction, ni de faire du texte un débat sur « vigneron versus architecte... ». Un bon nombre de copies a eu recours à des phrases courtes, avec verbes au présent ou parfait (plutôt qu'au prétérit, générateur de fautes verbales très regrettables), et cela s'est révélé être très efficace. Nous conseillons aussi de lire attentivement la question de façon à avoir ensuite une lecture ciblée du texte et de pouvoir trier les informations utiles à la réponse, en n'hésitant pas à laisser tomber les détails. Par exemple, le fait que Lulu pourrait (au conditionnel donc) devenir vigneron certifié bio (cf. dernier § « ... könnte sich als Biowinzer zertifizieren lassen ») n'a pas grand intérêt ici. Pour la question 2 (essai en 180 mots), la difficulté rencontrée cette année a été la brièveté de beaucoup d'essais : manque de temps ? d'inspiration ? La question traitait pourtant d'un phénomène actuel constaté depuis la pandémie, qui touche de surcroît les préoccupations de la génération Z : établir un nouvel équilibre entre travail, bien-être et vie personnelle, inventer d'autres modes économiques et sociaux plus compatibles avec les défis climatiques, retrouver une certaine authenticité en quittant la ville pour la campagne et en exerçant un travail plus proche de la nature. Le jury a beaucoup apprécié certaines introductions avec références littéraires ou philosophiques, pour montrer ensuite que ce retour à la nature, s'il peut être bénéfique, est parfois aussi idéalisé et peut amener les personnes souvent jeunes à quelques déconvenues.

Pour finir, bon nombre de candidats n'ont pas soigné leur copie : texte écrit en dehors des lignes, raturé (et mal) à maintes reprises : un à deux points ont parfois été retirés (sur les 8 points de l'essai) quand le texte devenait un champ d'obstacles empêchant une lecture suivie et intelligible !

- Une lecture précise de ce qui est demandé vaut également pour l'essai. Il portait sur la manière 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 au lieu de lister des exemples comme dans un catalogue ! 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. Voici les fautes les plus récurrentes à éviter :

### Formes verbales (conjugaison/participe II)

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| höffnete / hoffnete / höfftet | hoffte / sich erhoffte ≠ öffnen = ouvrir                               |
| erhaltete                     | erhalten – erhielt – erhalten  |
| kritizieren                   | kritisieren  |
| erratete                      | raten – riet – geraten<br>erraten – erriet – erraten                   |
| entschiedete                  | entscheiden – entschied – entschieden                                  |
| [er] antwort                  | antwortet  |
| [er] arbeit                   | arbeitet   |
| weisst                        | wissen – wusste – gewusst – er weiß                                    |
| verstah – verstat             | verstehen – verstand – verstanden                                      |
| lasste / laß                  | lassen – ließ – gelassen – er läßt<br>≠ lesen – las – gelesen (= lire) |
| wolltete                      | wollen – wollte – gewollt – er will                                    |

### Fautes d'orthographe pouvant entraîner des faux sens

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| errinern   | erinnern                             |
| Wienbau  | der Weinbau                          |
| fordern ≠ förder                                 | fördern = soutenir, promouvoir       |
| Bäche (= ruisseaux) ≠ Buchen (= hêtres)          | Bücher                               |
| sich ernähern                                    | sich an/nähern ; näher kommen (a,o)* |
| der Kaffee (la matière)                          | das Café (l'endroit)                 |
| füllen (= remplir)                               | fühlen (= sentir)                    |
| wällen / wellen                                  | wählen                               |
| arbeiten wurde (forme du passif, ici impossible) | arbeiten würde (subj. II, irréel)    |

### Anglicismes

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| bekommen (= recevoir)    | werden (= devenir)       |
| sein Beruf auf Architekt | sein Beruf als Architekt |
| regulare Jobs            | normale, richtige Jobs   |

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.

Ecoutez et lisez régulièrement de l'allemand : <https://deutschlandradio.de> ou bien [www.dw.com](http://www.dw.com).

## 7.3 Anglais

à George P. Mutch,

*From scenes like these old Scotia's grandeur springs,  
That makes her loved at home, revered abroad  
Princes and Lords are but the breath of kings,  
'An honest man's the noblest work of God.'*

*Robert Burns, 1759-1796,  
The Cotter's Saturday Night, 1786.*

### 7.3.1 Remarques générales

Bien conscient que la durée de l'épreuve est brève, le jury ne peut se résoudre à accepter de parcourir, parfois sans réussir à déchiffrer, des copies où la présentation laisse à désirer. Il n'est pas inutile de rappeler que le seul contact du candidat avec son correcteur s'établit dans la copie. La graphie doit être lisible, le correcteur n'est pas capable de décoder des hiéroglyphes. Il est préférable que les lettres soient correctement formées, que les termes soient séparés, que les phrases soient ponctuées, que les ratures soient évitées. La lecture ne doit pas se transformer en jeu de piste, où les renvois, les déplacements, les flèches et les astérisques se multiplient et égarent. Cette imprécision affecte aussi la grammaire. Les verbes se conjuguent au présent de l'indicatif, avec un s à la troisième personne du singulier. Les adjectifs, en revanche, sont invariables. Les omissions de termes sont pénalisées puisque la signification ne peut émerger dans une formulation incomplète. L'aération des paragraphes clarifie la pensée et simplifie la lecture : une idée par paragraphe, un paragraphe par idée. Une encre foncée soulage les yeux. Escompter que le lecteur devine, c'est se faire des illusions.

### 7.3.2 Thème

L'extrait à traduire cette année provenait du roman récent de Catherine Cusset, *La Définition du bonheur*, 2021. Il ne présentait pas de difficulté lexicale majeure, au point qu'il a pu sembler facile. Une bonne maîtrise du système temporel était indispensable. Tous les verbes d'un texte ne peuvent être au présent simple ou au prétérit. Un texte est dynamique, il saisit une situation définie par un avant, un pendant et un après. Le present perfect, trop peu utilisé, a été négligé au profit d'un prétérit machinal. « Je viens de lui dire le contraire » résume l'enjeu de la saynète présentée, le present perfect condensait cette tension, *I've just told her the opposite*. Il en va de même de « Tu n'as pas changé du tout ! » qui célèbre les atours d'Irina. Il n'y avait pas moyen de recourir à *\*You didn't change at all*, mais il fallait faire usage de *You haven't changed at all* ! L'ancrage temporel au prétérit et la concordance des temps



intensifient la joie de ces retrouvailles.

Les candidats n'avaient pas lieu de s'inquiéter du mot « péninsule », qui est proche de l'anglais, *peninsula*. Des expressions plus idiomatiques, comme « bon marché », et « enfant gâtée » ont souvent été maltraitées. Signalons aussi que « se débarrasser de » a gêné. On ne pouvait accepter la confusion de *\*ride et rid*. « Prétexte » ne devait pas être traduit par *\*lie*. Le jury a été surpris de constater que « whisky bon marché », *cheap*, a conduit à des barbarismes, *\*good market*, *\*first price*, *\*medium*, quand cela n'a pas été *\*chip*. Les erreurs sur le gallicisme « enfant gâtée » n'ont pas manqué, *\*lucky kid*, *\*privileged princess*, *\*rotten child*. Les impropriétés sur « la serra contre lui » ont été courantes, *\*squeezed*, *\*crushed*, *\*pressed*. On a aussi été étonné d'observer que la conjugaison de verbes usuels a pu être malmenée, *\*brang*, *\*leaved*, *\*putted*, *\*gived*, *\*laught*, *\*fund*, *\*runned*. Il est patent que de nombreux candidats n'écrivent pas assez d'anglais, et composent « à l'oreille », prenant ce qu'ils rédigent pour ce qu'ils entendent. L'abus de *gonna*, *wanna*, *guy*, ... le confirme. « Sixième été » a conduit à des impossibilités, *\*seex summer*, *\*seventh*, « seule » ne pouvait être *\*alone*, mais *lonely*, *isolated*, ni « chez elle » *\*like by her*, mais *she felt at home*. La confusion entre des termes quasi-homophones a été fréquente, *\*ear/here* ; *were/where* ; *there/they*. Le vocable *poor* est invariable : il ne prend pas de *s* au pluriel ; *\*the beautifullest* n'existe pas. Certaines erreurs de repérage, *\*I just told him the opposite*, de lecture, « bureau » lu comme *\*bateau*, ou d'emplacement, « se gara devant » déformé en *\*behind* ou *\*after*, sont peut-être dues au temps limité de l'épreuve. Il n'était pas nécessaire de procéder à des ajouts de *\*she said* dans le dialogue, mais d'en respecter la ponctuation, en évitant les tirets à la française dans le cas d'un changement d'interlocuteur, pour leur préférer les guillemets, à l'anglaise, ouvrants et fermants, doubles ou simples.

Toutes les copies n'ont cependant pas été défectueuses. On ne peut en effet que se féliciter d'avoir pu parcourir des traductions fidèles, composées par des candidats soucieux d'exactitude, si ce n'est d'élégance.

### 7.3.3 Question de compréhension

La première réponse est restitutive. La question de compréhension traitait cette année de l'intérêt d'implanter une salle de théâtre à Prescott, ville désavantagée du nord-ouest de l'Angleterre. Elle soulevait un problème de fond, (le théâtre comme outil d'intégration), et une interrogation sur la forme, (le choix de cette communauté comme gage d'équité). L'association à d'autres repères shakespeariens était censée en souligner le prestige. La réponse consistait à restituer la teneur de l'article. Sa brièveté (80 mots +/- 10%) interdisait que le candidat introduise des redondances ou des commentaires. La formulation de la question proscrivait la paraphrase ou la reprise littérale du texte même de l'article. Il n'était pas possible de commencer par une longue introduction et de terminer par une conclusion tautologique. Le jury tient à s'assurer que le candidat étudie le même article que lui, qu'il en a saisi l'utilité, qu'il en a mesuré les répercussions. La notation prend en compte la richesse de la réflexion et la qualité de l'anglais rédigé.

Un bon nombre de candidats a signalé l'atténuation, *levelling up*, du contraste entre le Sud privilégié et le Nord démuné, l'harmonisation voulue par le législateur, le désir de tromper l'ennui des personnes âgées, l'ambition de renforcer la culture traditionnelle, le souhait de susciter des vocations, l'espoir de

créer des emplois. Le jury regrette que les candidats aient souvent omis de mentionner la fierté qu'on espérait restaurer dans cette communauté excentrée. La dureté financière de l'époque a néanmoins été relevée, réduisant parfois le débat à une opposition entre l'art et l'argent.

La concision et la densité s'imposaient. Des formules convenues brouillent la clarté de cette restitution, "*according to the author*". Elles sont inutiles et doivent être prohibées. Le verbiage encombre l'explication, "*for the Economist*". Des banalités que l'on croit pittoresques réduisent le propos, "*in a nutshell*". Les jugements de valeur, sempiternellement négatifs, nient l'intention louable de cette tentative. Le candidat avisé remarquera qu'à simplement relever les arguments avancés par l'auteur, il peut s'approcher du nombre de mots requis, sans qu'aucun de ses commentaires ne soit nécessaire.

### 7.3.4 Expression personnelle ou 'essay'

La deuxième réponse est spéculative. Le candidat était invité à se prononcer sur la diminution des inégalités sociales favorisée par la culture. La formulation même de la question n'enfermait pas ce terme dans son acception académique mais en étendait la portée, pour le rendre plus cordial, plus commun, *in its widest meaning*. Il était utile d'en préciser le sens. Adopter une définition classique était constructif. C'était aussi se prémunir des errements qui n'ont pas manqué dans les copies : *the training, development, and refinement of mind, tastes, and manners, the intellectual side of civilization* (*Oxford English Dictionary*, 2004). Le jury n'exigeait pas une référence aussi précise, mais il aurait apprécié une réflexion plus théorique, où la culture se distingue du délassement, du sport, de la chanson, de la gouvernance. Aurait ainsi pu être évitée la réduction de la culture à la politique, l'enfermement des inégalités sociales dans la polémique. Il n'était dès lors utile de définir l'inégalité sociale à laquelle on se réfère. Il ne manquait donc pas d'intérêt de poser que l'accès déséquilibré aux droits et aux avantages fournis par la société est une injustice, puisqu'il empêche tout un chacun de contribuer au bien-être collectif, privant de la sorte un grand nombre de gens de leur appartenance réelle au corps social. S'inspirer de *The Little Mermaid*, film de 2023, est intéressant à condition de ne pas se limiter à la controverse qu'il a déclenchée, afin d'en induire des considérations sur le racisme, de *George Floyd* à *Black Lives Matter* qui servent de prétextes à une indignation conventionnelle, contre les nantis, les bien-pensants, les sectaires. Une attention plus soutenue aux conditions de l'échange, qui définissant la civilisation, était souhaitable.

Dans le débat structurant entre l'inné et l'acquis, *nature versus nurture*, à moins d'adhérer au protocole mystique du seizième siècle, où le contemplatif cherchait à percer « le nuage d'ignorance », *the Cloud of Unknowing*, qui le sépare de Dieu, en s'opposant à l'actif, par une posture « anti-intellectuelle », l'homme d'aujourd'hui, qui est confronté aux inégalités de la société, préconise qu'on se défie de l'ignorance et qu'on soit cultivé, ne serait-ce que pour tenter d'amoindrir l'inhumanité : "*Each individual is born a barbarian, and is saved from being a beast by acquiring culture. Culture creates a true person; the more of it, the greater the person.*" (Baltasar Gracián, 1601-1658).

L'injonction moderne de mutualisation des droits contraint de recourir aux moyens appropriés pour les distribuer équitablement. L'occasion s'y prêtant, il n'aurait pas été exagéré de faire ici référence au théâtre, à l'intérêt et au prestige d'en construire une salle à Prescott plutôt qu'un cinéma. Le jury n'escomptait pas de connaissance littéraire précise. Le nom de Shakespeare n'est toutefois pas anodin, et toute mention d'œuvres adéquates, connues du théâtre anglais, classique, (*Hamlet*, 1601), et

moderne, (*Pam Gems, Piaf*, 1978 ; *John McGrath, The Cheviot, the Stag, and the Black Black Oil*, 1973), n'aurait pas été inutile. Chacune, en son style propre, ausculte le déséquilibre qui prévaut dans une communauté ; à l'endroit des femmes, l'ascension et la chute d'Edith Piaf, *rags-to-riches-to-rags* ; ou en Ecosse, où le dramaturge, McGrath rappelle que 7% de la population britannique possède 84% de la richesse nationale, 7 :84. « Ose savoir ! », *Sapere aude*, selon Horace, est connu pour être la devise du siècle des Lumières, où la mise en demeure de penser par soi-même nourrit le combat contre l'arbitraire, et détermine la Déclaration d'indépendance des Etats-Unis, 1776. Elle stipule que tous les hommes sont égaux. Une culture qui égalise, pouvait aussi être l'art urbain, *street art*, par définition gratuit et accessible à tous, de *Jean-Michel Basquiat* à *Banksy* et à *Kevin Larmee*. Au départ illégales, subversives et éphémères, ces œuvres questionnent les circonstances de leur création, les sondent, les détournent, afin de les sublimer, au bénéfice de tous, stigmatisant les incohérences sociales.

Dans le même ordre d'idées, l'art de *Norman Rockwell*, (1894-1978), pouvait être souligné. Il représentait la vie quotidienne des Etats-Unis dans l'entre-deux guerres et dans l'après-guerre : un style naturaliste et réaliste. *The Problem we All Live With*, 1964, présente une jeune afro-américaine, *Ruby Bridges*, âgée de 6 ans, qui se rend dans une école uniquement fréquentée par des enfants blancs, dans la Nouvelle Orléans. Des poètes se sont insurgés contre la mise au ban des homosexuels, dans une société américaine taraudée par le maccarthysme, *Allen Ginsberg*, dans *Howl*, 1956, *Frank Ohara*, dans *Ave Maria*, 1960. Des réalisateurs de cinéma se sont engagés en faveur des victimes d'injustices sociales, *Ken Loach*, 1936- . Des films insistent sur l'urgence du respect, *Metropolis*, 1927, dépeint la ségrégation, *My Fair Lady*, 1964, relève l'importance d'être élégant et éloquent, pour exister en société, *Good Will Hunting*, 1997, *Slumdog Millionaire*, 2008, *Hidden Figures*, 2016. Ces œuvres sont connues des candidats, elles ne relèvent pas de l'érudition du spécialiste. En faire ressortir le projet fondateur, l'aspiration à une meilleure justice collective, c'est attester d'une mise en cause des inégalités de la cité. Le *Hip-hop* et le *rap* sont des expressions musicales des quartiers défavorisés qu'on écoute aujourd'hui comme des modèles culturels. Leur origine, dans les ghettos noirs et latinos de New York, ne les a pas empêché d'acquérir une résonance universelle. Elles sont souvent associées à la protestation contre les disparités sociales. Il n'est pas irréaliste de penser que les candidats connaissent *Man in the Mirror*, 1987, de Michael Jackson, *Heal the World*, 1991, dont la vente a servi à financer l'association caritative, *Heal The World Foundation*. Ces chansons n'ont pas fait mystère de leur engagement en faveur des minorités. La culture à vocation démocratique est vaste, active. Elle fait partie des connaissances des candidats. Signalons alors :

- Les concerts *Live Aid*, 1985, *Band Aid*, 1984.
- Les *Marvel Comics* qui, au cours de la seconde guerre mondiale, ont campé les héros de la nation, (*Spiderman*, *Wolverine*, *Batman*). Ils ont servi à unifier les Etats-Unis autour d'une cause commune. L'insistance sur les mangas, ferments d'une rébellion populaire légitime, a semblé moins probante.
- Le musée *Havasupai*, seule tribu amérindienne à habiter en permanence dans le Grand Canyon, en Arizona. Il promeut le tourisme et contribue à la création d'emplois sur place.
- La culture de l'effacement, (*cancel culture*) met au ban des individus, des communautés, politiquement corrects, qu'elle désigne comme inadmissibles. Les candidats ont déjà entendu parler du

déboulonnage de certaines statues, en 2020, celle des présidents *Andrew Jackson*, (1767-1845), *Theodore Roosevelt* (1858-1919), *Abraham Lincoln* (1809-1865).

Une culture qui conteste la société peut ainsi être radicale, tout en s'inspirant d'une pratique ancienne. S'approprier des objets d'art, pour les conserver dans des musées étrangers, (les marbres du Parthénon exhibés au *British Museum*, le buste de Néfertiti exposé au *Neues Museum* de Berlin), inspire ceux qui vandalisent des œuvres d'art, pour sensibiliser aux problèmes écologiques, *Just Stop Oil*. Mondialement connus, ces ouvrages sont aspergés de peinture, *Van Gogh*, (2022), *Johannes Vermeer*, (2022), au motif que les plus pauvres paient le prix fort lors du changement climatique.

L'art est aussi considéré comme un marqueur de classe. Il est accompagné de son corollaire, l'exclusion des minorités. C'est la raison pour laquelle l'université de Harvard annule les frais de scolarité des étudiants défavorisés. Même si les grands musées sont gratuits au Royaume-Uni, les centres culturels majeurs restent l'apanage des métropoles, où résident les plus fortunés.

Il n'était pas exclu non plus de s'inspirer de penseurs reconnus. *John Locke*, (1632-1704), a pris une part active au débat sur le contrat social, qu'il oppose à l'état de nature. Ses écrits sur la tolérance fondent la notion d'Etat de droit. *Pierre Bourdieu*, (1930-2002), a affirmé que la culture renforce la ségrégation sociale, par la reproduction du pareil au même, intellectuellement et socialement. *Simone Weil*, (1909-1943) a, pour sa part, fait entendre la voix des travailleurs. Les candidats étaient à même de s'en inspirer, en s'appuyant sur le programme de Lettres, de cette session. *Hannah Arendt*, (1906-1975), a longuement étudié le totalitarisme, qui s'exerce dans la sphère politique, mais aussi privée, et institue ainsi la banalité du mal.

Il était également possible de s'intéresser à des œuvres autres qu'anglo-saxonnes : *Guernica*, 1937, de *Pablo Picasso*, elle-même maculée de peinture, *Kill Lies All*, par *Tony Shafrazi*, en 1974, pour protester contre le massacre de *Mỹ Lai*, au Viet Nam, 1968, mais aussi, sans exclusive, *Eminem*, 1972- , *Ketanji Brown Jackson*, 1970- , première juge noire à la Cour suprême des Etats-Unis. Les inégalités sont ainsi battues en brèche par le Rêve américain. Le mois de l'Histoire des Noirs fait partie des célébrations du bicentenaire des Etats-Unis. Son but est de glorifier les contributions que les Afro-américains ont apportées à la culture et ainsi reconnaître leurs sacrifices. Il est alors suggéré de méditer sur la protestation d'auteurs noirs, de *Olaudah Equiano*, (1745-1797), à *Phillis Wheatley*, (1753-1784), ou à *Langston Hughes*, (1901-1967), *James Baldwin*, (1924-1987), et *Ernest J. Gaines*, (1933-2019). Ils fustigent les inégalités, pour tenter de les amoindrir. On les trouve dans une édition Penguin, bon marché, qui rend la culture accessible au plus grand nombre. La culture s'appuie aussi souvent sur internet : le but affiché de moteurs de recherche, *Wikipedia*, est de faciliter l'accès à la connaissance pour tous.

Le jury ne manifeste aucune objection à la mention du Pass culture, à condition que cette allocation soit expliquée. L'accès collectif à la culture est à l'évidence facilité par une subvention. Il n'est pas suffisant de l'évoquer, comme caution d'un encouragement à s'instruire librement et moins scolairement. Il est plus utile de démontrer comment elle contribue à réduire la fracture sociale.

Pour sortir du cadre hexagonal, il n'aurait pas été inutile non plus de mentionner la politique conservatrice du gouverneur de Floride, *Ron DeSantis*, (1978- ), en matière de culture. Il entend faire de la Floride

un « tombeau du wokisme », (*Stop Woke-Act*, 2023). La robe, blanche, immaculée, agrémentée d'un message tracé en rouge révolutionnaire, *Tax the Rich*, portée par la représentante démocrate *Alexandria Ocasio-Cortez*, au gala AOC, *Admiral Overseas Corporation*, 2021, pouvait servir de contre-exemple.

Trop de copies se sont contentées d'aligner des considérations générales, où la question posée ne servait que de prétexte à réagir, à s'exprimer sur le sujet, librement, sans rapport avec le thème à traiter. Les condamnations n'ont pas manqué, le rejet systématique, le déplacement de responsabilité sur les autorités, accusées de manipuler. Une tendance regrettable à poser une autre question s'est souvent manifestée, au point que certains en sont venus à rédiger un texte sur le sport, déclaré instrument de promotion sociale. Le discours a parfois été moralisateur, sans introduction ni conclusion, peu de concentration sur le problème soulevé, pas de mise en contexte. La conclusion a dès lors été une reprise, mot pour mot, de ce qui venait d'être affirmé, sans ouverture ni prise de position constructive. On a aussi remarqué une inversion dans l'argumentation : les candidats posent d'abord une pétition de principe, "*One may wonder why culture leads to inequalities*", puis prennent pour argument l'idée qu'ils sont censés démontrer, "*culture leads to inequalities*", ils en profitent alors pour s'appuyer sur des exemples, qui ne peuvent pas être probants, puisqu'ils servent de prétexte à accumuler des assertions biaisées, déjà contenues dans la prémisse. L'intention a ainsi souvent été protestataire, complotiste, revendicatrice, fondée sur le stéréotype de la victime et du bourreau, du gentil et du méchant, le tout dans une syntaxe étriquée et un vocabulaire pauvre, que l'on peut comprendre chez un élève de fin de première, et moins cautionner chez des étudiants de deuxième année.

Cette session a aussi apporté de grandes satisfactions. Le jury tient à féliciter les candidats qui ont tenté et réussi à traduire efficacement et élégamment, et à répondre avec justesse, précision, aisance et distinction, manifestant ainsi leur intérêt pour l'anglais, animés du désir d'être généreux et ouverts. Les notes élevées prouvent l'adhésion du jury : il n'est nul besoin d'être anglophone pour obtenir 20/ 20 !

## 7.4 Arabe

### 7.4.1 Remarques générales

Le jury estime que l'épreuve dans son ensemble a été mieux réussie que l'année précédente. En effet, de nombreux candidats ont témoigné d'une bonne maîtrise de la langue que ce soit sur le plan lexical ou grammatical. Cependant, le jury déplore la persistance de copies inachevées faute d'une préparation suffisante pour exécuter la totalité de l'épreuve dans le temps imparti. Par ailleurs, il rappelle 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 et qu'elle nécessite le respect de règles méthodologiques propres à chaque exercice et une culture générale solide et précise pour traiter la deuxième question de l'expression écrite.

### 7.4.2 Expression écrite

#### Première question

La majorité des candidats a répondu correctement à la question posée. Néanmoins, le jury regrette le recours systématique au plagiat qui constitue la majeure partie de certaines réponses dans de nombreuses copies. L'ensemble des correcteurs rappelle 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 la fois à préciser les différentes mutations ayant touché la société marocaine et à les expliquer en s'appuyant uniquement sur le texte. 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 mutations mentionnées dans le texte mais qu'ils établissent également un lien de causalité entre elles. 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 fourre-tout, décousue et confuse. Enfin, il est toujours utile de rappeler que, contrairement à la deuxième question et compte tenu du nombre limité de mots à utiliser pour répondre à celle-ci (80 mots plus ou moins 10%, la conjonction de coordination **و** ne constituant pas un mot à elle seule), les candidats ne sont pas obligés de commencer par une introduction ni de terminer par une conclusion. Ils ne doivent en aucune manière émettre un jugement, un commentaire personnel ou introduire des informations extérieures au texte.

#### Deuxième question

L'essai proposé cette année invitait les candidats à mener une réflexion personnelle autour de cette question : « Les sociétés arabes peuvent-elles embrasser la modernité tout en restant elles-mêmes ? » 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 rigoureuse de l'énoncé pour bien cerner les enjeux, ce qui leur permettra d'établir un plan précis et efficace afin de produire une réponse claire, structurée et d'éviter de ressasser la même idée. C'est cette absence d'analyse, en effet, qui a conduit de nombreux candidats à traiter la question posée de façon très superficielle, sommaire et plus grave encore de commettre un hors-sujet car la présence du concept de modernité dans le libellé a souvent été associé à celui d'occidentalisation pis encore à une forme nouvelle de colonisation.

Aussi, les mutations impulsées par la modernité ont été synonymes de décadence et de dégénérescence de ces sociétés, ce qui a conduit certains candidats à fustiger la modernité et à regretter paradoxalement un ordre social révolu. 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 en s'appuyant sur leur 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.

### 7.4.3 Thème

L'extrait proposé cette année était tiré du roman de Leila Slimani, *Le pays des autres*, paru aux Éditions Gallimard en 2016. Le jury a constaté le trop faible niveau de langue française de beaucoup de candidats, ce qui explique certainement le nombre important de traduction partielle voire lacunaire ainsi que de nombreux non-sens. 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 « Gel » traduit par « الثلج » au lieu de « الصقيع \ الجليد », 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 : « elle n'avait pas le cœur » traduit par « لم يكن لديها القلب » au lieu de « كانت تكرم ») ou au contre-sens (par exemple : « grondir » traduit par « تقول » au lieu de « تلوم \ توبخ ») ;
- la mauvaise compréhension du texte liée à d'importants contresens, comme celui concernant ce passage : « elle en avait voulu à la chrétienne de lui faire la leçon » traduit par : « ونقمت من المسيحية لتوبيخها لها \ إياها » au lieu de « أرادت من اليهودية أن تعطيها الدرس ».

Revoir et savoir appliquer les règles de base de la grammaire arabe 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.

## 7.5 Espagnol

### 7.5.1 Remarques générales

Comme chaque année, l'épreuve de langue vivante propose deux exercices différents. Les candidats peuvent ainsi bénéficier d'une variété de sujets possibles. Le jury les invite à lire attentivement les rapports des années précédentes afin de se préparer au mieux à cette épreuve.

La première partie est un exercice de compréhension écrite et expression écrite. Les candidats doivent répondre à deux questions à partir d'un article de presse de l'année scolaire en cours. La première (sur 4 points) vise à s'assurer que les candidats ont bien compris les enjeux de l'article proposé. Les candidats doivent répondre en 80 mots (avec une marge de plus ou moins 10%). La deuxième (sur 8 points) est une question qui invite le candidat à proposer une analyse personnelle en lien avec la thématique du texte. Le jury n'attend pas que les candidats reprennent l'argumentaire défendu par le journaliste mais qu'ils fassent une réflexion personnelle en utilisant des exemples pertinents. L'expression écrite doit comporter 180 mots (avec une marge de plus ou moins 10%). Le jury attend que l'expression écrite soit construite de la forme qui suit : une phrase d'accroche, une problématique, des arguments personnels et une phrase de conclusion. Il est fortement déconseillé de ne reprendre que les arguments de l'article. Les candidats doivent montrer leurs connaissances et mettre en avant leur culture générale du monde hispanique. Le jury a proposé un article issu du journal espagnol *El País* en lien avec le monde hispanophone.

Cette année, le deuxième exercice consistait à traduire un extrait de roman contemporain francophone. L'extrait est choisi afin que le jury puisse déterminer si les candidats maîtrisent le lexique et les structures grammaticales les plus usuels de l'espagnol. La langue espagnole étant une langue très riche, parlée dans de nombreux pays, le jury accepte les variantes de vocabulaire qu'il peut y avoir d'un pays hispanophone à un autre. Toutefois, les candidats ne doivent pas avoir recours à l'argot, le style familier est à proscrire. Le jury tient à souligner que les candidats doivent se préparer au thème littéraire mais aussi au thème journalistique, l'exercice de traduction pouvant prendre l'une de ces deux formes.

#### Expression écrite

La première question vise à vérifier la capacité de synthèse du candidat. Pour y répondre le candidat doit structurer son propos et proposer une expression complète et efficace. Cette année l'article proposé traitait le problème auquel est confrontée Tarifa, ville très touristique en période estivale, victime de son succès. Pour répondre à la première question "*¿Cuáles son los problemas con los que se enfrenta Tarifa durante el verano?*", il fallait souligner trois aspects : l'affluence massive de touristes qui engendre des problèmes de logistique au quotidien. L'article parlait de "*la superpoblación - vinculada con la falta de medios, recursos que crea un desequilibrio muy fuerte*". Le deuxième argument, qui a été oublié dans la



très grande majorité des copies, était celui d'une évolution sans futur positif : *“La finalidad de los políticos es el más y más, pero no el cómo”*. Pour finir il fallait souligner que cette masse touristique fait apparaître des problèmes d'ordre environnemental : *“Los residuos recogidos han crecido un 9% con respecto al mismo mes del año pasado”*, *“El crecimiento poblacional se aprecia también en el consumo de agua corriente”*.

La deuxième question invitait les candidats à s'interroger sur le possible développement d'un tourisme durable. Les candidats étaient amenés à s'exprimer sur cette facette du tourisme et non à faire un exposé sur le tourisme en général. Le majeur écueil retrouvé dans les copies a consisté à parler du tourisme en général et de ses conséquences sans aborder réellement la question du tourisme durable et de ses limites. Trop de copies se sont contentées de reprendre les exemples de l'article ou les exemples cités dans le sujet, à titre indicatif, sans les développer ou les nuancer.

De plus, Il est peu concevable qu'à ce niveau, il y est une méconnaissance d'une culture de base de l'Espagne qui propose une vision plus que restrictive de la richesse du pays. Le candidat qui affirme que *“El turismo en España depende casi solamente del patrimonio cultural de Cataluña”* met en avant qu'il ne connaît pas *la Alhambra de Granada*, *Santiago de Compostela* et son pèlerinage, Madrid et ses musées, *La Mezquita* de Córdoba, etc.

Certains candidats se sont attachés à montrer l'impossibilité de faire un tourisme durable et se sont concentrés sur les obstacles, ils n'ont donc pas mis en avant la possibilité d'un tourisme respectueux de l'environnement, ce qui était le cœur du sujet. Toutefois un bon nombre de candidats a su mettre en avant qu'il était possible de mettre en place des initiatives tout en soulignant les limites du tourisme durable.

Dans ce contexte plusieurs arguments étaient possibles. En effet, de nombreux sites touristiques en Espagne et en Amérique Latine ont limité le nombre de visites par jour. C'est le cas en Galice de *“las islas Cíes”* ou de *“la playa de las catedrales”*. C'est une démarche mise en place également au Pérou pour accéder au *Macchu Pichu*. L'Argentine a développé le tourisme rural *“estilo gaucho”*. Le Chili a inscrit les droits de la nature dans sa constitution. Almería a ouvert depuis quelques années le musée *“Memoria del agua”* et invite ainsi les touristes à prendre conscience du problème du manque d'eau.

Dans ce type d'exercice, le jury évalue non seulement la capacité des candidats à produire une argumentation logique et nuancée mais aussi la culture générale, le niveau de langue ainsi que la richesse lexicale.

### Thème

L'extrait proposé cette année était tiré du roman d'Amélie Nothomb, *Le crime du comte Neville*, paru en 2015.

Le thème est un exercice qui demande beaucoup de rigueur. Cet extrait était très riche d'un point de vue grammatical et lexical. L'écart de niveau reste important entre les copies : le jury a pu constater une différence entre des candidats habitués à cet exercice et une autre partie dont les lacunes grammaticales sont de taille et les lacunes lexicales béantes. Le jury a été surpris de la méconnaissance

du vocabulaire de la vie quotidienne dans un bon nombre de copies. En effet, de nombreux candidats n'ont pas su traduire « le rendez-vous », « *la cita* » ; « la salle d'attente », « *la sala de espera* » et non « *la sala de \*esperanza* », « une pièce », « *un cuarto/una habitación* » et non « *\*una pieza o \*una plaza* », ces deux derniers substantifs existent bien dans la langue espagnole mais s'utilisent dans un tout autre contexte. À ce niveau, les candidats devraient pouvoir utiliser à bon escient les verbes « *pedir* » et « *preguntar* ».

De plus, de nombreuses erreurs de conjugaison auraient pu être évitées si les formes verbales françaises avaient été analysées au préalable avec plus d'attention. Le jury invite les futurs candidats à revoir les conjugaisons espagnoles et l'accentuation des verbes et rappelle que les verbes forts irréguliers au passé simple ne sont pas accentués.

Cet extrait proposait des points de grammaire intéressants qui ont permis au jury de déterminer les candidats qui avaient une bonne connaissance de la grammaire espagnole. Les candidats étaient confrontés d'emblée à la traduction de deux subordonnées de condition qui exprimaient une action irréalisée, il fallait donc utiliser le plus-que parfait du subjonctif dans les deux subordonnées de condition et le conditionnel passé (le jury a accepté le plus-que parfait du subjonctif qui remplace très fréquemment le conditionnel passé) dans les deux principales. De plus, les candidats devaient savoir traduire correctement le pronom sujet « on » présent à plusieurs reprises dans le texte. Dans un premier temps, les pronoms sujets « on » renvoyaient à une action qui n'était pas réalisée par le locuteur ni pas ses interlocuteurs, « on » est alors rendu par la troisième personne du pluriel : « *Si al Conde Neville le hubieran dicho que un día visitaría a una vidente, no se lo habría/hubiera creído. Si hubieran añadido que sería para buscar a su hija que se habría/hubiera fugado, este hombre sensible se habría/ hubiera desmayado* ».

De même, les candidats auraient dû être en mesure d'identifier le vouvoiement de politesse « *usted* ». Certaines copies l'ont fait, encore fallait-il conjuguer le verbe à la 3ème personne du singulier et utiliser le déterminant possessif « *su* » qui est de rigueur avec l'emploi de « *usted* ». Le jury tient à souligner que les candidats oublient, presque systématiquement, la préposition « *a* » devant le COD de personne. Le jury a trouvé surprenant que peu de copies aient pensé à mettre le point d'interrogation à l'envers pour indiquer le début de la question, règle qui est expliquée aux apprenants dès les premiers cours d'espagnol. La mise en relief a rarement été traduite correctement. Néanmoins le jury a été souple et dans le cas concret de l'extrait à traduire celui-ci a accepté deux traductions possibles. « Alors » pouvait renvoyer à une notion temporelle ou spatiale c'est pourquoi le jury a accepté deux traductions : « *Fue entonces cuando/allí donde me tropecé con/encontré a su hija/ di con su hija* ». Dans cette construction il est attendu que le verbe « *ser* » soit conjugué au même temps que le verbe de la relative, dans notre cas, il fallait utiliser le passé simple.

Le jury a constaté des fautes d'orthographe récurrentes voire des barbarismes : « *\*habrió* » pour « *abrió* » ; « *\*imediatamente* » pour « *inmediatamente* » ; « *\*cabinete* » pour « *gabinete* » ; « *\*parola* » pour « *palabra* » ; « *\*eclerar* » pour « *brillar/ iluminar* ». Le jury n'a pas pénalisé la traduction du substantif « voyante », « *la vidente* » mais invite les candidats à s'abstenir de proposer des traductions fantaisistes. La traduction du verbe être ne posait pas de difficulté majeure puisque dans les deux cas il

s'agissait d'une situation spatiale, il fallait donc traduire « être » par « *estar* », *Cuando se halló/estuvo en el gabinete de la vidente, preguntó de inmediato dónde estaba/se encontraba su hija. -La pequeña está durmiendo en la habitación de al lado, respondió la mujer.* ». Pour rappel, lorsque « *dónde* » est un adverbe qui sert à interroger le temps, celui-ci porte un accent écrit sur le « *ó* ».

### 7.5.2 Conclusion et conseils aux futurs candidats

Afin de se préparer à cet exercice de traduction rigoureux, et qui fait la différence dans de nombreuses copies, le jury invite les candidats à s'entraîner tout au long de l'année et tout particulièrement sur les points de grammaire suivants, qui potentiellement peuvent apparaître dans les extraits proposés à la traduction : le « on », la concordance des temps, la traduction du vous, l'emploi de *ser* et *estar*, la traduction de « c'est... qui, c'est... que », la traduction de dont, les verbes d'ordre et de sentiments, l'impératif, etc. Cette liste non-exhaustive est à prendre en compte par les futurs candidats.

De plus, le jury conseille fortement aux futurs candidats de lire la presse espagnole tout au long de l'année, mais aussi de consulter des vidéos pour se tenir au courant de l'actualité du monde hispanique.

Ci-dessous, une liste non-exhaustive de liens à consulter :

[www.almendron.com](http://www.almendron.com)

[www.elpais.com/](http://www.elpais.com/)

[www.elmundo.es/](http://www.elmundo.es/)

[www.clarin.com/](http://www.clarin.com/)

[www.youtube.com/@rtvenoticias](https://www.youtube.com/@rtvenoticias)

[www.youtube.com/@euronews](https://www.youtube.com/@euronews)

[www.youtube.com/@dwespanol/videos](https://www.youtube.com/@dwespanol/videos)

## 7.6 Italien

### 7.6.1 Considérations générales

Pour la session 2023, 20 candidats ont choisi l'Italien dans le cadre de l'épreuve écrite de Langue Vivante. L'éventail des notes attribuées (de 7,5 à 17) atteste de la grande disparité des copies, mais aussi d'une bonne moyenne.

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

### 7.6.2 Observations sur la session 2023

Pour les deux exercices, les sujets de la session 2023 étaient les suivants :

- Le thème proposé était un extrait d'une œuvre de Julia Kerninon, intitulée *Liv Maria*, publié en 2020. Le texte permet d'évaluer l'acquisition d'un certain nombre de points de grammaire courants, tant au niveau morphologique que syntaxique. Les verbes sont au passé (imparfait et

plus-que-parfait), à l'infinitif et au conditionnel présent. On relèvera notamment le futur dans le passé (lignes 1-2). Les termes employés sont simples, relevant du registre de la famille (naissance, père, mère, fille, oncle), de la lecture (livre, lecteur, littérature, écriture), et de la nature (bois, écorce, hêtre, sève...). À cela s'ajoute le lexique concernant les métiers (la pêche, menuisier) et les nationalités (français, norvégien). 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 écrite, les candidats étaient invités à réfléchir sur un article de Francesco Merlo, publié le 4 avril 2022 dans le journal *La Repubblica*. Le texte fait la promotion du célèbre livre *Le avventure di Pinocchio* de Carlo Collodi, écrit en 1881, un classique de la littérature d'enfance et de jeunesse, qui n'est pas inscrit au programme des textes officiels à l'école italienne alors qu'il est le roman le plus vendu au monde après *La Divine Comédie* de Dante !

La seconde question, comme il se doit, propose aux candidats d'argumenter personnellement sur leurs goûts pour la lecture et sur une réflexion plus large de la valeur du livre et sur sa portée dans le 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 non seulement sur des mots simples, comme, à titre d'exemple, le mot "dureté", traduit par \*severezza, \*dureta, \*duretà ; ou bien le mot "norvégien", traduit par \*norvegino ; \*norvegiano, \*norvegese ; mais aussi sur des mots plus difficiles tels "écorce" traduit par \*ecorzia \*scorcia ; ou le mot "hêtre", traduit par \*faia ; \*hessue.

On a dû regretter la méconnaissance, chez certains candidats, des articles contractés, de l'adjectif possessif, des pronoms COI, de l'enclise du pronom à l'infinitif, du futur dans le passé. 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 l'expression écrite, 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.

### 7.6.3 Conseils

À l'adresse des futurs candidats, on ne peut que rappeler ici quelques conseils utiles pour bien se préparer à cette épreuve. Il importe de multiplier, en cours d'année, les exercices d'entraînement, tant pour le thème que pour la partie « Expression ». Les efforts doivent porter, en toute priorité, sur la

correction de la syntaxe, une connaissance scrupuleuse de la morphologie verbale, enfin sur la variété et la précision du lexique. Ce sont là des conditions indispensables pour éviter les pièges de la traduction, pour servir au mieux une pensée claire et un discours organisé qui saura convaincre le jury.

### 7.7 Russe

#### 7.7.1 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.

#### 7.7.2 Remarques particulières

##### Expression écrite

L'article choisi en 2023 comme support à cet exercice avait pour titre « Безупречная орфография – ещё не признак ума » (Независимая газета) » et évoquait le problème des fautes d'écriture et leur impact sur l'évaluation des qualités intellectuelles de l'homme, ceci en rapport avec une étude réalisée à l'*Institut de psychologie* auprès de l'Académie des sciences de l'enseignement.

Rappelons que la première question de l'épreuve 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 faut éviter de suivre l'article de près en reprenant ses éléments, mais également de se référer à des informations autres que celles du texte. C'est à partir de cette consigne qu'il fallait répondre à la question « В чём заключался проведённый эксперимент? » En même temps, il était indispensable d'indiquer tous les éléments permettant de situer l'événement et de renseigner son bilan : où et par qui l'expérience a été mise en place, quel résultat a été obtenu ? Un résumé doit pouvoir parler à une personne qui n'a jamais lu l'original en entier. Le jury a pu constater quelques oublis.

Le second exercice permettait au candidat de se prononcer librement sur le sujet de l'importance de la bonne écriture dans la société où l'on écrit de moins en moins et où la correction se fait souvent d'une façon automatique. « Важна ли, по Вашему мнению, безупречная орфография в современном мире? На что следует ориентироваться в суждениях о человеке? » – telle était la question invitant à raisonner et à formuler son avis.

Les défauts essentiels constatés dans les copies sont liés principalement à la volonté de quelques auteurs de rester dans les évidences au lieu de formuler une problématique liée au sujet et de donner leur opinion personnelle à travers une prise de position claire. Une bonne réponse suppose des ouvertures. Il ne faut pas hésiter de donner des exemples, de les analyser, de polémiquer avec des personnes qui sont ou pourraient être d'un avis contraire. Doit-on rester partisan d'une orthographe irréprochable ou bien il est possible de garder une marge de tolérance ? Quels sont les dangers de la perte de la bonne écriture ? Faut-il se fier toujours à l'aide des outils informatiques ? L'apprentissage de l'écriture ne doit-il pas être remis à jour ? – autant de pistes pour pouvoir construire sa réponse tout en interrogeant le second aspect de la question, à savoir la prise en compte de la bonne écriture dans les jugements portés sur l'homme.

La plupart des candidats ont souligné le rôle immuable de la correction dans le contexte actuel et l'importance des compétences en orthographe dans le contexte actuel. Mais, par l'ironie du sort, leurs réponses n'ont pas toujours donné un exemple personnel d'une telle attitude. L'orthographe reste une pierre d'achoppement de plusieurs candidats, tout comme d'ailleurs, la présentation. En effet, une réponse pleine de ratures, rédigée avec négligence, même si le contenu est parfait, ne peut pas être évaluée comme excellente, son auteur risque de perdre des points. Pour cette raison soulignons 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 d'article de presse d'Emmanuel Carrère, publié dans le recueil « Il est avantageux d'avoir où aller » (P.O.L., 2016). Le passage choisi, avec comme sujet le voyage de l'auteur en Russie au milieu des années 2010, se caractérisait par la présence de quelques éléments de vocabulaire et de syntaxe qui méritent d'être commentés.

- Notons d'abord la nécessité de faire attention aux « faux amis » du traducteur. Ainsi on appelle les mots de deux langues différentes dont les significations divergent malgré une grande similitude de forme. Dans la phrase « c'était le premier jour de ma visite en Russie », il n'est pas possible de traduire « visite » par визит, car en russe ce mot porte le sens de « déplacement officiel ». La même chose concerne l'expression « rendre visite » (« Je suis allé rendre visite à Edouard

Limonov »). Il fallait donc opter pour : « Это был первый день моей поездки в Россию», «Я отправился навестить Эдуарда Лимонова».

- « Il fallait que nous célébrions le succès du livre que j'ai écrit... » Contrairement au français, où l'on trouve une phrase complexe à subordonnée complétive, le prédicatif « надо », en russe, n'exige pas d'être suivi par une subordonnée complétive : tout peut être exprimé par une proposition simple (надо+infinitif) : « Нам надо было отпраздновать успех книги, которую я написал... »
- Encore une fois il fallait se garder de suivre le modèle de la phrase française en traduisant « on est sûr d'éviter la langue de bois ». Ici, on pouvait opter pour « можно быть уверенным » suivi d'une subordonnée (« можно быть уверенным, что не встретишь демагогии / пустых слов / штампованных фраз »). Il était également possible de proposer une phrase simple avec le sujet à la 2ème personne du singulier, à valeur de généralisation : « (ты) точно избежишь демагогии / пустых слов... »
- En cherchant un équivalent pour « après échange de chaises entre Poutine et Medvedev » il fallait penser au fait que le mot « chaise » est employé au sens figuré et que, selon les langues, la dérivation sémantique ne se fait pas de la même façon. Il était donc nécessaire de traduire par un mot russe signifiant « fonction, activité » : « после обмена должностями между Путиным и Медведевым / после того, как Путин и Медведев обменялись должностями ».
- « cette indignation (populaire) a été récupérée par une bande d'intellectuels qui se sont mis à manifester... » Là aussi, il fallait bien analyser l'élément « récupéré » avant de le traduire. Le verbe français correspondant signifie « retrouver la possession ou reprendre qch », mais également « détourner de l'orientation initiale pour utiliser à son profit ». Le contexte nous permet de voir que c'est bien cette seconde piste qu'il fallait privilégier dans la traduction : « Это (народное) негодование было использовано бандой интеллигентов, которые начали протестовать / устраивать демонстрации ».
- Notons enfin que la terminologie d'un domaine spécifique doit être respectée : « après les élections législatives si évidemment truquées... » Un candidat se présentant au concours CCMP est censé être au courant de l'actualité politique russe et connaître le vocabulaire relatif à l'organisation du pouvoir. Les mots « élections législatives » correspondent en russe à « парламентские выборы / выборы в парламент » ; « truquées » équivaut à « сфальсифицированные ». L'ensemble devait donc être traduit de la façon suivante : « после так явно / очевидно сфальсифицированных / подстроенных парламентских выборов... »

Ainsi, 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. Soulignons pour conclure que dans ce genre d'exercice, le jury apprécie particulièrement les candidats qui ont pris le risque de faire preuve de recherche et de créativité.

### 7.7.3 Conseils

Rappelons comme chaque année quelques conseils utiles, à l'adresse des futurs candidats, 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 *посли, приложить* 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 *чемет 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 Annexes

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

[www.concoursminesponts.fr](http://www.concoursminesponts.fr)

### A Mathématiques 1 MP/MPI

La question 1 était une question de cours, elle a été assez correctement traitée, avec tout de même des justifications un peu insuffisantes pour l'égalité des deux expressions.

A la question suivante, il manquait quelquefois une des conditions, la note attribuée dans ce cas était bien sûr zéro.

L'erreur de base à la question suivante consistait à croire que la norme euclidienne est sous-multiplicative, ce qui n'est pas le cas. Pour la dernière partie de la question, on demandait une démonstration par récurrence complète, les « par une récurrence immédiate » et autres « par itération » ne rapportaient aucun point.

La question 4 demandait quatre arguments, tout d'abord la polynôme caractéristique est scindé, mais il faut préciser que c'est parce qu'on s'est placé sur  $\mathbb{C}^n$ , puis les facteurs sont premiers entre eux, et la conclusion venait des théorèmes de Cayley-Hamilton et de décomposition des noyaux. Il n'était pas très rare qu'il manque un argument au moins.

A la question suivante, il fallait surtout être très attentif aux ensembles de départ et d'arrivée des diverses applications.

Nous avons trouvé à la question six des confusions entre sous-espaces caractéristiques et sous-espaces propres. On peut remarquer que l'application de deux résultats de cours permettait de traiter rapidement la question.

On peut faire, pour les questions sept et huit, la même remarque que pour la question cinq.

A la question neuf, une méthode naturelle est de faire un raisonnement par récurrence, mais ici aussi il faut le rédiger précisément et ne pas oublier l'initialisation.

La question dix était rarement traitée de façon parfaite, en raison du nombre important de justifications à donner, par exemple  $\|id_{E_i}\| = 1$  manquait souvent. Il était également important de remarquer que la somme donnant  $e^{ta_i - t\lambda_i id_{E_i}}$  était finie, du fait de la nilpotence de l'endomorphisme  $a_i - \lambda_i id_{E_i}$ .

La question onze se traitait à l'aide de questions précédentes, rappelons qu'il est important de les citer précisément.

Pour la question douze, il fallait à nouveau insister sur la dimension finie, les résultats utilisés n'étant pas vrais en dimension infinie.

A la question treize il était fréquent que le résultat de cours sur les solutions du système différentiel ne soit pas cité ou énoncé de façon erronée.

Une erreur rencontrée à la question suivante consistait à prendre le sup d'une famille de polynômes, qui n'est en général pas un polynôme.

Passons à la question quinze. Un produit scalaire étant une application, il doit être défini pour tout couple de vecteurs de l'espace, et quand il est défini par une intégrale généralisée, il faut donc démontrer que cette intégrale est convergente. La vérification de la bilinéarité et de la symétrie pouvait se faire rapidement, mais sans se contenter quand même d'invoquer les mêmes propriétés pour le produit

scalaire canonique de  $\mathbb{R}^n$  et la linéarité de l'intégrale. Enfin, pour démontrer que l'application était définie positive, il ne fallait pas oublier l'argument de continuité, puis donner à  $t$  la valeur 0, ou utiliser une propriété de l'exponentielle pour conclure.

A la question seize nous avons trouvé la première partie, surtout dans des copies qui ne contenaient pas grand chose sur les questions précédentes, et très rarement la fin de la question.

Les question suivantes ont été abordées par deux catégories de candidats :

- Les meilleurs, qui maîtrisaient un minimum le calcul différentiel et avaient une vue synthétique du problème ;
- Les grapilleurs, qui sautaient de nombreuses questions pour s'essayer aux questions entre dix-sept et vingt mais ne récoltaient en général que très peu de points. Le grapillage paye rarement, et en particulier, sur ce problème il ne payait rien du tout.

↑RETOUR

## B Mathématiques 2 MP/MPI

**Q1** - Certains candidats ont déjà éprouvé des difficultés dans la résolution de cette question, abordée par tous, qui méritait un peu d'organisation. La convergence normale sur  $[-1,1]$  de la série entière se montrait aisément, sa divergence grossière en dehors de ce segment également, grâce aux résultats classiques sur les suites. On peut donc répondre donc très vite à cette question, ce que certains ont fait. Le critère de d'Alembert peut aussi être exploité, moins efficacement. Figure même au programme un résultat très adapté à la situation (rayon de convergence de la série entière). Enfin, remarquons que l'emploi du « critère spécial des séries alternées » n'était pas judicieux ici, et que la connaissance du rayon de convergence ne permet pas d'en déduire le domaine de convergence.

**Q2** - Pour rédiger la réponse de cette question, le mieux comme l'invite l'énoncé, est de se contenter de vérifier que le couple satisfait la condition voulue. La confusion entre analyse et synthèse est fréquente. Il était bien sûr possible de raisonner par équivalences logiques ce qui n'est presque jamais fait correctement. A noter qu'on constate déjà des erreurs dans les deux intégrations par parties successives à effectuer, ou même sur la valeur de  $\cos(n.\pi)$  lorsque  $n \in \mathbb{N}$  ! Il y a moyen de résoudre le second item de cette question par différents méthodes (dont l'une, très efficace, exploitant un « télescopage » judicieux basé sur une simple relation trigonométrique). La majorité des candidats utilisant la somme partielle d'une série géométrique complexe oublient de mentionner que sa raison n'est pas 1. Certains étudiants invoquent même le fait que  $< 1$  !

**Q3** - Cette question a été largement abordée. En devinant la démarche à suivre, le candidat se contente parfois de conclure cette question sans justifications. Pour constater qu'un prolongement par continuité est de classe  $C_1$ , il y nécessairement un travail substantiel à fournir. On ne peut pas se contenter de prolonger la dérivée de la fonction pour décréter qu'elle est de classe  $C_1$  !

**Q4** - Pour déterminer le domaine de définition de  $f$  (notion qui semble même poser problème), la continuité de l'intégrande sur l'intervalle ouvert est à mentionner brièvement. De même, sa positivité est utile pour ceux qui utilisent la notion d'équivalent. Relevons une nouvelle fois que l'intégrabilité de l'intégrande n'est pas équivalente à la convergence de son intégrale, a priori. Les phrases sibyllines « on étudie en  $\pi/2$  et en 0 » ne sont pas acceptables. Remarquons enfin que la fonction  $\sin(x)$  n'est pas définie a priori sur  $[0, \pi/2]$ , si  $x \in \mathbb{R}$ . Une grande partie des étudiants pressent la nécessité d'une intégration par partie. Mais une intégration par partie portant sur des intégrales impropres exige certaines précautions, très largement négligées ici. On ne peut se satisfaire d'un énigmatique "après calculs faits au brouillon" !

**Q5** - Cette question était la première question délicate et exigeait un minimum de rigueur. Pour les besoins de sa résolution, la fonction de deux variables  $\Phi$  introduite est souvent confondue avec ses fonctions partielles et même avec  $\Phi(x, t)$ . Le raisonnement est donc abscons et manque singulièrement de rigueur. Quelques étudiants parviennent même à confondre les deux variables ! Les hypothèses de positivité, parfois nécessaires, sont éludées et des inégalités fausses sont assénées. La formule « par croissance comparée » est souvent bien trop laconique. On ne peut s'en contenter lorsqu'elle déborde du cadre restrictif du programme. Le critère de Bertrand (hors programme) est invoqué de manière plus ou moins explicite. On observe également des confusions entre majoration et domination. La décroissance de  $f$  se déduisait aisément de l'expression de  $f'$  obtenue : quelques candidats ne l'ont pas vu. La notion de décroissance d'une fonction numérique est même parfois confondue avec celle d'une suite réelle !

**Q6** - La stricte positivité de  $f$  n'est malheureusement pas mentionnée. Elle est pourtant souvent indispensable pour la rigueur du raisonnement. Trop de candidat confondent  $n$  et  $x$  de façon abusive. En général,  $\Phi(n)$  n'est pas équivalent à  $\Phi(n+1)$  lorsque  $n$  tend vers  $+\infty$  !

**Q7** - Le fait que  $f$  tende vers  $+\infty$  en  $-1$  et  $0$  en  $+\infty$  n'est jamais évoqué mais utilisé correctement. C'est pourtant ce qui justifie la présence des asymptotes verticale et horizontale à sa courbe représentative.

**Q8** - De nombreux candidats utilisent la notation  $\binom{n}{\alpha}$  ( $\alpha$  non entier) pourtant non stipulée dans le programme officiel.

**Q9** - Bien évidemment, l'énoncé attendait une réponse dépourvue de la notion intégrale. La technique classique pour calculer  $f'(0)$  était suggérée par l'énoncé et un nombre non négligeable de candidats parviennent à la conclusion. En revanche, le calcul de  $f'(1)$ , pourtant accessible par une simple intégration par partie, est largement délaissé.

**Q10** - Cette question délicate n'a pas été fréquemment résolue en totalité. Si le changement de variable intégral est mentionné plus ou moins clairement, le second volet de la question n'est quasiment pas traité. Certains candidats mentionnent cependant la fonction gamma d'Euler (hors programme), sans pouvoir conclure.

**Q11** - Cette dernière question de la partie 3 fut souvent délaissée ou malmenée. Sa résolution se traitait pourtant assez facile en utilisant, par exemple, un théorème « d'intégration terme à terme ». Signalons toutefois le fait que sa série de Taylor ait un rayon de convergence strictement positif n'implique pas a priori que  $f$  est développable en série entière. En outre, les quelques tentatives observées dans les copies basées sur la formule de Taylor avec reste intégral ne débouchent pas ou sont abusives.

**Q12** - Le fait que  $< 1$ , bien que primordial, est rarement signalé (jamais démontré, il est même très fréquemment confondu avec  $> 1$  !). Il s'agissait pourtant d'un argument important pour mener le calcul (analogue à celui de la question 2) et justifier une convergence simple. De nombreux candidats, bien que réalisant sans doute la démarche attendue, se perdent ici dans les calculs.

**Q13** - Le théorème (fondamental de l'analyse) utilisé est peu évoqué et ses hypothèses sont souvent négligées. La conclusion est hâtivement présentée (« avec  $c$  une constante réelle »), même si des erreurs de calcul préalables paraissent réhabilitoires.

**Q14** - Cette question est peu traitée de façon significative. Sa conclusion est pourtant évoquée sans réelles justifications détaillées.

**Q15** - En guise de conclusion de la partie 4, cette question assez technique utilisait la question antérieure et la première partie. Elle n'a été abordée que de façon marginale.

**Q16** - Le fait que  $f$  soit strictement positive est éludé ou mentionné sans démonstration, malgré son importance. Il est à remarquer que, dans le programme officiel, l'inégalité de Cauchy-Schwarz ne figure que le cas des intégrales « non généralisées ». A priori, un raisonnement par « passage à la limite » était donc indispensable (sauf aux quelques candidats qui ont adapté la démonstration classique à ce contexte plus général). Mentionnons néanmoins l'argument fallacieux rencontré ici : « intégrable car produit de deux fonctions intégrables ».

**Q17** - Un nombre non négligeable de candidats a pu rédiger plus ou moins sérieusement un raisonnement par récurrence, pourtant facile à élaborer.

**Q18** - Les justifications concernant les inégalités liées à la convexité sont souvent obscures. Les correcteurs ne peuvent se contenter ici d'une simple phrase comme « par convexité » ou « d'après l'inégalité des trois pentes » ; les intervalles d'application devaient être correctement mentionnés ; une figure explicative bien faite était également appréciée. Il en est de même pour ce qui concerne

raisonnement final de convergence.

**Q19** - Question très peu abordée dont l'argumentaire est largement insuffisant (quid des réels compris entre -1 et 0, par exemple ?).

**Q20** - Question très peu abordée, là aussi. Le raisonnement par analyse/synthèse est « survolé ».

**Q21** - Cette dernière question, pourtant facile, n'est abordée que par un nombre très restreint de candidats.

 RETOUR

## C Mathématiques 1 PC

**Q1** - Pour la première implication, le caractère non nul d'un vecteur propre n'est pas toujours précisé. Pour la deuxième, la démarcation s'opère entre les candidats qui citent complètement le théorème spectral (en précisant le caractère orthogonal de la matrice de passage, ou le caractère orthonormé de la base propre) et les autres. Contrairement à ce que semblent croire certains candidats, la positivité de  $\langle Ax, x \rangle$  pour  $x$  vecteur propre n'entraîne pas directement la positivité pour tout vecteur  $x$ .

**Q2** - Beaucoup de candidats omettent la vérification de la stabilité de  $S_n(\mathbb{R})$  par combinaison convexe. Le caractère convexe de  $S_n^+(\mathbb{R})$  est assez souvent correctement établi, celui de  $S_n^{++}(\mathbb{R})$  reçoit majoritairement un traitement trop peu soigneux.

On attendait des exemples précis pour justifier que  $S_n^+(\mathbb{R})$  et  $S_n^{++}(\mathbb{R})$  ne sont pas des sous-espaces vectoriels, le plus simple, convenant pour les deux ensembles, étant celui de la matrice  $-I_n$ . Le cas de  $S_n^+(\mathbb{R})$  a rarement reçu une solution satisfaisante.

**Q3** - Les candidats proposent en général une matrice solution obtenue en diagonalisant  $A$  ; mais beaucoup omettent de vérifier sa symétrie et son caractère défini positif. Le caractère symétrique repose de manière cruciale sur le caractère orthogonal de la matrice de passage.

Noter une matrice  $D^{1/2}$  sans explication ne constitue pas un argument.

**Q4** - Cette question, assez souvent abordée, s'est révélée très discriminante. Peu de candidats ont su correctement mener à bien la récurrence sur  $n$ , faute de tenir compte de la condition  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ .

**Q5** - Il y avait plusieurs arguments à donner :

- concavité de  $\log$  sur  $\mathbb{R}^{+*}$  ;
- expression de la trace et du déterminant en fonction des valeurs propres ;
- inégalité de Jensen, qui concluait la preuve dans le cas défini positif ;
- vérification directe dans le cas non défini.

Les premiers points ont souvent été bien traités. Toutefois, une minorité de candidats ne pense pas à utiliser la dérivée seconde pour étudier la convexité ; parmi eux, certains poursuivent des calculs qui n'aboutissent pas, et semblent croire que l'absence de conclusion va fourvoyer le correcteur. Le dernier point a rarement été évoqué.

**Q6** - Beaucoup de copies donnent l'expression correcte de  $\|M\|_2$ . Les justifications sont cependant parfois incomplètes, voire absentes.

**Q7** - L'inégalité découle de la question 6. La preuve n'est pas toujours complètement convaincante, notamment en ce qui concerne le lien entre  $\max(x_1, \dots, x_n)$  et  $\sum_{k=1}^n (x_k)^2$ .

**Q8** - Cette question, conséquence classique de la corréduction de deux formes quadratiques, est difficile dans le cadre du programme actuel de la filière. Elle joue un rôle important dans la suite du sujet et aurait clairement mérité une indication. En l'état, elle n'a été traitée que par une poignée de candidats,

parmi les meilleurs. À noter que les termes diagonaux de  $D$  ne sont pas les valeurs propres de  $B$ , la relation entre les deux matrices n'exprimant pas la similitude.

**Q9** - À nouveau (question 5), une minorité non négligeable de candidats ne pense pas à utiliser la dérivée seconde et produisent des calculs non concluants. D'autres y pensent, mais produisent un calcul faux. La question est tout de même bien traitée dans beaucoup de copies.

**Q10** - Cette question demandait un certain recul. Il fallait en effet utiliser les questions 8 et 9, ce qui n'était pas indiqué. Elle a été traitée par un certain nombre de bons candidats.

**Q11** - La question demandait à nouveau du recul. Elle a été un peu plus réussie que la précédente. Le cas non défini demandait une vérification complémentaire simple, rarement vue.

**Q12** - Beaucoup ont vu le « passage au logarithme ». Il fallait préciser que la fonction était bien définie (déterminant strictement positif) et conclure à la concavité, non à la convexité !

**Q13** - La question a été assez souvent bien traitée par les candidats l'ayant abordée. Certaines copies aboutissent cependant à un résultat faux, faute de dextérité dans l'usage du polynôme caractéristique.

**Q14** - La bonne définition de  $f$  sur  $\mathbb{R}^+$  est le plus souvent absente. Les candidats ayant obtenu le résultat correct à la question précédente ont généralement réussi à conclure en employant l'inégalité classique  $\ln(1+u) \leq u$ .

**Q15** - Question souvent traitée quand elle est abordée, soit via le caractère polynomial du déterminant, soit à l'aide de la question 8.

**Q16** - Cette question, assez délicate, a très rarement reçu une solution satisfaisante. Certains candidats connaissaient le caractère ouvert de  $\mathcal{S}_n^{++}(\mathbb{R})$  dans  $\mathcal{S}_n(\mathbb{R})$  et l'ont correctement appliqué ; il était toutefois nécessaire, si l'on procédait ainsi, de vérifier ladite ouverture, qui n'est pas un résultat du programme. La question 8 donnait ici une approche plus directe.

**Q17** - Le cas de  $A = I_n$  est traité par certains étudiants, en lien avec la question 13. Le cas général, immédiat par factorisation à partir du précédent, a moins de succès.

**Q18** - Question rarement traitée correctement. Dans quelques copies, la réponse est avancée sans aucune justification.

**Q19** - Très peu de réponses correctes, en dépit de l'indication. Employer le développement limité de  $\frac{1}{1+u}$  avec  $u = A$  ne constitue pas une réponse correcte.

**Q20** - La justification de la dérivabilité est rarement complète : la stricte positivité de la fonction sur l'intervalle considéré intervient et doit être mentionnée.

**Q21** - Question non immédiate, car demandant quelques calculs. Venant très tard dans le problème, elle n'a quasiment jamais été traitée.

**Q22** - Question rapide à traiter avec l'indication, mais venant très tard, qui n'a quasiment jamais été traitée.

**Q23** - et **Q24** - n'ont pratiquement pas reçu de réponse valable.

↑RETOUR

## D Mathématiques 2 PC

**Q1** - La première partie de la question est correctement traitée dans la majorité des copies. Le jury ne s'attendait pas toutefois à voir, dans les moins bonnes copies, une telle méconnaissance du produit matriciel, qui est tout de même une des opérations de base en algèbre linéaire. La relation  $(AB)[i, j] = A[i, j] * B[i, j]$  a été rencontrée très fréquemment, sans parler d'autres formules plus exotiques et parfois dénuées de sens. Sur ces moins bonnes copies, on lit souvent aussi des égalités absurdes, comme par exemple entre la matrice-colonne  $U$  et une somme de coefficients scalaires.

Pour la deuxième partie : l'hypothèse  $(M1)$  est parfois oubliée, ou à peine mentionnée sans justification propre, ce qui a été sanctionné. Certains candidats vérifient correctement l'hypothèse  $(M2)$  par le calcul direct de la somme des éléments de la matrice  $AB$ , sans utiliser la première partie de la question.

**Q2** - La question est généralement bien traitée par récurrence en utilisant la question 1. Quelques candidats oublient la base de la récurrence pour  $n = 0$ .

**Q3** - Cette question a été rarement réussie. En effet, dans la majorité des copies l'identité  $K^n[i, j] = (K[i, j])^n$  (fausse !) sert de point de départ pour appliquer la règle de d'Alembert et ainsi proposer un raisonnement faux. Dans d'autres copies, l'inégalité du début  $0 \leq K^n[i, j] \leq 1$  est correcte, mais ensuite un terme général de la série (qui n'est pas positif pour tout  $t$  réel) est juste majoré par un terme de la série exponentielle. L'oubli de la valeur absolue dans cette majoration ne permet pas non plus de réussir la question.

**Q4** - À la différence de la question précédente, cette question a été plutôt bien traitée. Quelques candidats ont oublié de vérifier l'hypothèse  $(M1)$ . La majorité des candidats ont su permuter correctement les sommes finie et infinie pour vérifier l'hypothèse  $(M2)$ .

**Q5** - Cette question a été rarement réussie et permettait de repérer les bonnes copies. Beaucoup de candidats ont su utiliser le produit de Cauchy et identifier le binôme de Newton mais ont écrit un raisonnement erroné à cause de l'incompréhension du terme  $K^n[i, j]$ . En effet,  $K^n[i, j]$  est un coefficient de la matrice  $K^n$  et non  $(K[i, j])^n$ . Ici encore, la relation fautive  $(H_t H_s)[i, j] = H_t[i, j] * H_s[i, j]$  a été fréquemment rencontrée par les correcteurs.

**Q6** - La question a été plutôt bien traitée, même si dans certaines copies un raisonnement rigoureux était remplacé par des explications intuitives non recevables. En particulier, la notation  $(A \mid B)$  n'est pas un événement, et par conséquent  $((Z_1 = j \mid Z_0 = i))_{1 \leq j \leq N}$  n'est pas un système (complet) d'événements.

**Q7** - Beaucoup de candidats ne maîtrisent visiblement pas la formule des probabilités totales : le signe de sommation sur tous les états à l'instant précédent était souvent absent. Cette question s'est assez souvent soldée par un échec.

**Q8** - L'indépendance de  $(Z_n = j)$  et  $(Y_t = n)$  pour tous  $t \geq 0$ ,  $n \in \mathbf{N}$  et  $j \in \{1, \dots, N\}$  était sous-entendue mais pas explicitée dans l'énoncé. Les correcteurs ont récompensé tous les candidats qui ont appliqué correctement la formule des probabilités totales dans cette question.

**Q9** - Cette question du cours a été partiellement bien traitée. Néanmoins, beaucoup de candidats présentent un énoncé incomplet, en oubliant la base orthonormale. D'autres affirment dans la deuxième partie la positivité du spectre mais en la justifiant par des arguments faux.

**Q10** - C'est encore une question qui, avec les questions 3 et 5, permettait de distinguer les bonnes copies. Elle ne demandait pourtant que la maîtrise de notions de base du programme d'Algèbre linéaire : la décomposition en base orthonormée, la notion de noyau et de projection orthogonale. Les correcteurs



sont étonnés de l'insuffisance de la réponse à cette question dans la grande majorité des copies.

**Q11** - La question a été bien réussie par la majorité des candidats.

**Q12** - La question a été très majoritairement réussie. Toutefois, la démonstration du caractère défini du produit scalaire est souvent peu satisfaisante. Nous aimerions voir écrit clairement qu'une somme de réels positifs est nulle si et seulement si chaque terme est nul. Certains candidats veulent aussi prouver "défini" avant "positif", ce qui ne peut conduire qu'à des preuves assez bancales.

**Q13** - La majorité des candidats voient l'utilité de la question 1 pour prouver que  $U \in \ker(u)$ . On note toutefois une erreur de logique beaucoup trop fréquente : de la constatation que  $KU = U$  (question 1), il est souvent déduit abusivement sans autre argument ("par identification" ???) que, si un vecteur  $X$  vérifie  $KX = X$ , alors nécessairement  $X = U$ , ou au moins que  $X$  est colinéaire à  $U$ . Peu nombreux sont ceux qui exploitent correctement le fait que 1 est valeur propre simple pour montrer l'inclusion dans l'autre sens. La dernière partie de la question est rarement réussie : en effet, les candidats ne pensent pas à utiliser la réversibilité de  $K$  qui était nécessaire pour aboutir.

**Q14** - La première partie de la question a été assez rarement entamée et encore plus rarement réussie. Le recours à la réversibilité de  $K$  était de nouveau indispensable. En admettant le résultat de la première partie, un petit nombre de candidats a réussi la deuxième, en remarquant la positivité des valeurs propres.

**Q15** - Très peu de candidats notent que la dérivabilité est une conséquence immédiate de la dérivabilité de la somme d'une série entière de rayon de convergence infini (cf. question 3). Certains se lancent dans la preuve de la convergence normale par une majoration sur un segment, ce qui a été récompensé sous réserve d'une preuve correcte. Ensuite, extrêmement peu de candidats prouvent l'identité demandée : le fait que  $K^n[i, j] \neq (K[i, j])^n$  est à nouveau un obstacle à surmonter, comme dans les questions 3 et 5.

**Q16** - Il était possible de traiter cette question en admettant le résultat de la question 15. Quelques candidats en ont profité et ont obtenu le résultat correct.

**Q17** - Très peu de preuves correctes pour cette question : il était nécessaire de maîtriser le programme d'algèbre linéaire et de suivre le fil conducteur du sujet.

**Q18** - La question n'a presque jamais été correctement traitée. Certains candidats ont deviné l'utilité de la question 10 mais n'ont pas su aller plus loin.

**Q19** - La preuve du fait que  $p(E_i) = \pi[i]U$  marque un bon début dans quelques copies rares. Dans des copies exceptionnelles la question 18 a été appliquée correctement et le calcul de  $\|E_i - p(E_i)\|^2$  réussi.

**Q20** - Cette question a été bien réussie dans un certain nombre de copies par les candidats qui ont compris le fil conducteur du sujet .

**Q21** - Il était exceptionnel de réussir la première partie de cette question. Or, beaucoup de candidats déduisent le résultat final  $\pi[j]$ , qu'il fallait encore proprement justifier, notamment en remarquant la positivité de  $\lambda$ .

↑RETOUR

## E Mathématiques 1 PSI

**Q1** - La première question prouvait l'équivalence entre la positivité d'une matrice symétrique et la positivité de son spectre. Il s'agit d'une question de cours. Le sens direct est souvent bien traité ; la réciproque, nettement plus difficile, n'a été correctement rédigée que par un cinquième des candidats.

**Q2** - La convexité de l'ensemble formé par les matrices (définies) positives demandait de vérifier le caractère symétrique de la  $tA + (1 - t)B$  et sa positivité. Le premier point a souvent été oublié. Pour la positivité, l'argument de coréduction des matrices  $A$  et  $B$ , vu également aux questions 10 et 11, est bien sûr incorrect.

Ces ensembles ne sont pas des sous-espaces vectoriels. Cela a été majoritairement montré pour  $S_n^{++}(\mathbb{R})$  avec la matrice nulle, moins souvent pour  $S_n^+(\mathbb{R})$  par exemple avec  $-I_n$  ; on demandait ici un exemple explicite.

**Q3** - Les candidats proposent en général une matrice solution. Plus rares sont ceux qui vérifient la symétrie et la positivité du spectre.

**Q4** - L'inégalité de convexité (Jensen) est classique. La récurrence demande un certain soin, et assez peu de candidats ont su la mettre réellement en œuvre. Certains parlent de la linéarité de  $f$ , ce qui est évidemment faux.

**Q5** - La convexité de  $-\ln$  a été démontrée par la grande majorité des candidats. L'inégalité entre la trace et le déterminant a été prouvée par une moitié des candidats. Le cas des matrices symétriques positives et non définies positives n'est vu que dans peu de copies.

**Q6** - La question est généralement bien traitée, avec mention du théorème spectral.

**Q7** - L'inégalité découle de la question 6. La preuve n'est pas toujours complètement convaincante, notamment pour l'inégalité entre la norme infinie et la norme deux.

**Q8** - C'est sûrement la question la plus difficile du sujet ; elle aurait clairement mérité une indication. Elle n'a été traitée que par une poignée de candidats.

**Q9** - La question est très facile. Le calcul de la dérivée seconde n'est cependant pas toujours juste.

**Q10** - Cette question est difficile. Il fallait utiliser les questions 8 et 9, ce qui n'était pas indiqué. Elle est tout de même vue dans les bonnes copies.

**Q11** - Elle est un peu plus facile que la précédente, et traitée un peu plus souvent.

**Q12** - Il suffit ici de passer au logarithme népérien, ce qui très souvent vu. Il fallait cependant conclure à la concavité et non à la convexité.

**Q13** - La question n'est pas difficile et a été bien traitée par les candidats l'ayant abordée.

**Q14** - L'inégalité est presque immédiate avec la question 13.

**Q15** - On pouvait ici utiliser le caractère polynomial du déterminant ou bien le résultat de la question 8. Les deux arguments sont souvent donnés.

**Q16** - Certains connaissaient le caractère ouvert de  $S_n^{++}(\mathbb{R})$  dans  $S_n(\mathbb{R})$ . Dans le cas traité ici, on peut conclure assez facilement avec la question 8.

La suite du sujet a été réellement abordée par assez peu de candidats.

↑RETOUR

## F Mathématiques 2 PSI

**Q1** - Le rappel du cardinal de  $\mathcal{S}_n$  n'a pas été une grande difficulté pour les candidats. En revanche, l'exploitation précise de celui-ci pour en déduire la minoration  $R \geq 1$  a très rarement été satisfaisante. Il est d'abord maladroit d'invoquer un théorème de comparaison avec le rayon de convergence de  $\sum_n z^n$ , puisque la source de cette comparaison, à savoir le caractère borné de la suite  $\left(\frac{d_n}{n!} 1^n\right)_n$ , est directement lié à la définition officielle du rayon de convergence (telle qu'elle figure dans le programme de la filière PSI). Par ailleurs, les candidats se limitent très souvent à la majoration  $d_n \leq n!$  et oublient presque toujours de citer la positivité de  $\frac{d_n}{n!}$ . Il est manifeste que le réflexe fondamental en la matière, à savoir que c'est le module du terme général qu'il faut prendre en compte, n'est pas ancré chez suffisamment de candidats.

**Q2** - Cette question de dénombrement pose évidemment le problème du degré de rigueur attendu dans les explications. Le jury accordait la totalité des points aux candidats expliquant qu'ils partitionnaient l'ensemble des permutations à  $k$  points fixes selon l'ensemble de leurs points fixes, puis qui dénombraient clairement (mais sans nécessairement faire appel à la notion de bijection) que pour un sous-ensemble donné  $A$  de  $\llbracket 1, n \rrbracket$  de cardinal  $k$ , le nombre de permutation ayant  $A$  pour ensemble de points fixes est  $d_{n-k}$ . On n'attend donc pas des candidats un formalisme extrêmement rigoureux. Cependant, le jury est frappé des raisonnements souvent très vagues, et régulièrement confus, qu'il a pu lire. Nombre de candidats attribuent le qualificatif de dérangement à des points (alors que cela désigne un type de permutation) etc. Il est finalement rare de trouver une explication bien convaincante. Dans la conclusion, il fallait impérativement citer que la loi envisagée sur  $\mathcal{S}_n$  était uniforme.

**Q3** - Comme indiqué plus haut, cette question a mis en évidence le manque de soin dans la vérification des hypothèses du théorème sur le produit de Cauchy de deux séries entières. On attendait aussi un minimum d'explication pour la formule  $\sum_{k=0}^n P_n(X_n = k) = 1$ , le caractère uniforme de la probabilité sur l'univers envisagé était parfaitement hors-sujet pour ce point, et son rappel n'a fait que créer chez le jury la suspicion d'un manque de compréhension de la situation par les candidats concernés. Enfin, pour la conclusion sur le rayon de convergence, on voit une proportion très importante de candidats annoncer que le rayon de convergence du produit de Cauchy est systématiquement le minimum des rayons de convergence des deux séries ainsi multipliées, ce qui est une erreur classique. Trop rarement, l'observation judicieuse que  $s \xrightarrow{1+} +\infty$  n'est pas accompagnée d'un raisonnement fondé sur la continuité de la somme d'une série entière sur son intervalle ouvert de convergence.

**Q4** - Il y avait deux méthodes possibles. La plus directe consistait à écrire  $s(x) = \frac{e^{-x}}{1-x}$  et à utiliser un nouveau produit de Cauchy pour conclure grâce à l'unicité du développement en série entière. L'autre méthode, plus directement suggérée par l'énoncé, consistait à comparer les développements en série entière des deux membres de  $(1-x)s(x) = e^{-x}$  pour aboutir à une relation de récurrence vérifiée par  $\left(\frac{d_n}{n!}\right)_n$ . Cette deuxième méthode, plus élémentaire sur le papier, a pourtant conduit à de nombreuses erreurs ou blocages du fait de la nécessité d'être très précis sur les indices des sommes et l'exploitation de la relation de récurrence.

**Q5** - On attendait que soient cités précisément les résultats antérieurs utilisés, y compris la référence aux questions où ils avaient été obtenus.

**Q6** - On attendait d'abord que les candidats citent clairement que  $U_i$  est à valeurs dans  $\{0, 1\}$ . Quant au calcul de  $P_n(U_i = 1)$ , il a très souvent donné lieu à des raisonnements vagues qui n'étaient pas

fondés sur une utilisation précise de la loi de probabilité envisagée. Ici, la seule façon d'obtenir le résultat était de dénombrer les permutations fixant le point  $i$ , ce qui n'a que rarement été bien fait. Le problème s'est retrouvé, exacerbé, pour le calcul de la loi de  $U_i U_j$ , que la plupart des candidats se retrouvent incapables de calculer correctement faute d'avoir bien situé la difficulté (à savoir dénombrer les permutations fixant  $i$  et  $j$  à la fois).

**Q7** - Le jury est satisfait de constater que beaucoup de candidats pensent à écrire  $X_n$  comme somme des  $U_i$ . Cette stratégie fondamentale à l'étude de lois de comptage semble donc acquise par la plupart des candidats. Beaucoup plus problématique a été la suite des raisonnements, puisqu'un très grand nombre de candidats postulent l'indépendance des  $U_i$ , voire annoncent que  $X_n$  suit une loi binomiale sans envisager cette indépendance (pourtant indispensable). Pourtant, il n'en est rien, les variables  $U_i$  présentant une véritable dépendance, ce qui est à la fois illustré par le résultat de la question précédente et par l'observation du premier cas non trivial ( $n = 2$ , où l'on observe que  $U_1 = U_2$  !). En outre, la loi de  $X_n$  était donnée à la question **5**, il n'était donc pas bien difficile de noter qu'elle différerait profondément d'une loi binomiale. Quant à ceux qui avaient évité le piège des fausses indépendances, seul leur restait comme obstacle le calcul de la variance : le taux de réussite pour cette partie est très faible, tous types d'erreurs étant relevés : mauvaise formule pour la variance d'une somme (à noter qu'il était légèrement plus court ici de calculer l'espérance du carré plutôt que la variance), dénombrement incorrect des parties à deux éléments de  $\llbracket 1, n \rrbracket$ , ou pour les couples d'éléments distincts.

**Q8** - Il n'y a pas de raison *a priori* pour que la limite  $\lim_{n \rightarrow +\infty} P_n(X_n = k)$  existe, et il est donc incorrect de démarrer une résolution par «  $y_k = \dots$  ». En général, la loi de Poisson de paramètre 1 est correctement reconnue.

**Q9** - La difficulté principale de cette question était de comprendre le sens précis de l'indication. Presque aucun candidat n'a compris qu'on attendait de reconnaître  $G_{X_n}(s)$  comme la somme partielle de rang  $n$  d'une série produit de Cauchy, ce qui était le point de vue aboutissant de la manière la plus simple et directe à la solution. Plusieurs candidats ont néanmoins su résoudre différemment la question, soit en réalisant des interversions (licites) de sommes, soit grâce à un théorème de double-limite correctement employé (une difficulté étant que la variable pour les fonctions envisagées était ici l'entier  $n$ , mais on pouvait s'appuyer sur le théorème au programme au prix de l'introduction d'une partie entière afin de donner un sens aux quantités manipulées pour une variable réelle  $x \geq 0$  que l'on tentait de faire tendre vers  $+\infty$ ).

**Q10** - Cette question a posé peu de difficultés, mais on attendait une rédaction soignée – sans être exagérément délayée – des différents points, et en particulier de ne pas oublier l'implication réciproque dans le deuxième point. La positivité de la distance est souvent obtenue de manière exagérément compliquée, alors qu'il suffisait d'invoquer la positivité du terme général. Trop peu de candidats s'interrogent sur la convergence des séries manipulées.

**Q11** - Cette question assez facile a donné lieu à une quantité d'erreurs assez surprenante. Beaucoup de candidats concluent à une distance nulle, sans visiblement que cela ne leur semble contradictoire avec le deuxième point de la question précédente.

**Q12** - Cette question a illustré un manque de rigueur assez préoccupant chez une large majorité de candidats : en effet ceux-ci lèvent le problème du signe dans  $|(1 - \lambda) - e^{-\lambda}|$  sans aucune explication, et ne se préoccupent de l'inégalité  $1 - e^{-\lambda} \leq \lambda$  que quelques lignes plus loin ! Pour cette dernière, indiquer qu'elle est vraie « par convexité » et sans autre forme de procès ne fait que laisser planer le doute sur l'honnêteté des candidats concernés. On rappelle que l'inégalité  $\forall x \in \mathbb{R}, e^x \geq 1 + x$  figure

explicitement au programme, et qu'il était donc judicieux de la citer sous cette forme puis d'indiquer qu'on l'applique à  $-\lambda$ . Pour la dernière inégalité, contrôler la positivité de  $\lambda$ , puis la citer, avant de multiplier l'inégalité  $1 - e^{-\lambda} \leq \lambda$  membre à membre n'est visiblement pas un réflexe suffisamment ancré. Pour ceux n'ayant pas repéré la convexité, on note une grande quantité d'erreurs dans les calculs de dérivées (et souvent aussi un manque de clairvoyance dans le choix de la fonction à étudier : ici s'inquiéter de  $\lambda \mapsto \lambda^2 - (1 - e^{-\lambda})\lambda$  n'était pas particulièrement intelligent).

**Q13** - L'identité  $P_n(X_n = k) = \frac{1}{k!} \sum_{i=0}^{n-k} \frac{(-1)^i}{i!}$  n'était établie que pour  $k \in \llbracket 0, n \rrbracket$ , il était donc hors de question de l'utiliser sans explication en dehors de ce domaine de validité. D'autant plus que la signification de la notation  $\sum_{i=0}^m a_i$  lorsque  $m < -1$  ne fait pas l'objet d'un réel consensus dans la communauté mathématique : considérer que cette somme est nulle car signifiant une somme indexée sur l'ensemble (vide) des entiers  $i$  vérifiant  $0 \leq i \leq m$  est séduisant mais pose le double-problème de violation de la relation de Chasles et de l'incohérence avec la convention correspondante sur les intégrales orientées (l'intégrale  $\int_0^{-2} x^2 dx$  n'est pas nulle, n'est-ce pas ?). En définitive, il était indispensable de dissocier le cas  $k \leq n$  du cas  $k > n$  dans l'écriture de la somme, ce qui était presque le seul enjeu de cette question.

**Q14** - Comme pour la question 12, le jury est parfois gêné de constater que les candidats multiplient des inégalités membre à membre sans jamais citer la positivité des termes. Une minorité des candidats parvient à comprendre comment majorer simplement le terme général  $\frac{1}{k!}$ , peu citent la convergence de la série majorante avant de sommer les inégalités. Pour l'équivalent, l'occasion était donnée aux candidats d'utiliser le théorème des gendarmes pour les équivalents, innovation de la récente réforme des programmes de PCSI/PSI dont fort peu ont pensé à se saisir. Un nombre trop élevé de candidats trouve un équivalent nul sans remord visible (un équivalent nul n'est pourtant possible que pour une suite nulle à partir d'un certain rang, ce qui n'est évidemment pas le cas ici).

**Q15** - Le jury a été agréablement surpris de voir un nombre substantiel de réponses correctes à cette question, avec une grande variété de solutions. Il n'était pas indispensable d'appliquer le théorème des séries alternées pour majorer  $\left| \sum_{i=n-k+1}^{+\infty} \frac{(-1)^i}{i!} \right|$ , mais si on le faisait il fallait correctement en citer les hypothèses ! Attention, une nouvelle fois, de ne pas oublier de citer la positivité de  $d_{VT}(p_{X_n}, \pi_1)$  avant de conclure à la domination (alternativement, on pouvait majorer la valeur absolue de  $d_{VT}(p_{X_n}, \pi_1)$ ).

**Q16** - Il ne fallait pas oublier de signaler (c'était implicitement admis dans l'énoncé) que  $x * y$  était à valeurs dans  $\mathbb{R}_+$ . Pour le reste, il manque très souvent les hypothèses précises du théorème sur les produits de Cauchy de séries numériques, ainsi que des explications claires à ce sujet (les convergences absolues que l'on doit vérifier nécessitent de rappeler la positivité des séries en présence). À noter qu'aucun théorème au programme ne concerne directement les produits de Cauchy pour les séries à termes positifs.

**Q17** - C'était quasiment une question de cours, on attendait donc des candidats qu'ils indiquent précisément à quel moment du calcul ils utilisaient l'indépendance des variables aléatoires  $X$  et  $Y$ .

**Q18** - Question élémentaire. Trop souvent les candidats oublient de citer la positivité de  $y$  et  $u$  au moment d'appliquer l'inégalité triangulaire, ce qui était pourtant crucial.

**Q19** - On ne pouvait pas se contenter des majorations  $y \leq 1$  et  $u \leq 1$ , il fallait utiliser  $\sum_{n=0}^{+\infty} y_n = 1 = \sum_{n=0}^{+\infty} u_n$ , via un produit de Cauchy. Une nouvelle fois, le jury est très souvent confronté à un déluge de calculs injustifiés (en particulier, le point crucial consistant à s'appuyer sur un produit de Cauchy de séries numériques ; très souvent le mot « produit de Cauchy » est absent, et il est exceptionnel de lire une justification du fait que le théorème associé est effectivement applicable).

**Q20** - Cette question nécessitait une large autonomie. Le jury n'a pas tenu rigueur aux candidats annonçant que toute variable suivant  $\mathcal{B}(\cdot, \lambda)$  est somme de  $n$  variables de Bernoulli indépendantes de paramètre  $\lambda$  (c'est pourtant faux !). Pour éviter ce genre d'écueil, le raisonnement par récurrence s'avérait particulièrement adapté, à la difficulté près qu'il fallait étudier le produit de convolution de la loi  $\mathcal{B}(\lambda)$  par la loi  $\mathcal{B}(\cdot, \lambda)$ , ce qui n'est pas particulièrement aisé. À noter qu'il est clair dans le programme que l'utilisation directe la fonction génératrice d'une loi de Poisson n'est pas autorisée, les candidats devant seulement « savoir la retrouver » (ce qui ne coûte que trois lignes de calcul tout au plus, effort qui n'est peut-être pas complètement insurmontable pour les candidats).

**Q21** - Beaucoup de candidats obtiennent la partie facile de la question, à savoir la convergence vers 0 de la distance en variation totale d'une loi binomiale  $\mathcal{B}(\cdot, \alpha/\cdot)$  vers la loi de Poisson  $\mathcal{P}(\alpha)$ . En revanche, presque aucun candidat ne parvient à en déduire précisément la convergence annoncée (alors qu'il suffisait de majorer le terme de rang  $k$  de la somme par la somme totale !). À noter que la méthode n'était pas ici imposée, il était donc possible d'obtenir le résultat par un simple retour à la définition d'une loi binomiale : cependant, les candidats s'étant engagés dans cette voie – qui figurait probablement dans leur cours – ont le plus souvent échoué.

**Q22** - Un tout petit nombre de bonnes réponses à cette question, dont les ressorts étaient largement semblables à ceux de la question 20.

 RETOUR

## G Physique 1 MP-MPI

**Q1** - Très bien traitée. Néanmoins un certain nombre de copies ne connaissent pas la définition d'équation horaire  $(x(t), y(t), z(t))$ , et confondent avec la notion de trajectoire  $(z(y))$ .

**Q2** - De nombreuses confusions étonnantes : une parabole n'est ni une hyperbole, ni un arc de cercle, ni un morceau d'ellipse. La question sur la symétrie de la trajectoire pouvait sembler ambiguë, certaines copies ont compris la question comme « la fonction est-elle paire ? ». Cette question n'aurait pas de sens physique, le projectile n'explore pas la zone  $y < 0$ .

**Q3** - Très bien traitée. Néanmoins des erreurs d'inhomogénéités élémentaires qui ont été systématiquement sanctionnées.

**Q4** - Très bien traitée, avec en revanche des arguments très variables pour montrer la planéité du mouvement.

**Q5** - Cette question a été contre toute attente très sélective. Certaines copies n'ont pas su intégrer ces équations, et de trop nombreuses copies n'ont pas réussi à exploiter les conditions initiales. Attention, la condition  $z(0) = 0$  n'implique pas nécessairement une constante d'intégration nulle !

**Q6** - Peu de bonnes réponses. Répondre à cette question demandait un développement limité simple qui n'a pas souvent été fait. Les copies manquaient cruellement de sens physique, en particulier lorsqu'une erreur aboutissait à des grandeurs  $z(t) < 0$  et  $y(t) < 0$ .

**Q7** - Peu de réponses avec un sens physique à cette question.

**Q8** - Assez bien traitée.

**Q9** - Il a souvent été vu des copies qui n'ont pas compris la différence entre cette question et la précédente, où l'on traite deux régimes distincts. Peu de copies ont traité correctement cette question. Certaines trajectoires s'arrêtaient en plein vol. On regrette le manque d'esprit physique des copies sur ces questions.

**Q10** - Très bien traitée.

**Q11** - Dans cette question il était attendu une implémentation explicite du schéma d'Euler, et non une importation de la fonction d'une bibliothèque Python.

**Q12** - Rarement bien traitée.

**Q13** - dem

**Q14** - Les questions d'applications numériques (celle-ci comme la 34) ont rarement été traitées.

**Q15** - Cette question élémentaire a trop souvent été mal traitée. De nombreuses inhomogénéités ou des mauvais signes étaient implacablement sanctionnés pour une équation censée être parfaitement connue.

**Q16** - L'isochronisme a été trop peu mis en avant. L'indépendance de la masse du pendule n'est pas liée à l'approximation effectuée.

**Q17** - Cette question a fait l'objet de nombreuses tentatives d'arnaques, systématiquement sanctionnées. Très peu de copies ont fait attention au signe de  $\frac{d\theta}{dt}$  lorsqu'on prend la racine carrée. Le changement de variable  $\sin \frac{\theta}{2} = \sin \phi \sin \frac{\theta_0}{2}$  n'était pas demandé par l'énoncé !

**Q18** - Si le tracé et la méthode des rectangles semblent maîtrisées, peu de copies ont tracé des rectangles médians.

**Q19** - De façon étonnante, ce programme élémentaire a posé de nombreux problèmes. Très peu de copies ont répondu correctement. Une coquille s'était glissée dans le programme (`theta_0`  $\rightarrow$  `theta_0/2`). Les quelques copies l'ayant remarquée ont été valorisées.

**Q20** - Si la lecture a été globalement réussie, la conversion pour une durée d'une heure a donné des réponses très surprenantes.

**Q21** - Peu de copies ont pensé à l'exemple simple de la roue de vélo.

**Q22** - Très peu de réponses satisfaisantes.

**Q23** - Bien traitée, même si la définition du vecteur  $\vec{j}_Q$  reste floue ou extravagante.

**Q24** - La dérivation de l'équation de la chaleur est maîtrisée par une très grande majorité de copies, et ce même dans les copies ne connaissant pas la définition de  $\vec{j}_Q$ . Il est surprenant de voir que l'équation de la chaleur semble plus simple que la chute libre avec une vitesse initiale. En revanche, la recherche d'une dimension extrêmement simple (celle de  $D$ ) pose problème à de nombreux candidats et candidates.

**Q25** - Bien traitée.

**Q26** - Peu traitée.

**Q27** - De nombreuses tentatives d'arnaques dans cette question.

**Q28** - Très peu traitée.

**Q29** - Question bien réussie par les copies l'ayant abordée.

**Q30** - Très peu traitée.

**Q31** - Question technique très peu abordée, mais bien traitée par les meilleures copies.

**Q32** - Quelques copies ont mentionné la méthode de dichotomie.

**Q33** - Très peu abordée.

 RETOUR



## H Physique 2 MP

**Q1** - La rigueur dans la démonstration d'une des bases de la physique est primordiale. Il est à noter l'importance de respecter dans la réponse le jeu de variables demandées dans la question.

**Q2** - Avait pour objectif d'obtenir les équations couplées des deux masses. Les candidats n'ayant pas eu une approche rigoureuse et méthodique ont souvent échoué.

**Q3** - Une approche des équations avec sens physique permet de trouver la réponse avec élégance et gain de temps.

**Q4** - et **Q5** - Trop de candidats n'ont pas respecté les lois élémentaires des mathématiques ce qui a eu pour conséquence un résultat faux.

**Q6** - et **Q7** - Beaucoup de réponse directe sans démonstration (comme demandé). La schématisation est souvent sans aucun soin. Un schéma en physique doit être simple et clair.

**Q8** - La similitude entre les dépendances des grandeurs n'est que rarement mise en avant. Le jury a validé les réponses basées sur des raisonnements d'unités mais nous soulignons la plus grande élégance des raisonnements basés sur les grandeurs.

**Q9** - Une mise en relation des informations du sujet permet d'éviter des calculs inutiles. Le jury souligne l'importance de la cohérence dans la construction de la réponse. Chercher toutes les questions de façon indépendante peut être néfaste pour la copie.

**Q10** - et **Q11** - Ont pour socle l'expression du taux d'accroissement d'une grandeur. Il faut donc construire les réponses via un bilan local. Vouloir forcer l'apparition de la réponse sans fondement reste sans finalité.

**Q12** - La notion de comportement limite (mécanique qui plus est) fut difficile à mettre en œuvre à l'extrémité. L'intégration de l'expression fut faite de nombreuses fois mais l'identification avec la force d'inertie de rotation autour d'un axe fixe pas observée dans les mêmes proportions.

**Q13** - Propose une autre approche dimensionnelle pour E. La résolution du système (simple) d'équations a donné parfois lieu à des résultats surprenants. Il faut pour ce type de calculs être précis et clair.

**Q14** - Le jury est conscient que E n'est pas manipulé couramment, des valeurs extrêmement farfelues ont été proposées et ce sans aucune réflexion sur ces valeurs. Le jury a accepté un intervalle large de valeur.

**Q15** - Le jury attend dans les définitions aussi fondatrices que la fonction d'onde et ces propriétés une extrême rigueur quant au sens des mots employés. Les définitions vagues et/ou floues ne peuvent convenir. L'analyse dimensionnelle de  $\Psi$  a souvent été faite à 1D et non en 3D.

**Q16** - Aborde la séparation des variables dans l'équation de Schrödinger. Question relativement bien traitée. Le jury a considéré comme justes les réponses stationnaires et états stationnaires, la qualité de l'argumentation a été prise en compte.

**Q17** - A donné lieu à des calculs semblables à ceux de la question 16 mais sur les trois variables de l'espace  $(x; z; z)$ . La mise en œuvre de la méthode dans une telle situation a surpris certains candidats. Mais dans l'ensemble l'obtention et la résolution n'ont pas posé problème.

**Q18** - Un réemploi de la réponse trouvée à la question 17 permet de trouver directement et sans calcul compliqué l'énergie d'un niveau  $(n_1; n_2; n_3)$ .

**Q19** - et **Q20** - Se proposent de développer l'énergie trouvée pour aboutir à une expression de la raideur. Certains candidats ne parviennent pas poser le développement de façon rigoureuse et correcte.

**Q21** - Question de dénombrement de cellule de volume  $a^3$  dans la barre qui fut globalement bien réussie.

**Q22** - La mise en relation des déformations relatives s'obtient facilement avec la dérivation logarithmique, outil précieux mais pas indispensable.

**Q23** - et **Q24** - Question globalement bien traitée. Le jury aurait aimé voir une mise en regard des différentes expressions de  $E$  d'un point de vue dimensionnel.

**Q25** - La recherche de position d'équilibre dans une situation simple n'a pas été réussie fréquemment. Il est important de respecter les axes (ou de redéfinir clairement le jeu d'axes utilisés), le jeu de variables et l'algébrisation proposés par le sujet .

**Q26** - N'a pas posé beaucoup de difficulté. L'obtention de  $\gamma(\theta)$  par analyse du facteur de Boltzmann et celle de  $\zeta(\theta)$  par normalisation furent faites correctement dans l'ensemble.

**Q27** - Le jury a apprécié fortement les copies qui ont su faire preuve de hauteur et qui se sont retenues de faire des calculs inutiles par étude rapide de la parité de la fonction de densité de probabilité.

**Q28** - La mise en perspective avec le résultat du cours n'est pas automatique, ce que le jury regrette.

**Q29** - Les expériences de Jean Perrin étaient attendues en première intention. Toutes les réponses justes relevant de la culture scientifique du candidat ont été valorisées.

 RETOUR

## I Physique 2 MPI

**Q1** - Pas de difficulté, la question a été plutôt bien traitée.

**Q2** - Une justification simple s'appuyait sur un schéma. Nous avons trouvé de nombreuses réponses numériques de quelques jours, voire d'une fraction de jour, qui n'ont pas semblé choquer les candidats.

**Q3** - La réponse s'appuie que trop rarement sur un schéma, ce qui est regrettable. Diamètre et circonférence ont été souvent confondus. Nous rappelons que la relation  $\ell = \alpha R$  entre le rayon  $R$ , la longueur  $\ell$  de l'arc, et l'angle  $\alpha$  s'écrit avec ce dernier en radian (et non en degré).

**Q4** - La notion d'angle sous lequel est vu un astre est souvent mal maîtrisée. De même l'écart relatif n'a été que rarement calculé, la plupart des candidats se contentant de calculer l'écart absolu.

**Q5** - Tout comme la question 4, de nombreuses réponses ne s'appuyaient pas sur les mesures d'Aristarque de Samos.

**Q6** - De nombreuses erreurs d'unité (masse laissée en tonnes, diamètre laissé en kilomètres) et oublis de la puissance 3 dans les applications numériques ont conduit à des valeurs numériques de la masse de la Lune, puis du champ de pesanteur très très faibles. Peu de candidats s'en émeuvent. Il est assez fréquent de trouver des expressions farfelues pour le volume de la boule, parfois non homogène. Champ de pesanteur et force d'attraction gravitationnelle sont régulièrement confondus.

**Q7** - C'est une question de cours, qui a été plutôt bien traitée, mais la réponse était assez souvent incomplète : on attendait toutes les caractéristiques pouvant être citées sur un tel champ. Nous rappelons que l'unité usuelle du champ électrique est V/m.

**Q8** - Cette question nécessitait de nombreux arguments et étapes. Elle a rarement été traitée dans son ensemble. Le raisonnement complet est une démonstration classique de cours, mais l'absence d'étapes a décontenancé les candidats, qui n'ont pas su jusqu'où aller dans le raisonnement. Les candidats ont rencontré des difficultés dans l'exploitation de la relation de passage fournie. Beaucoup considèrent que  $\vec{E}_1$  est le champ incident et  $\vec{E}_2$  est le champ réfléchi.

**Q9** - La relation de structure est connue, mais le sens du vecteur d'onde comme sens de propagation n'est que rarement pris en compte. Pour l'onde réfléchie, qui se propage dans le sens des  $x$  décroissants, il fallait bien considérer  $\vec{k}_r = -k\vec{e}_x$ . Cette question nécessitant le résultat de la question précédente, a rarement pu conduire à des résultats corrects.

**Q10** - Cette question se basant sur les deux questions précédentes a conduit à l'obtention de résultats divers. On n'attendait pas seulement l'écriture de la somme des deux champs incident et réfléchi, mais l'utilisation d'une formule de trigonométrie permettant la réécriture du champ résultant faisant apparaître son caractère stationnaire.

**Q11** - Cette question se basant sur les deux questions précédentes a conduit à l'obtention de résultats divers. L'expression du vecteur de Poynting est majoritairement connue, mais il n'a pas été rare de voir des expressions fausses, ce qui est regrettable. Étonnamment, le vecteur unitaire a disparu quasiment systématiquement lors du calcul de la valeur moyenne du vecteur de Poynting.

**Q12** - Question de cours, mais liée aux questions 7 et 10 n'a pas toujours permis les candidats de parvenir à la réponse attendue. L'établissement des modes de la cavité n'a pas toujours été identifié.

**Q13** - Question très bien traitée dans l'ensemble quand elle l'a été. Il n'a cependant pas été rare de lire  $\lambda = \frac{1}{f} \dots$  Et le facteur 2 à prendre en compte n'a pas toujours été bien placé par incompréhension ou lecture trop rapide ?

**Q14** - Cette question, bien que facile et indépendante des questions précédentes n'a pas toujours été traitée. Quand elle l'a été, près de la moitié des candidats a oublié le facteur 2 lié à l'aller-retour, et obtenu alors une distance Terre-Lune double.

**Q15** - La notion de densité est souvent mal maîtrisée, il n'a pas été rare de lire « la plus grande masse de la Terre par rapport à la Lune est la cause de sa plus grande densité ».

**Q16** - Les expressions des deux forces d'inertie sont connues de façon approximative. Il est regrettable que des formules non homogènes soient fournies. Beaucoup de candidats ne définissent pas les grandeurs introduites, ce qui ne permet pas d'évaluer la connaissance précise de ces expressions. Bien que l'expression générale de l'accélération d'entraînement ne soit pas au programme de MPI, il n'a pas été rare de la trouver dans les copies. Il est préférable de connaître parfaitement les deux expressions dans le cadre strict du programme afin de pouvoir les utiliser convenablement. Compte-tenu du contexte, c'était l'expression de la force d'inertie d'entraînement dans le cas du référentiel entraîné est en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen qui était attendue.

**Q17** - Cette question a été très souvent mal traitée. Nous rappelons que dans le référentiel terrestre non galiléen, le poids est la somme de la force d'attraction gravitationnelle et de la force d'inertie d'entraînement. Effectuer un bilan des forces n'est pas écrire le principe fondamental de la dynamique, et on ne peut se contenter d'une liste de vecteurs sans précision de quelle force il s'agit. L'objet est posé sur terre, la réaction du support doit donc être prise en compte, elle a été fréquemment oubliée. L'objet étant posé au sol, il était attendu que le candidat précise que la force d'inertie de Coriolis était nulle.

**Q18** - Les effets de la force d'inertie de Coriolis et d'entraînement sont fréquemment confondus. La déformation de la Terre est due à la force d'inertie d'entraînement plus importante à l'équateur qu'aux pôles. La fin de la question, difficile, n'a été que très rarement abordée, et n'a jamais abouti.

**Q19** - Question rarement traitée convenablement. Le début du raisonnement a très souvent manqué de rigueur, puisque la réaction du sol a très souvent été omise. Les candidats ayant poursuivi jusqu'au bout ont tout de même souvent abouti à un résultat convenable. Le commentaire final était cependant souvent très succinct.

**Q20** - Question rarement traitée convenablement dans son ensemble. L'utilisation des lois fournies (loi de Stefan-Boltzmann donnée en surfacique) et informations de l'énoncé (notion d'albédo) a été délicate pour beaucoup de candidats, qui ont fréquemment oublié des facteurs. Nous regrettons que la surface d'une sphère soit régulièrement fautive, parfois non homogène.

**Q21** - Les noms et unités des grandeurs intervenants dans la loi de Fourier ne sont pas toujours bien connues.

**Q22** - Question peu guidée, laissant le candidat mener seul le raisonnement aboutissant à l'équation de la chaleur. Bien que ce soit un attendu explicite du programme, l'absence d'étapes intermédiaires a peut-être décontenancé les candidats. Ont été acceptés les bilans effectués à une dimension en cartésien ou en sphérique (avec justification que le problème était à symétrie sphérique), puis généralisé à trois dimensions, les démonstrations partant de l'équation générale de conservation de l'énergie. Les étapes de la démonstration semblent connues, mais nous avons constaté un manque important de rigueur, et notamment dans la manipulation des grandeurs vectorielles/ scalaires.

**Q23** - Question très rarement abordée ou convenablement abordée. Elle ne présentait pourtant pas de difficulté.

**Q24** - L'absence de discontinuité de la pente n'a que rarement été signalée, et les candidats ont souvent raisonné sur la valeur élevée de la température, et non sur le profil en lui-même.

**Q25** - Cette question ne présentait pas de difficulté puisqu'il s'agissait de déterminer les coefficients de deux droites affines. Cependant, elle n'a été traitée convenablement que très rarement avec des erreurs de signes, de lectures de valeurs, d'unités... La très large majorité des résultats ont été donnés sans aucune unité.

**Q26** - et **Q27** - Questions peu abordées.

Il y a souvent eu confusion entre l'énergie interne et la variation de l'énergie interne au cours d'une transformation en lien avec une variation de température, cette dernière étant alors choisie « au hasard ». Dans la question 26 la température n'étant pas uniforme dans chaque couche, il n'était pas possible d'exprimer directement l'énergie interne comme le produit  $C_{\text{vol,roche}}T \times V_{\text{roche}}$ , l'intégration de l'énergie interne d'une pellicule sphérique était nécessaire.

**Q28** - Question peu traitée, pourtant peu difficile et faisable sans avoir traité les questions précédentes. Un commentaire de la valeur obtenue était attendu, en lien avec la connaissance de l'âge de la Lune.

 RETOUR

## J Physique 1 PC

**Q1** - Le raisonnement permettant de trouver que la couleur est rouge n'a pas été assez développé. Les correcteurs insistent sur l'importance du raisonnement, affirmer que la couleur est rouge n'est pas un raisonnement.

**Q2** - Les correcteurs attendent un raisonnement pour évaluer l'ordre de grandeur de la distance. De même, la conclusion de cette question (sylphes visibles ou non) doit être justifiée, le schéma demandé à cette même question pouvant être un appui précieux.

**Q3** - Là encore, le candidat doit être précis dans son raisonnement. Les points ne sont pas attribués à la conclusion (sylphe présent), mais au raisonnement qui amène à cette conclusion.

**Q4** - Cette question, proche du cours, n'a généralement pas été bien traitée par les candidats. Le théorème de Gauss pour la gravitation est souvent faux (avec notamment une erreur de signe dans son énoncé). La surface de Gauss doit être fermée. L'analyse des invariances et des symétries a souvent été oubliée. Les correcteurs ont remarqué un manque de rigueur et d'honnêteté sur cette question, les candidats voulant à tout prix aboutir au résultat donné dans l'énoncé.

**Q5** - Cette question est constituée de deux sous-questions : l'énoncé demande de montrer que la vitesse est constante puis d'établir son expression. De nombreux candidats oublient d'affirmer l'hypothèse de trajectoire circulaire, pourtant nécessaire pour avoir une vitesse constante. Les candidats doivent être rigoureux dans l'expression des grandeurs physiques (flèches sur les vecteurs, signes). Les correcteurs ont remarqué des confusions entre le champ de gravitation et la constante de gravitation.

**Q6** - Il est bienvenue de rappeler que la vitesse est constante pour affirmer que la vitesse est le rapport de la distance parcourue sur le temps de parcours.

**Q7** - De nombreux candidats ont compris, en faisant le lien avec la question précédente, qu'une des difficultés de l'enregistrement d'un sylphe par l'ISS est due au déplacement de l'ISS. Il est nécessaire d'être quantitatif pour pouvoir conclure. Peu de candidats ont également mentionné le problème de la résolution spatiale avec la détermination de la taille du pixel.

**Q8** - Trop de candidats manquent de rigueur dans l'énoncé du théorème de la statique des fluides : problème de signes, flèches sur les vecteurs. L'application numérique n'a pas toujours été honnête, attention aux unités notamment pour la masse molaire.

**Q9** - Question calculatoire. Une justification par analyse dimensionnelle n'est pas recevable.

**Q10** - Il s'agit de faire un développement limité de l'expression précédente. De nombreux candidats ne sont pas allés au bout de la démarche. Trop de candidats ont voulu retrouver l'expression de la pression dans le cas de l'atmosphère isotherme, qui n'est pas le système étudié ici.

**Q11** - et **Q12** - Aucune remarque particulière sur ces questions.

**Q13** - Question proche du cours de physique de PC. Certains candidats ne connaissent pas l'expression de la force de Lorentz sur une particule chargée.

**Q14** - Question proche du cours. Il y a parfois des erreurs de signes dans le principe fondamental de la dynamique appliqué à un électron, ou dans l'expression du vecteur densité de courant. Certains candidats ont voulu rajouter un terme de choc contrairement à ce qui est précisé dans l'énoncé.

**Q15** - Un manque de rigueur a été noté pour certains candidats sur l'écriture des vecteurs et des opérateurs.

**Q16** - Il convient aux candidats d'être rigoureux dans leur justification, et de montrer le caractère non propagatif de l'onde pour  $\omega < \omega_p$ . La relation fréquence / pulsation n'est pas toujours connue. La

racine carrée est aussi souvent oubliée dans le calcul de la fréquence.

**Q17** - Peu de candidats ont correctement traité cette question. Le raisonnement est conditionné par l'application numérique de la question précédente.

**Q18** - La méthode de raisonnement sur les bilans est universelle. Elle doit être utilisée. De nombreux candidats ont manqué de rigueur et ont essayé de trouver un résultat homogène en s'appuyant sur la question suivante.

**Q19** - Une moyenne se calcule sur un intervalle pour une grandeur fixée.

**Q20** - Aucune remarque particulière sur cette question.

**Q21** - Peu de candidats ont correctement traité cette question, qui pouvait être résolue rapidement par le théorème de l'énergie cinétique.

**Q22** - L'expression littérale de la vitesse n'est pas toujours donnée et de nombreuses erreurs de calcul apparaissent dans l'application numérique. Cette dernière doit être correcte pour pouvoir conclure.

**Q23** - La réponse doit être précisément justifiée pour obtenir les points.

**Q24** - Très peu de candidats ont correctement traité cette question.

 RETOUR

## K Physique 2 PC

**Q1** - On ne pouvait se contenter d'une simple analyse dimensionnelle pour répondre à cette question, un raisonnement argumenté voir avec un schéma était attendu.

**Q2** - Le signe de la force ainsi que les hypothèses permettant d'écrire la seconde loi de Newton ont été peu discutées par les candidats.

**Q3** - Le jury rappelle qu'un vecteur ne saurait être égal à un scalaire ainsi mettre le vecteur vitesse au carré dans la force qui est un vecteur mène une expression dont l'homogénéité vectorielle n'est pas correcte.

**Q4** - Les calculs de surfaces se sont souvent avérés difficiles même dans le cas de l'aire de la voile correspondant à un triangle isocèle. Une relation finale étant donnée dans le sujet, le jury était particulièrement attentif aux raisonnements permettant d'arriver à cette relation. Ainsi, cette relation ne saurait être utilisée pour trouver par un raisonnement faux l'aire  $S'$  dans le cas où  $\theta = \theta_d$ .

**Q5** - Le jury appelle les candidats à être attentifs au signe dans la loi de composition des vitesses.

**Q6** - Malgré l'indication en gras dans l'énoncé, il a été rencontré dans un certain nombre de copies l'utilisation de  $v_v$  au lieu de  $v_{va}$  dans l'expression de la force propulsive. Par la suite, le jury attendait une expression de  $v_p$  en fonction de  $v_v$  et  $\sigma$  qui ne devait pas faire apparaître  $v_{va}$ . Lors du passage à la racine, des candidats oublient la solution négative ou n'interprètent pas physiquement le résultat obtenu.

**Q7** - De nombreux candidats n'ont pas vu que la vitesse du vent apparent n'était plus selon  $\hat{e}_x$  dans cette partie. Le jury déplore de nombreuses erreurs dans la manipulation des vecteurs et dans le calcul de la norme d'une somme de vecteurs.

**Q8** - Le jury a souvent rencontré  $\|\vec{F}_{\text{pro}}\| > \|\vec{F}_{\text{res}}\|$  alors que le mouvement était supposé uniforme et donc la vitesse constante. Le jury déplore que bien que l'égalité des normes et les directions opposées des forces soient bien montrées analytiquement, ces propriétés ne se retrouvent pas sur le schéma. Peu de candidats ont réussi à dessiner correctement le vecteur  $v_v$  et encore moins de candidats ont explicité la relation géométrique liant les vecteurs  $\vec{v}_v$ ,  $\vec{v}_p$  et  $\vec{v}_{va}$ .

**Q9** - La majorité des candidats ont bien vu que  $F_{\perp}$  était nulle dans le cas où  $\beta_e$  est égale à 0. Cependant, le raisonnement permettant d'expliquer la non uniformité du mouvement n'était pas toujours concluant.

**Q10** - Le jury a noté des difficultés dans les projections des vecteurs et rappelle aux candidats qu'on ne saurait écrire mathématiquement un rapport de deux vecteurs. Les réponses à cette question ont rarement abouti au résultat attendu.

**Q11** - Question généralement bien réussie.

**Q12** - Peu de candidats ont pensé à résoudre l'équation du second degré pour trouver l'expression de  $v_p$  et pour ceux qui ont résolu cette équation il fallait bien remarquer que  $\sigma > 1$  pour conserver la bonne solution. Le jury a noté que c'est souvent la mauvaise implication qui est montrée en partant de  $v_P > v_V$  pour arriver à l'inégalité demandée.

**Q13** - Question peu abordée ou alors la valeur de  $\theta_0$  est donnée sans justification.

**Q14** - Question peu abordée ou alors la valeur de  $\sigma_1$  est donnée sans justification.

**Q15** - De nombreux candidats redémontrent ou donnent directement l'équation locale de conservation de la masse dans le cas général d'un volume quelconque alors qu'il est explicitement demandé de traiter le bilan de matière dans le cas du petit volume  $d\tau$  en coordonnées cartésiennes. La masse volumique a souvent été considérée comme constante dans le bilan alors que cette hypothèse n'était pas faite dans



le sujet. Le jury a régulièrement noté des erreurs d'homogénéité dans le résultat final qui est pourtant un résultat de cours.

**Q16** - De nombreuses copies partent de  $\operatorname{div} v = 0$  alors que le thème de cette question était justement de démontrer cette relation en coordonnées cartésiennes.

**Q17** - Question bien réussie pour la majorité des candidats. Le jury a noté des confusions entre laplacien scalaire et vectoriel et des copies dans lesquelles les candidats écrivent le rotationnel d'un champ scalaire  $\phi$ , ce qui n'est pas mathématiquement correct.

**Q18** - Le jury a noté des erreurs d'homogénéité où le gradient est égalé à un scalaire. Beaucoup de candidats ne primitivent qu'une projection du gradient. La plupart des candidats ont reconnu la relation de Bernoulli en régime stationnaire. Par contre, le jury a noté que cette équation est régulièrement confondue avec l'équation de la statique des fluides.

**Q19** - Question peu abordée ou souvent les réponses ne sont pas concluantes. Les candidats n'ont, pour la plupart, pas vu qu'il fallait exploiter la relation de l'énoncé sur la dérivée totale d'un champ scalaire.

**Q20** - Question bien réussie dans l'ensemble. Les candidats ont bien utilisé la condition aux limites de la pression en surface pour en déduire la relation demandée.

**Q21** - Parmi les candidats qui pensaient à séparer les variables, certains oublient de justifier que  $X$  et  $Z$  sont des fonctions de variables indépendantes et oublient aussi parfois que  $X$  dépend de  $t$  et pas seulement de  $x$ .

**Q22** - Le jury a remarqué de nombreuses erreurs de signes dans la dérivation du sinus.

**Q23** - Certains candidats ne font que vérifier le résultat. De nombreux candidats ne démontrent pas la relation entre  $\mu$  et  $k$  et supposent les solutions en  $\sinh$  et  $\cosh$  avant de montrer que  $\mu$  est positif. Le jury a remarqué des erreurs de calcul dans la manipulation des fonctions sinus et cosinus hyperboliques. De plus, certains candidats concluent sans expliciter les étapes de calcul en particulier celles qui mènent au terme  $\cosh(k(z + H))$ .

**Q24** - Question réussie par la majorité des candidats, mais un nombre non négligeable aboutit à une relation de dispersion non homogène.

**Q25** - Le jury a noté que le développement limité dans le cas  $H \ll \lambda$  échoue dans beaucoup de copies.

**Q26** - La définition de la vitesse de groupe est connue. Par contre, le jury a noté beaucoup d'erreurs dans les calculs de la dérivée de la tangente hyperbolique.

**Q27** - L'utilisation de formules trigonométriques et la détermination des  $k$ ,  $k'$ ,  $\omega$ ,  $\omega'$  sont très souvent réussies lorsque la question est abordée. On note parfois des inversions entre  $\lambda$  et  $\lambda'$  : il était précisé dans le sujet que  $\lambda$  devait être supérieur à  $\lambda'$ . Les battements sont régulièrement bien représentés mais  $\lambda$  est trop fréquemment confondu avec la distance entre deux nœuds.

**Q28** - Question abordée mais rarement traitée en totalité.

**Q29** - Question peu abordée.

**Q30** - Question peu abordée.

 RETOUR

## L Physique 1 PSI

### La circulation capillaire

Au vu de l'extrait ci-après des capacités exigibles du programme officiel de la classe PSI, cette première partie était assez largement une question de cours ; elle a donc logiquement été abordée et convenablement traitée dans beaucoup de copies.

Interpréter le nombre de Reynolds comme le rapport d'un temps caractéristique de diffusion de quantité de mouvement sur un temps caractéristique de convection.

Évaluer le nombre de Reynolds et l'utiliser pour caractériser le régime d'écoulement.

Dans le cas d'un écoulement à bas nombre de Reynolds, établir la loi de Hagen–Poiseuille et en déduire la résistance hydraulique.

**Q1** - L'immense majorité des candidats ont bien proposé une expression licite du nombre de Reynolds en fonction des paramètres de l'écoulement. L'interprétation physique a aussi souvent été donnée, le jury acceptant à cet égard aussi bien un commentaire *a priori* (comparaison des flux de quantité de mouvement, ou des durées caractéristiques comme le prévoit le programme) ou bien *a posteriori* (nature de l'écoulement pour des valeurs extrêmes du nombre de Reynolds). Les affirmations vagues (« ce nombre permet de classer les écoulements ») n'ont pas été valorisées bien sûr.

**Q2** - À cette question le jury a reconnu plusieurs approches, en fonction de leur cohérence physique. Recopier la valeur affirmée dans l'énoncé quatre lignes plus bas n'est pas considéré comme une approche physiquement cohérente ; il n'était toutefois pas interdit de s'en servir pour valider (ou invalider) les raisonnements proposés !

**Q3** - La confusion entre débit global et débit dans un capillaire unique a été très fréquente. Elle conduisait naturellement à des valeurs aberrantes du nombre de Reynolds, incompatibles avec toute la suite du problème, ce qui n'a hélas pas gêné les trop nombreux candidats qui ont fait cette erreur.

**Q4** - Questions en général bien traitées. Le jury a bien sûr accepté aussi bien les méthodes basées sur des équations locales et celles basées sur des bilans macroscopiques.

**Q5** - Questions assez bien traitées par la plupart des copies qui les abordent. Le jury a accepté des réponses inexactes mais cohérentes avec ce qui précède. Pourtant quelques copies affirment des relations « semi-intégrées » comme  $D_m = \pi R^2 v(r)$  et trouvent donc une résistance hydraulique fonction de  $r$  (en même infinie sur les bords) !

**Q6** - Questions logiquement bien traitées par ceux, assez nombreux, qui y sont parvenus.

**Q7** - Si une formulation littérale de la réponse a été souvent lue par le jury, les valeurs numériques finissent par largement diverger en cette fin de partie (sur un échantillon significatif de copies les réponses fournies par les candidats s'étalent sur plus de trente ordres de grandeur de part et d'autre de la valeur attendue).

### Le magnétron

Cette partie faisait référence à plusieurs parties des programmes de première année (ici cités dans leur rédaction en PCSI) :

Exploiter les propriétés de symétrie et d'invariance des sources pour prévoir des propriétés du champ (magnétique) créé.

Théorème du moment cinétique en un point fixe dans un référentiel galiléen.

Force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle. Puissance de la force de Lorentz.

et de seconde année :

Exprimer une différence de potentiel comme une circulation du champ électrique.

Établir l'équation de Poisson (...).

Établir le champ électrique et le potentiel créés par (...) une distribution de charge à symétrie cylindrique.

Établir l'expression du champ magnétique créé par un (...) solénoïde infini (...)

mais elle a pourtant été très mal traitée : le jury a attribué *moins du quart* des points de barème prévus à toutes les questions sauf la première.

**Q8** - Bien traité, en particulier par ceux qui ont fait l'effort de proposer un schéma.

**Q9** - Cette question a donné lieu à de nombreuses réponses incorrectes, en général du fait de suppositions implicites inexactes (champ ou potentiel uniforme, présence d'une charge ponctuelle, densité uniforme de charges dans l'appareil, laplacien identifié à  $d^2V/dr^2$ ...). Le jury a donc valorisé les tentatives de résolution pertinentes, même inachevées (beaucoup de ces solutions tournent hélas court lorsque le candidat affirme que  $-1/r^2$  est une *primitive* de  $1/r$ ).

**Q10** - Certains candidats ont cru reconnaître un classique « moment cinétique conservé  $\mapsto$  mouvement plan », malgré l'intitulé de la question suivante. Il leur a fallu beaucoup de mauvaise foi pour faire disparaître tous les termes gênants de l'équation jusqu'à « démontrer » la conservation de ce moment cinétique ! De manière plus générale, rappelons ici qu'il est *impossible de démontrer* qu'un mouvement est plan si on part de l'hypothèse... qu'il est justement plan, par exemple en ne conservant que deux composantes du vecteur vitesse !

**Q11** - La question a été très mal traitée bien que de nombreuses copies l'aient abordée : lorsqu'il est demandé d'*énoncer* un théorème du cours, tous les termes cités doivent être définis. Une relation du type  $J\ddot{\theta} = M$  n'est pas universelle et ne s'applique d'ailleurs pas ici. Ne parlons pas des copies qui mélangent moment cinétique et énergie cinétique...

**Q12** - Le jury a ici exigé un peu plus qu'une simple identification non justifiée ( $\dot{\theta} \sim \omega_c$ ) pour valider les réponses proposées.

**Q13** - À la question « le mouvement est-il conservatif », la réponse ne peut pas être un simple « oui ». Il fallait ici ou bien une démonstration ou bien au moins citer l'expression de l'énergie potentielle électrique. La pleine réussite à ces deux questions n'a concerné qu'un nombre anecdotique de copies.

**Q14** - Bon nombre de candidats bloqués aux questions précédentes ont repris ici l'étude du sujet, y compris certains qui avaient oublié le champ électrique jusque là ! Dommage que cela ne les aie pas incité à se relire de manière critique. Un mouvement circulaire, même uniforme, *est accéléré* et le calcul de cette accélération n'est hélas manifestement pas un acquis de tous les candidats.

**Q15** - Une réponse (« oui » ou « non ») non argumentée est bien sûr sans valeur ici.

### Lévitiation magnétique

Ici aussi l'extrait du programme officiel de la classe PSI permet de parler de questions proches du cours dans cette partie ; elle a comme espéré été abordée et bien traitée dans beaucoup de copies.

Définir le vecteur excitation magnétique. Écrire l'équation de Maxwell–Ampère dans un milieu magnétique.

Modéliser un milieu doux par une relation constitutive linéaire. Définir la perméabilité relative.

Établir l'expression de l'inductance propre de la bobine à noyau.

**Q16** - Questions très proches du cours, en général abordées et assez bien traitées dans toutes les copies. L'emploi du théorème d'Ampère suppose la définition d'un contour *fermé* et le choix de son

*orientation* ; celui-ci doit impérativement être clairement représenté pour que la question soit considérée comme traitée.

**Q17** - Encore une question proche du cours, souvent abordée et en général plutôt bien traitée. Signalons cependant un nombre non négligeable de copies pour lesquelles les inductances  $L_1$ ,  $L_2$  et  $M_0$  dépendent des courants  $I_1$  et  $I_2$  !

**Q18** - Cette question n'est plus abordée que par un gros tiers des candidats et avec un taux de bonnes réponses assez faible. C'est à la fois regrettable et un peu surprenant car il s'agissait d'un cas somme toute assez banal de couplage inductif à deux mailles.

**Q19** - Très peu de copies traitent cette question et avec un taux de succès faible. L'expression de la force de Laplace semble souvent ignorée ou (pire ?) remplacée par une expression en  $q\vec{v} \wedge \vec{B}$  ?

**Q20** - Question hélas peu et mal traitée ; il s'agissait pourtant seulement de justifier le titre de la partie **III**.

↑RETOUR

## M Physique 2 PSI

### Première partie

**Q1** - Question plutôt bien traitée, on peut cependant regretter que les candidats n'aient pas le réflexe de proposer un schéma pour appuyer et clarifier leur réflexion.

**Q2** - Attention à la rigueur dans cette question, le jury a sanctionné de nombreuses fois l'écriture d'égalité entre un vecteur et un scalaire. Des résultats inhomogènes ont souvent été proposés, ils auraient pu être facilement détectés et rectifiés par analyse dimensionnelle.

**Q3** - Les calculs des surfaces ont révélé des difficultés de géométrie. Si le candidat introduit des notations personnelles, il faut qu'il le précise clairement sur son schéma afin de faciliter la lecture du correcteur. De plus, l'unité de l'angle est souvent manquante dans l'application numérique.

**Q4** - La loi de composition des vitesses a été bien écrite dans l'ensemble, les indications de l'énoncé ont été bien exploitées.

**Q5** - L'équilibrage des forces a toujours été écrit, mais pas toujours bien exploité. De nombreuses copies ont voulu comparer  $v_{va}$  et  $v_p$ , alors que l'énoncé demandait de comparer  $v_p$  et  $v_v$  : attention donc à la lecture de l'énoncé.

**Q6** - Question souvent bien traitée par projection de  $\vec{v}_{va}$  sur  $\vec{v}_p$  ou calcul de norme, sans omettre de signaler que  $\cos \beta_0 > 0$ . On rappelle toutefois que la décomposition vectorielle des vitesses n'implique pas que les vecteurs aient les mêmes directions.

**Q7** - Une question qui permettait d'apprécier le sens physique des candidats. L'orientation des différents vecteurs a malheureusement posé des difficultés à beaucoup. Cette question a mis en lumière les difficultés des candidats à produire un schéma clair et lisible.

**Q8** - Ici, la rédaction a très souvent été peu efficace et confuse. Le jury rappelle qu'il convient de faire des phrases simples et donner des explications succinctes et précises. Parfois un schéma simple fournira une explication efficace et appréciée du correcteur.

**Q9** - L'expression de  $\sigma_1$  a été assez peu obtenue par égalité des modules des forces propulsive et répulsive. Cette question a mis en évidence les difficultés des candidats à manipuler des vecteurs.

**Q10** - Question plutôt bien réussie mais la rédaction a parfois été farfelue ou confuse. La manipulation des inégalités est trop souvent mal maîtrisée. Le résultat étant donné, le jury a été ici particulièrement attentif à la qualité du raisonnement.

**Q11** - Beaucoup de raisonnements partent du résultat, ce qui n'est pas admissible. Sur ce type de question, il convient également de faire preuve d'honnêteté intellectuelle.

**Q12** - Peu de justifications correctes et suffisamment argumentées ont été proposées.

### Deuxième partie

**Q13** - La justification de l'équation locale de conservation de la masse a été particulièrement difficile. Peu de raisonnements satisfaisant à 3 dimensions ont été proposés.

**Q14** - Question immédiate dès lors que la précédente était réussie.

**Q15** - Si l'opérateur laplacien est connu des candidats en coordonnées cartésiennes, la réponse est immédiate. Même si la question a été plutôt réussie dans l'ensemble, beaucoup de candidats ont cherché à utiliser des relations d'analyse vectorielle qui se sont avérées inutiles, et souvent incorrectes. La question montre un certain manque de maîtrise de cette technique. On remarque également que

l'utilisation de la notation nabla entraîne davantage d'erreurs que la notation utilisant directement les opérateurs.

**Q16** - Le terme lié à la pesanteur a posé problème, ainsi que l'établissement de la relation de Bernoulli. La manipulation du gradient, opérateur vectoriel, a posé aussi des problèmes.

**Q17** - Cette question, qui nécessitait une réelle compréhension des deux descriptions possibles des écoulement, n'a pas posé de problème dès l'instant que la dérivée particulaire était donnée.

**Q18** - Les candidats ont bien vu la continuité de la pression et ont conclu facilement cette question, qui a donc été bien réussie dans l'ensemble.

**Q19** - Beaucoup de candidats ont fait un raisonnement à l'envers en partant de la conclusion. La technique mise en oeuvre ici est pourtant assez classique, et ne devrait pas poser de problème particulier. La justification de  $\mu = Cte$  a parfois été confuse.

**Q20** - Cette séquence a été, sur son début, plutôt bien traitée et les deux conditions aux limites étaient souvent justes. Les calculs suivants ont été inégalement menés en fonction des compétences mathématiques des candidats. La résolution du système d'équation différentielles en tenant compte des conditions aux limites a été assez bien réalisée par les candidats, ce qui leur a permis d'aborder les questions suivantes sereinement.

**Q21** - La relation de dispersion a été très souvent obtenue. Partie assez classique de la physique des ondes qui a permis aux bons candidats de se mettre en valeur sur la propagation dispersive ou non d'une onde. Si les définitions des vitesses de phase et de groupe sont connues, leurs expressions dans le sujet ont été finalement peu rencontrées. La discussion quant aux caractères dispersif ou non dispersif en fonction de la profondeur a été ignorée.

À partir de cette question, le temps a manifestement manqué aux candidats. La suite a été approximativement traitée, voire bâclée faute de temps. Les questions assez simples de fin d'énoncé n'ont pas été abordées par les candidats, ou alors de façon assez superficielle.

**Q22** - Cette question a été bien traitée dans son début mais le schéma final a été, soit absent, soit excentrique. Les expressions de  $k, k', \omega$  et  $\omega'$  ont malheureusement souvent été restituées car apprises par cœur.

**Q23** - La notion de surface d'onde semble être inconnue par beaucoup de candidats. Les réponses ont été souvent excentriques. Le jury invite les candidats à réfléchir à la pertinence des commentaires physiques formulés : on a pu trouver ici assez souvent des phrases comme "les lignes représentent les frottements divers de l'air" ou encore "les lignes en pointillés correspondent aux rayons du soleil dans l'eau".

**Q24** - Question très peu abordée, qui a donné lieu à des commentaires sans justification le plus souvent.

 RETOUR

## N Chimie MP

**Q1** - Globalement toujours de bonnes réponses pour les nombres d'oxydation, même si parfois les candidats proposent la réponse inverse  $\text{no}(\text{O}) = +\text{II}$  et  $\text{no}(\text{H}) = -\text{I}$ . En revanche, la justification n'est que rarement complète. Les candidats évoquent souvent le « nombre d'oxydation de l'eau » alors qu'il s'agit en réalité de la charge de l'édifice car la notion de nombre d'oxydation s'applique à un élément chimique au sein d'un édifice. Il suffisait d'évoquer la répartition électronique avec la différence d'électronégativité.

**Q2** - Bonne structure de Lewis dans l'ensemble. Cependant, les candidats se perdent dans des explications rocambolesques pour justifier que la liaison O-O est plus longue dans le peroxyde que dans le dioxygène alors qu'il suffisait de dire qu'une liaison double était plus forte qu'une liaison simple.

**Q3** - Question très bien traitée par les candidats dans l'ensemble.

**Q4** - La démonstration de la formule de  $\text{K}^\circ$  n'était pas attendue. Il fallait veiller à ce que le nombre d'électrons soit cohérent avec l'équation de la question 3. De nombreuses erreurs dans la formule, avec parfois une confusion entre  $\ln$  et  $\log$ , et leurs fonctions réciproques. La conclusion «  $\text{K}^\circ \gg 1$  donc réaction totale/quasi-totale/quantitative » est souvent donnée. Le jury a valorisé toute interprétation cohérente de la valeur de  $\text{K}^\circ$ .

**Q5** - Les candidats ne s'appuient pas suffisamment sur le sujet pour répondre à cette question. La formulation « favorise la réaction » est insuffisante : il est nécessaire de spécifier s'il s'agit de l'aspect thermodynamique ou cinétique (ici) qui est favorisé. De plus, dire simplement que la température et la lumière ont une influence sur la vitesse ne suffit pas, il faut préciser si ces facteurs augmentent ou diminuent la vitesse.

**Q6** - Le nombre d'électrons de valence est souvent correct mais la notion de nombre d'oxydation maximal est mal connue des candidats. La configuration électronique du chrome n'était pas attendue.

**Q7** - Alors que certains proposent très justement un  $\text{no}_{\text{max}}(\text{Cr}) = +\text{VI}$  dans la question 6, un nombre non négligeable de candidats proposent ensuite  $+\text{X}$  dans la question 7... C'est incohérent. Ils n'ont hélas pas saisi que certains atomes d'oxygène étaient engagés dans une liaison peroxyde donc de  $\text{no}(\text{O}) = -\text{I}$  et non  $-\text{II}$ .

**Q8** - Il était attendu 3 comparaisons de longueurs de liaisons ( $\text{Cr}=\text{O}/\text{Cr}-\text{O}$ ,  $\text{O}-\text{O}(\text{complexe})/\text{O}-\text{O}(\text{peroxyde})$ ,  $\text{Cr}-\text{O}/\text{O}-\text{O}$ ). Toute argumentation cohérente et correctement exprimée a été valorisée. Annoncer de simples comparaisons numériques (plus grand, plus petit) ne répond pas à la question : le jury attendait une réponse courte mais précise.

**Q9** - La couleur annoncée est souvent le jaune, à tort. La notion de couleur complémentaire est souvent oubliée pour justifier la réponse. Dire « d'après l'annexe » n'est pas une justification suffisante, il est nécessaire d'expliquer sa démarche.

**Q10** - Soit les candidats ont trouvé la bonne structure de Lewis, soit ils se sont inspirés, à tort, de la structure de  $\text{CrO}_5$  donnée dans l'énoncé. Une formule de Lewis doit comporter les doublets non liants. Les formules cohérentes (respectant l'octet, avec des charges formelles correctes) ont été acceptées.

**Q11** - L'erreur la plus fréquente est l'utilisation du  $pK_A$  comme abscisse du diagramme de prédominance au lieu du  $pH$ . Une justification succincte était attendue, par exemple en exploitant la formule d'Henderson.

**Q12** - Un certain nombre de candidats ont réussi l'équilibrage de l'équation modélisant la réaction demandée dans l'énoncé. Une justification à propos du changement (ou non) de nombre d'oxydation est

attendue pour conclure quant à la nature de la réaction. L'écriture du quotient réactionnel à l'équilibre est souvent maîtrisée et a été valorisée en cohérence avec l'équation de la réaction proposée.

**Q13** - La loi de Beer-Lambert est connue de la majorité des candidats même si le nom de la constante  $\epsilon$  est parfois mal maîtrisé. Quelques confusions avec la loi de Kohlrausch ont été observées.

**Q14** - Des tableaux d'avancement souvent bien remplis. Attention toutefois au cas du solvant eau, en excès, et aux ions  $H_3O^+$ , dont la concentration est ici fixée. La variation du taux de conversion en fonction de la concentration en peroxyde est trop souvent injustifiée. Les candidats pensent, à tort, que la constante d'équilibre est modifiée par la modification de la concentration en peroxyde alors qu'il s'agit du quotient réactionnel. Le jury attendait une comparaison entre  $Q_r$  et  $K^\circ$ .

**Q15** - Question rarement abordée. La relation à démontrer étant dans le sujet, le jury a veillé à ce que la démonstration soit bien explicitée.

**Q16** - Beaucoup de candidats admettent le résultat précédent, mais peu abordent cette question. Ceux qui s'y essaient pensent très souvent à utiliser le tableau d'avancement pour exprimer la concentration en peroxyde au cours du temps.

**Q17** - Les candidats pensent rarement à l'utilisation de la constante d'équilibre pour exprimer le rapport de concentrations. Les calculs de  $K^\circ$  à partir des droites sont rarement menés.

**Q18** - Les candidats ont souvent délaissé cette question qui ne posait pas de difficultés particulières si les relations de thermodynamique étaient connues. Quand elle est traitée, il y a souvent des erreurs de signe dans les relations. L'application numérique a été rarement faite.

**Q19** - Les candidats ont souvent un bon début de piste pour la réaction, beaucoup trouvent la bonne équation. Rappelons pour les autres que l'équation d'une réaction modélisant une oxydoréduction ne fait pas apparaître d'électrons. La notion d'oxydant et de réducteur est souvent confondue. Parfois la justification pour le caractère redox de la réaction est manquante.

**Q20** - Le calcul est assez souvent mené jusqu'au bout. Certains candidats bloquent parfois sur l'expression de  $[CrO_5]_{tot}$ .

**Q21** - Question quasiment jamais abordée.

**Q22** - L'expression du temps de demi-réaction est souvent juste mais rares sont les candidats à faire l'application numérique.

 RETOUR



## O Chimie PC

### Chimie générale

**Q1** - Cette question a globalement été bien traitée.

**Q2** - Cette question a trop souvent donné lieu à une simple attribution des domaines sans aucune justification, notamment eu égard au pH. L'écriture des couples acido-basiques permettait de justifier les domaines en fonction du pH.

**Q3** - L'application numérique a souvent été source d'erreurs, ainsi que l'unité du résultat. Beaucoup de candidats considèrent que l'activité d'un solide est égale à sa concentration.

**Q4** - Cette question a dans l'ensemble été bien traitée, mais l'application numérique est souvent pendante alors que l'annexe permettait de trouver la valeur du résultat.

**Q5** - Trop peu de candidats pensent à utiliser la relation entre l'enthalpie libre  $G$  et le potentiel. Certains ayant recours à une lecture graphique fort imprécise.

**Q6** - Il fallait préciser les espèces présentes en milieu acide afin de trouver les réactions à l'anode et à la cathode.

**Q7** - Dans les différents facteurs influençant les performances de la pile, peu de candidats ont pensé à citer la température.

**Q8** - Les grandeurs calculées sont souvent données avec une erreur de signe ou avec des unités erronées.

**Q9** - Là encore, les valeurs des constantes thermodynamiques d'équilibre ne sont que très rarement données précisément, alors que l'annexe permettait de finir le calcul ( $\log 2 = 0,3$  par exemple).

**Q10** - L'analyse des documents a été fréquemment partielle, certains candidats se contentant de simplement répéter les résultats, et non de les analyser et d'en tirer des conclusions. La rédaction de cette question a également été laborieuse, conduisant à des conclusions souvent floues.

**Q11** - De nombreuses erreurs ont été rencontrées dans ce schéma pourtant classique : les noms des électrodes, des ampèremètres en dérivation et des voltmètres en série, des schémas à deux, quatre, jusqu'à six électrodes, voire l'absence de générateur et de dispositifs de mesure. De nombreux schémas représentaient simplement une pile électrochimique à deux compartiments.

**Q12** - Les courbes intensité potentiel ont généralement été bien annotées avec les couples adéquats.

**Q13** - Peu de candidats ont justifié la lenteur des couples en parlant de surpotentiels, le jury ayant encore accepté cette année le terme de surtension. Le terme de palier, très vague dans ce contexte, ne permettait pas de faire un lien clair avec la cinétique des réactions d'oxydoréduction.

**Q14** - Cette question a donné lieu à des erreurs de compréhension, les candidats ne comprenant pas qu'il leur était demandé de reproduire l'évolution des courbes intensité potentiel lors de la charge de la batterie.

**Q15** - et **Q16** - . Ces deux questions ont été peu traitées, les candidats n'arrivant pas à exprimer l'intensité du courant en fonction de la concentration des espèces présentes.

**Q17** - Cette question pourtant simple a engendré de nombreuses erreurs, les étudiants retirant les électrons des orbitales  $d$  avant ceux des orbitales  $s$ , ce qui est incorrect.

**Q18** - Le jury a noté une absence quasi systématique de justification à cette question, pour laquelle il suffisait de repérer les recouvrements présentant les mêmes éléments de symétrie. Quelques représentations bien choisies permettaient une justification rapide des recouvrements à retenir.

**Q19** - La justification du caractère sigma se faisait en précisant que le recouvrement était axial, trop souvent oublié au profit du caractère donneur.

**Q20** - Cette question a été très mal comprise. Le schéma de Lewis annonce que les deux doublets non liants sont équivalents, alors que l'approche orbitale montre que leur énergie est différente.

**Q21** - Cette question a été peu traitée dans l'ensemble. Il fallait reprendre les représentations des orbitales afin de trouver les recouvrements demandés. La construction complète du diagramme d'orbitales moléculaires d'un complexe et la levée partielle de dégénérescence des orbitales d étant devenues hors-programme, cette partie de la question n'a pas été évaluée.

**Q22** - Peu abordée par les candidats, cette question les a sans doute déconcertés par des documents qu'ils n'avaient pas l'habitude de rencontrer.

**Q23** - et **Q24** - Il suffisait d'appliquer la loi de Beer Lambert avec les bonnes espèces chimiques.

### Chimie organique

**Q25** - Les candidats se contentent trop souvent de donner le nombre de centres stéréogènes sans préciser lesquels.

**Q26** - Le classement des groupements selon les règles CIP ne suffisait pas à justifier de la configuration. Il fallait montrer le sens de rotation autour des carbones asymétriques.

**Q27** - Le caractère dextrogyre est parfois confondu avec lévogyre. Le fonctionnement du polarimètre de Laurent est mal connu et mal expliqué. On trouve des étudiants qui pensent que le passage dans la solution optiquement active polarise la lumière, ou même que la solution dévie la lumière. Un schéma est souvent plus parlant, précis et rapide pour illustrer son propos, même s'il n'est pas nécessairement attendu.

**Q28** - Cette question a donné lieu à de nombreuses erreurs de nomenclature, avec l'apparition de noms parfois « folkloriques ».

**Q29** - Les attributions de signaux sont rarement justifiées, de même que les multiplicités qui sont couramment réduites à un simple « nombre de voisins ». Peu de candidats justifient le doublet de triplet par les constantes de couplage différentes.

**Q30** - La justification du contrôle frontalier est fréquemment fautive, avec un vocabulaire inadéquat ou incomplet. On trouve ainsi des HO ou des BV associées à des atomes.

**Q31** - Les notions de régiosélectivité et stéréosélectivité sont mal expliquées, le jury ayant accepté comme réponse partielle le fait que le complexe était un catalyseur.

**Q32** - Très peu de candidats ont pensé à protoner l'oxanion lors du passage en milieu acide. La prise en compte du milieu acide est primordiale pour trouver les intermédiaires. De manière générale, les flèches de mécanisme sont trop imprécises et les doublets non liants trop régulièrement oubliés.

**Q33** - Par analogie avec la réactivité des organomagnésiens mixtes, le solvant protique réagit comme donneur de protons, donc entraîne la destruction de la base forte n-BuLi, et de l'intermédiaire réactionnel.

**Q34** - On attend a minima d'un bilan qu'il soit équilibré, ce qui a entraîné de nombreuses fausses réponses.

**Q35** - Le mécanisme demandé, pourtant un classique du cours, est peu maîtrisé. Trop de candidats utilisent dans l'écriture du mécanisme des abréviations pour la base, comme par exemple « LDA » ou même « B », sans en préciser la structure. La phrase " l'amine capte HCl formé " est trop souvent invoquée pour expliquer le rôle de la base, alors qu'elle évite simplement la formation de HCl.

**Q36** - La stéréochimie de la double liaison, la plupart du temps oubliée, était attendue. Le silicium étant impliqué dans le mécanisme, la simple écriture " TIPS " ne suffisait pas.

**Q37** - Les candidats évoquent trop souvent la règle de Saïtzev, ou les règles CIP, au lieu de l'encombrement des diastéréoisomères Z et E, dont les structures étaient la plupart du temps absentes des copies.

**Q38** - Il fallait justifier par la présence d'un second site nucléophile sur l'énolate d'ester.

**Q39** - On retrouve une erreur déjà présente dans les questions précédentes, à savoir une confusion entre l'énergie d'une orbitale et les coefficients sur les atomes. On trouve aussi fréquemment que la réaction se produit entre les orbitales HO et BV ayant le plus gros coefficient sur leurs atomes. Le jury rappelle qu'une molécule ne réagit pas avec son orbitale frontalière mais interagit. La méthodologie de l'utilisation des orbitales frontalières est mal maîtrisée et représentée.

**Q40** - La même remarque s'applique à cette question sur les difficultés de l'utilisation des interactions entre orbitales frontalières.

**Q41** - Les mêmes complications liées à l'écriture des mécanismes resurgissent dans cette question.

**Q42** - Cette question a été globalement bien traitée, toutefois certains candidats utilisent des entités aberrantes comme HO+.

**Q43** - Cette question est bien traitée, même si les noms des étapes sont parfois mal utilisés, donnant lieu à une certaine inventivité de la part des candidats.

**Q44** - Cette question est également bien traitée.

**Q45** - Le produit minoritaire a rarement été trouvé.

**Q46** - Par sa difficulté et sans doute par sa position en fin de texte, cette question a été très peu abordée. Le mécanisme demandé était l'un des plus complexes, aussi le jury a accepté que l'ordre des étapes soit différent de celui attendu. On retrouve malheureusement les erreurs liées à l'écriture des mécanismes, avec des flèches imprécises, des oublis de doublets non liants et de sous-produits. Le milieu acide a rarement été pris en compte.

 RETOUR

## P Chimie PSI

**Q1** - La justification des valeurs des nombres d'oxydation par la différence d'électronégativité est rarement évoquée.

**Q2** - Les structures de Lewis doivent faire apparaître tous les doublets d'électrons (liants et non liants).

**Q3** - Des lacunes ont été observées dans l'établissement des expressions des formules de Nernst. Les formules de  $K^\circ$  sont rarement homogènes et il est important de préciser dans sa rédaction la signification des notations employées. L'utilisation de  $\ln$  ou de  $\log$  doit être maîtrisée par les élèves.

**Q4** - De nombreuses réponses indiquaient un manque de cohérence entre le résultat de cette question et celui de la précédente.

**Q5** - La question a été souvent mal lue : on demandait de commenter les distances O-O et O-Cr, sans les comparer entre elles. De plus, les calculs des rayons covalents n'ont été que très peu abordés dans les justifications.

**Q6** - Il est rappelé que la couleur d'une solution correspond à la couleur complémentaire de celle absorbée, couleur qui était mentionnée dans l'énoncé.

**Q7** - Les structures de Lewis doivent faire apparaître tous les doublets d'électrons (liants et non liants), et le nombre d'électrons occupant les orbitales de valence doit permettre d'établir des structures de Lewis cohérentes.

**Q8** - Très peu d'explications sur la méthode d'établissement du diagramme ont été données, et il est rappelé qu'il faut indiquer la bonne grandeur portée en abscisse ( $pH$ , et non  $pK_a$ ).

**Q9** - Les candidats doivent penser à utiliser et ajuster les demi-équations dans les processus d'oxydoréduction.

**Q10** - Cette question n'aurait pas dû présenter de difficultés particulières, comme la relation demandée était donnée juste après dans l'énoncé avec la signification des termes, et puisque cette relation est connue depuis le Lycée.

**Q11** - Il est rappelé qu'il ne faut pas oublier les coefficients stœchiométriques lors de l'établissement du tableau d'avancement.

**Q12** - Peu de copies ont réussi à montrer cette relation.

**Q13** - De nombreuses erreurs ont été relevées dans les formules de thermodynamique.

**Q14** - Une difficulté à reconnaître un oxydant et un réducteur a été remarquée. Les candidats doivent penser à utiliser et ajuster les demi-équations dans les processus d'oxydoréduction.

**Q15** - Le calcul s'est avéré délicat pour de nombreux élèves alors qu'aucune connaissance en chimie ne devait être mobilisée.

**Q16** - La formule du temps de demi-réaction n'était pas toujours homogène, et des difficultés d'intégration d'une équation différentielle du premier ordre sans second membre ont été observées.

 RETOUR

## Q Informatique commune MP, PC et PSI

**Q1** - Beaucoup d'erreurs d'interprétation de la représentation en base 16. De plus, ce genre de calculs simples doit pouvoir être effectué à la main sans erreur. De nombreux problèmes de conversion (cent / dollar) également.

**Q2** - Question souvent réussie, à condition de bien avoir compris l'imbrication des listes.

**Q3** - La syntaxe exacte de `COUNT` n'est pas toujours maîtrisée : il faut préciser l'attribut, ou utiliser à bon escient la syntaxe `COUNT(*)`.

**Q4** - La syntaxe des jointures n'est pas toujours maîtrisée : le programme officiel de CPGE est très clair à ce sujet. De nombreuses erreurs de syntaxe ont été remarquées, relatives à l'interversion table / attribut : `TABLE.ATTRIBUT` est la syntaxe correcte, et non pas `ATTRIBUT.TABLE`.

**Q5** - La gestion des fonctions d'agrégation a posé problème : il fallait utiliser un `GROUP BY`, et la syntaxe du tri par ordre alphabétique à l'aide d'un `ORDER BY` n'est souvent pas maîtrisée.

**Q6** - Question plutôt réussie. Le parcours d'une liste par éléments plutôt que par indice était judicieux dans ce contexte.

**Q7** - Question plutôt réussie. On pouvait utiliser avec profit les listes définies par compréhension.

**Q8** - L'utilisation des fonctions précédentes n'a pas toujours été réussie.

**Q9** - Le parcours des lettres de l'alphabet a souvent posé problème. Le jury n'attendait pas la maîtrise des fonctions `ord` ou `chr`. Quand `police` est un paramètre de la fonction, l'utiliser avec la syntaxe '`police`' au lieu de `police` est faux.

**Q10** - Le jury a remarqué beaucoup d'erreurs concernant le nombre de listes imbriquées. Là encore, l'utilisation de listes définies par compréhension s'avérait plutôt judicieuse. Le jury attendait que la liste `v` ne soit pas modifiée.

**Q11** - La fonction `zzz` appliquait une homothétie selon l'axe des abscisses. Le jury s'étonne de la confusion avec la notion de translation.

**Q12** - Question plutôt réussie. Attention toutefois : une fonction d'entête `f([x,y])` provoque une erreur.

**Q13** - Il suffisait de dérouler l'algorithme. Trop d'étourderies et d'erreurs de calcul ont été remarquées.

**Q14** - Question moins bien réussie que prévue : un `range(a,b)` avec `b < a` ne provoque pas d'erreur. De plus, la notion d'assertion (officiellement au programme de CPGE) n'est connue que par une minorité de candidats.

**Q15** - Peu de copies ont bien analysé le problème : l'objectif de cette partie (coloration continue d'un segment) a souvent été oublié.

**Q16** - Question peu réussie : l'échange du rôle de `x` et `y` n'a pas souvent été mis en œuvre.

**Q17** - Question peu réussie : il fallait avoir compris les problèmes précédents et effectuer une disjonction de cas opportune.

**Q18** - Question très peu réussie. Comme à la question 12, la géométrie élémentaire (homothétie, translation) a souvent posé problème.

**Q19** - Question difficile pour beaucoup de copies. L'utilisation à bon escient des fonctions précédentes a été délicate. Le calcul de la largeur a souvent été faux, voire complètement oublié.

**Q20** - Question difficile. La gestion d'évolution de la largeur a posé beaucoup de problèmes syntaxiques.

**Q21** - La définition d'un algorithme glouton n'est pas connue par beaucoup : il ne s'agit pas d'une question de complexité.

**Q22** - Question assez réussie par les copies l'ayant abordée.

**Q23** - Question peu abordée : les meilleures copies ont bien compris la notion de mémorisation.

**Q24** - Question très peu réussie, bien qu'abordée par un nombre non négligeable de copies : ce n'est pas parce qu'il y a deux boucles imbriquées que la complexité est quadratique.

**Q25** - Question très peu abordée.

**Q26** - *Idem.*

 RETOUR

## R Informatique option MP

**Q1** - question bien traitée dans la plupart des cas. On attendait une justification de la même forme que celle présentée dans la description du jeu dans le sujet.

**Q2** - certaines formes de tables de vérité étaient surprenantes et difficiles à interpréter. Le plus simple est de créer un tableau où chaque ligne représente une interprétation propositionnelle et les colonnes les valuations des variables et des formules demandées.

Un nombre non négligeable de candidats ne trouvaient pas les interprétations demandées ou écrivaient des formules qui n'étaient pas sous forme normale.

**Q3** - mêmes remarques que pour la question précédente.

**Q4** - question qui a été globalement non abordée. Les candidats qui l'ont abordée l'ont plutôt bien résolue. L'arbre de preuve demandé était obtenu de façon assez directe.

**Q5** - même remarque que la question précédente.

**Q6** - question globalement mal traitée. On attendait un argument citant au moins la correction de la déduction naturelle pour justifier la non existence d'un arbre de preuve.

**Q7** - question globalement bien traitée.

**Q8** - question globalement bien traitée. On note toutefois une confusion entre les opérateurs OCaml (`mod`, `/`) et les opérateurs Python (`%`, `//`) dans un nombre non négligeable de copies.

**Q9** - question globalement bien traitée. La principale difficulté consistait à bien faire une copie profonde de l'argument de type `presolution` passé en paramètre. Or `presolution` est un alias pour `couleur array array` ce qui implique qu'il faut

- soit utiliser `presolution_init` pour créer une instance fraîche de `presolution` et la remplir avec les valeurs de `p` sauf pour le `z` passé en paramètre ;
- soit utiliser `Array.copy` mais pas simplement sur `p` sinon la copie n'est pas profonde.

Certains candidats oublient de donner comme valeur « finale » à la fonction l'instance de `presolution` qu'ils ont créée.

**Q10** - question globalement mal traitée. Le terme « immuable » est très souvent mal défini et l'avantage demandé est dans la plupart des réponses faux (par exemple, on trouve souvent une amélioration de la complexité temporelle ou spatiale des algorithmes comme avantage).

**Q11** - à partir de cette question, il était clairement stipulé dans l'énoncé qu'il fallait manipuler le type `presolution` à travers l'accessor `get` et le transformateur `set` définis dans les questions 8 et 9. La plupart des candidats s'y sont tenus mais certains ont continué à manipuler les instances de `presolution` directement.

La question a été globalement bien traitée, même si on commence à trouver du code faux comme présenté précédemment (mélange impératif/fonctionnel).

**Q12** - il s'agissait de la première question de programmation qui demandait un peu de rigueur. On trouve souvent des réponses très compliquées (et fausses) alors qu'une version récursive de la fonction pouvait s'écrire de façon assez concise.

**Q13** - question globalement bien traitée, même si des solutions sont parfois trop compliquées. Un nombre non négligeable de candidats a oublié de vérifier que la ligne ou la colonne était complète avant de la comparer à la trace correspondante.

Des candidats redéfinissent également l'égalité entre listes, ce qui n'était pas nécessaire (mais non pénalisant).

**Q14** - question globalement bien traitée.

**Q15** - cette question faisait appel à la technique de retour sur trace qui est au programme. Certains candidats « descendent » trop et cherchent à explorer l'arbre des solutions sur deux niveaux au lieu d'un, ce qui complique inutilement le code. D'autres essayent d'explorer les deux branches possibles « en même temps » au travers d'un `let` demandant la construction des deux extensions possibles (N et B).

Enfin, certains candidats oublient que le type de retour demandé est `presolution option` et non pas `presolution` (ce qui est impossible si on veut pouvoir traiter les cas où il n'existe pas d'extension complète).

**Q16** - cette question débutait la partie 3 et a été globalement mal traitée. On trouve beaucoup de réponses très surprenantes.

**Q17** - un nombre non négligeable de candidats n'ont pas compris ce qui était attendu et ont utilisé `I` dans l'expression régulière demandée. Au niveau de la forme, on note parfois une non maîtrise de la syntaxe des expressions régulières. Enfin, l'erreur la plus couramment faite était l'utilisation de  $B^*$  au lieu de  $B^+$  dans l'expression (il y a au moins une case blanche entre deux cases noires).

**Q18** - de façon assez surprenante, certains candidats répondent correctement à cette question alors que l'expression régulière qu'ils proposent à la question précédente ne correspond pas. On trouve toutefois un grand nombre de bonnes réponses.

**Q19** - question globalement très mal traitée. On trouve très peu de bonnes réponses, alors qu'il s'agit quasiment d'une question de cours.

**Q20** - le déploiement de l'automate était un peu fastidieux à écrire, surtout si on ne prenait pas le temps de remarquer qu'il fallait le faire « par étage », ce qui rendait parfois la construction de l'automate compliquée. Certains candidats ne marquent pas les états accessibles ou co-accessibles ou le font mal (en particulier pour les états co-accessibles) alors qu'ils ont dessiné le bon automate.

**Q21** - la fonction à écrire pouvait être compliquée si l'on n'avait pas compris qu'il fallait propager l'information d'accessibilité par strates, comme pour le dessin de l'automate de la question précédente. La question a été globalement peu abordée.

**Q22** - question très peu traitée.

**Q23** - question très peu traitée.

**Q24** - question très peu traitée. On trouve parfois des tentatives de démonstration qui sont incorrectes.

**Q25** - question très peu traitée.

**Q26** - question très peu traitée.

**Q27** - question très peu traitée.

 RETOUR



## S Informatique 1 MPI

**Q1** - C'est l'écriture standard des entiers qu'il fallait donner, pas l'entier lui-même. En donnant l'écriture, une réponse de la forme

$$1 \dots 1 \text{ avec } c + 1 \text{ uns}$$

était plus facile à lire qu'une réponse de la forme

$$\forall i \in \llbracket 0, c \rrbracket, g_i = 1.$$

Attention cependant : une réponse de la forme

$$1 \dots 1$$

sans préciser le nombre de uns (il pourrait y en avoir  $c$ ,  $c + 1$ , ou  $c - 1$ ) ne répond pas à la question !

**Q2** - Ici, il est attendu de donner l'écriture gauche *et* l'entier. Pour prouver la réponse, une récurrence suffit, mais c'est un peu lourd. L'essentiel était surtout de remarquer que  $20 \dots 0 > 1 \dots 12$ .

**Q3** - De nombreuses copies contiennent beaucoup de texte mais ne prouvent rien. Des phrases comme

« Il est évident que le chiffre de plus fort poids est à la même position »

ne répondent pas à la question : c'est exactement cette « évidence » qu'il est demandé de prouver ! Certaines copies essayent d'utiliser l'unicité de l'écriture en binaire, qui n'est pas applicable ici.

**Q4** - Plusieurs copies montrent l'unicité de l'écriture de  $M_N$ . Ce n'est pas ce qui est demandé : il faut mieux lire le sujet ! Dire « on itère » est une manière informelle de faire une preuve par récurrence. Ne pas expliciter la preuve par récurrence est vu comme un signe d'incompréhension. Quand une preuve par récurrence est faite, il faut écrire « preuve par récurrence » quelque part (de préférence au début).

**Q5** - La question n'a pas été comprise par beaucoup de copies. Il n'était pas demandé comment calculer un entier à partir d'un objet de type `rg`, mais plutôt quels objets de type `rg` correspondent à une représentation gauche. Il a souvent manqué l'encadrement sur l'entier `position`.

**Q6** - C'est la première question de programmation. De nombreuses copies écrivent des puissances de 2 de manière incorrecte (cf début du rapport de jury).

**Q7** - Justifier brièvement pourquoi cet algorithme incrémente.

**Q8** - Il faut faire les effets de bord, pas juste le renvoi ! Il n'y a pas de 2 dans la structure `rg`. Le test `chiffres[i] == 2` n'a pas de sens et renvoie toujours faux. Il faut mettre à jour le champ `position`.

**Q11** - Cette question a posé des problèmes à de nombreuses copies. En particulier :

- La hauteur de l'arbre n'est pas la taille.
- Ne pas oublier le  $+ 1$ .
- L'arbre vide a une hauteur de  $-1$

**Q12** - La taille de la mémoire à allouer est `sizeof(struct noeud)`, et pas `sizeof(arb)`. L'utilisation de `arb` montre une confusion entre le type pointeur et le type structure. L'usage de la fonction `assert` n'est pas bien maîtrisée.

**Q13** - La propriété « Chaque étage possède  $2^i$  nœuds » est d'une difficulté similaire à ce qu'il est demandé de prouver. L'admettre est ici considéré comme un évitement de la question.

**Q14** - L'arbre pris en entrée n'est **pas** supposé de hauteur  $n$ . Il faut le vérifier. Cette incompréhension a d'ailleurs été la source de nombreux programmes incorrects. Il faut bien lire le sujet !

La question 13 montre une implication, et pas une équivalence. Tester si le nombre de nœuds est bon et justifier la correction par le résultat de la question 13 dénote une confusion entre implication et équivalence.

**Q16** - Il faut trouver le  $k$ -ième nœud, pas la valeur  $k$ .

**Q19** - Il suffit de réutiliser les fonctions précédentes. Les recoder dénote une incompréhension du sujet. L'*accès direct* est défini dans le sujet comme étant un accès avec une complexité logarithmique, **pas** constante.

**Q20** - Utiliser `lg res = malloc(...)` puis renvoyer `res` est incorrect (car mal typé). Utiliser `lg* res = malloc(...)` et renvoyer `*res` est correct mais maladroit, puisque cette allocation mémoire n'est pas utile.

**Q22** - Le code est souvent trop compliqué.

**Q24** - Il faut penser à utiliser la fonction `lg_trouve` définie précédemment.

**Q31** - Dire « Il y a une course critique » ne prouve rien : c'est un paraphrasage de la question. Expliciter une situation où la course critique a lieu. Par exemple, énumérer l'ordre des actions réalisées par les différents fils.

↑RETOUR

## T Informatique 2 MPI

Oubli régulier du chiffre 1. Plusieurs candidats n'ont pas pris le temps de la réflexion et ont répondu  $10^{10^{10}}$  ou n'ont pas compris la définition de la complexité de Kolmogoroff.

**Q1** - De très nombreux candidats écrivent l'algorithme récursif de l'exponentiation rapide en rappelant deux fois le calcul sur  $10^{n'}$  plutôt que de stocker le résultat. Certains oublient le cas d'initialisation, où n'en font qu'un seul en 0 alors que leur écriture nécessite un cas d'initialisation aussi en 1.

**Q2** - Il était attendu du candidat qu'il évoque les problèmes de dépassement d'entier et, éventuellement en fonction de leur programme, de dépassement de la capacité de la pile.

**Q3** - De nombreux candidats ont proposé une bijection basée sur l'écriture en base 256. Les détails précis de cette bijection n'ont que rarement été trouvés, la justification non plus. Affirmer que cela découle de *l'écriture en base 256* est une affirmation hâtive et erronée.

**Q4** - On peut noter que plusieurs candidats n'ont pas bien lu l'énoncé et ont compris  $\psi(m) = \{K(\phi(n)) \geq m, n \in \mathbb{N}\}$ .

**Q5** - La première et la dernière partie de la fonction ont été en général bien traitées. Seuls les meilleures compositions ont traité la domination asymptotique logarithmique qui découlait du calcul du nombre de chiffres en numération de position.

**Q6** - Trop de candidats ont inventé leur propre terme pour cette question. Globalement les candidats ont répondu *compilateur*, *transpileur* ou *interpréteur*. L'expression compilateur était celle attendue.

**Q7** - La question nécessitait une bonne compréhension du sujet.

**Q8** - La majorité des candidats ont évoqué les indentations et retours à la ligne. Beaucoup d'entre eux ont aussi évoqué le nom des variables et fonctions. Il est à noter que, contrairement à ce qu'affirme certaines compositions, le caractère récursif d'une fonction n'est pas censé rendre la lecture d'un code «impénétrable», en tout cas pas pour un candidat de MPI.

**Q9** - De nombreux candidats ont fait un parcours de chaîne pour le décompte de *chaque* caractère de la chaîne, voire pour les 256 caractères ASCII, voire plusieurs fois par caractère (une fois pour chaque caractère de la chaîne). Il est attendu que les candidats soient capables de faire ce décompte en un seul parcours, et, par ailleurs, sans utiliser de tableau auxiliaire.

**Q10** - Les candidats ayant traité correctement la question 13 ont traité correctement celle-ci.

**Q11** - Globalement bien traitées pour les deux dernières fonctions. La première fonction, probablement hors ou à la limite du programme, n'a été traitée que par très peu de candidats.

**Q12** - Souvent l'incompréhension sur le fonctionnement de la première fonction a pu mener les candidats à faire des erreurs.

**Q13** - Beaucoup de candidat n'ont pas utilisé l'opérateur  $+$  ou  $|$  pour la disjonction, avec parfois des équivalents corrects et d'autre fois des syntaxes erronées.

**Q14** - 92% des candidats ont traité cette question. 60% d'entre eux ont proposé un automate trop éloigné de l'automate de Glushkov, probablement à cause d'une lecture trop rapide de la question. La notion d'automate local n'est pas toujours maîtrisée. Notons que trop de candidats dessinent des transitions sans aucunes étiquettes dans l'automate.

**Q15** - De nombreuses erreurs sont venues d'une mauvaise compréhension du résultat à renvoyer. Seul un préfixe devait appartenir au langage.

**Q16** - Globalement les candidats ont traité cette question avec de bonnes intuitions et une bonne démarche. Un candidat sur six l'ayant traité a réussi à écrire la preuve du début à la fin avec rigueur.

**Q17** - La question 22 est fausse. 63 candidats ont détecté cette erreur et l'ont explicitement signifié sur leur copie, ce qui a été valorisé.

**Q18** - La question 23 était difficile, mais réussie par ceux qui ont vu la coquille de la question 22.

**Q19** - Globalement les candidats ont répondu par la négative à la question, en reconnaissant une variante du langage  $a^n b^n$  et en proposant d'utiliser le lemme de l'étoile. Toutefois, le lemme de l'étoile a été énoncé correctement par trop peu de candidat. De plus, de nombreux candidats l'ont ensuite mal utilisé, choisissant la décomposition à leur guise, manipulant la quantification existentielle comme une universelle.

**Q20** - Pour représenter un ensembles, beaucoup de candidats ont proposé un *tas binaire* ou une structure *union-find*, sans en expliciter l'implémentation. C'est l'opération de recherche qui devait ici être efficace. 40% des candidats ayant traité la question ont parlé d'ABR et 14% ont mentionné les ABR équilibrés. Les correcteurs sont surpris de ne pas avoir des pourcentages plus élevés de bonne réponse.

**Q21** - La difficulté résidait dans la création de noms uniques pour chaque variable et leur bonne association.

**Q22** - Peu traitée. La preuve demandait beaucoup de rigueur. Parmi les candidats ayant traité la question, beaucoup de candidats proposent une *induction sur le codage*. De plus le traitement du cas de l'opérateur d'arité deux dans le codage préfixe est presque systématiquement mal exécuté. Les candidats sautant à la conclusion sans vérifier si l'hypothèse de récurrence peut vraiment s'appliquer.

 RETOUR

## U SI MP

**Q1** - Dans cette première question, on demandait de déterminer l'expression du couple de précontrainte permettant d'assurer l'équilibre du pendule pour une position angulaire donnée. Au-delà de l'aspect calculatoire et du résultat attendu, il s'agissait surtout pour le candidat de rappeler et mettre en place la démarche nécessaire à travers le bilan des actions mécaniques extérieures (BAME) s'exerçant sur le pendule puis d'énoncer correctement le théorème utilisé. Le BAME est souvent incomplet ou même erroné... L'action du bâti sur le pendule à travers la liaison pivot est souvent énoncée deux fois, avec et sans frottements visqueux, ce qui n'a pas de sens. Seule l'action de la pesanteur sur le pendule nécessitait un calcul de moment simple, qui a pourtant donné du fil à retordre à de nombreux candidats. Dans l'énoncé du théorème du moment statique, l'axe de projection n'est pas toujours précisé alors qu'il est essentiel. Tous ces éléments constituent les bases de la Mécanique et ont été vus en cours de SII. On est en droit d'attendre un minimum de rigueur dans l'écriture de la part des futurs ingénieurs.

**Q2** - La présence d'une masselotte dont la position était réglable le long du pendule permettait de s'affranchir in situ des défauts d'inclinaison du sol. Certains candidats ont calculé la valeur numérique du couple de précontrainte exprimé précédemment, ce qui n'était pas le résultat attendu. Beaucoup ont délaissé ou incorrectement effectué l'application numérique. En utilisant la valeur numérique ainsi déterminée, la conclusion, qui portait sur la validation d'un critère, n'a pas été comprise par la majorité des candidats : le moment de réglage étant supérieur à celui demandé par le cahier des charges, l'exigence correspondante est validée.

**Q3** - Afin d'établir l'équation du mouvement du pendule, on demandait dans un premier temps de déterminer le moment cinétique du pendule dans son mouvement par rapport au sol, sur son axe de rotation en O1. De très nombreux candidats ne connaissent pas bien les relations de dynamique démontrées en cours. Il est absolument nécessaire de les apprendre et de les écrire avec toute la rigueur nécessaire. La difficulté ici était que le point O1 n'est pas fixe dans le repère lié au sol, ce qui occasionne un terme non nul dans l'expression du moment cinétique.

**Q4** - Il s'agissait, en utilisant le résultat précédemment établi, de déterminer la projection du moment dynamique du pendule sur son axe de rotation. Là encore, la relation de dynamique vue en cours n'est le plus souvent pas acquise, improprement écrite ou fausse. Bien peu de candidats ont obtenu tous les points pour l'ensemble des questions 3 et 4.

**Q5** - L'équation du mouvement du pendule étant fournie, on demandait d'établir avec rigueur la démarche permettant d'obtenir cette équation. Étonnamment, l'énoncé du Théorème Général de la Mécanique a donné lieu à un florilège de dénominations plus farfelues les unes que les autres ! De plus, certains candidats affirment que si cette équation est non linéaire, c'est à cause des dissipations visqueuses (pourtant proportionnelles à la vitesse) ou encore parce que le référentiel n'est pas galiléen.

**Q6** - La linéarisation de l'équation du mouvement du pendule autour de sa position d'équilibre nécessitait d'effectuer un développement limité de sinus à l'ordre 1, et de simplifier l'équation en utilisant la relation à l'équilibre obtenue en question 1. Il est navrant de constater que de très nombreux candidats de MP écrivent des énormités pour trouver la bonne réponse... qui était fournie. C'est évidemment la démarche, et non le résultat, qui est évaluée dans ce type de question.

**Q7** - Pour répondre à cette question très classique, il suffisait d'exprimer l'équation du mouvement fournie dans le domaine de Laplace, de former la fonction de transfert et de la conditionner sous forme canonique. Trop de candidats ignorent que si on divise le numérateur par une quantité, il ne faut pas

oublier de faire de même pour le dénominateur... Quant à la condition nécessaire et suffisante de stabilité d'un second ordre, elle semble souvent inconnue ou confondue avec la présence d'oscillations en exprimant un discriminant négatif.

**Q8** - Le sujet demandait d'exprimer les 3 caractéristiques du second ordre (gain, pulsation propre non amortie et coefficient d'amortissement), ce qui a été traité généralement sans souci lorsque la fonction de transfert obtenue à la question précédente était juste.

**Q9** - Pour maximiser le gain  $A$  qui se présentait sous forme d'une fraction, la solution semblait évidente : il fallait faire tendre le dénominateur vers 0, mais la majorité des candidats a borné le cosinus.

**Q10** - Cette question consistait à vérifier que l'amplification était supérieure à 10 dB dans une bande de pulsations donnée, à partir du diagramme de Bode en gain. Il est à noter que les tracés nécessaires sur le diagramme de Bode étant explicitement exigés par l'énoncé de la question, ils font évidemment partie du barème de notation. Même si la question a été bien traitée par la majorité des candidats, beaucoup ne savent pas placer correctement une pulsation sur un diagramme de Bode, décalant d'une graduation, voire d'une décade, en échelle logarithmique.

**Q11** - Dans l'ensemble, cette question de calcul d'une fonction de transfert en boucle fermée utilisant la perturbation en accélération comme entrée a été bien abordée.

**Q12** - C'est une question classique où pour la fonction de transfert du 3e ordre, on donne les valeurs de 3 pôles et on demande de justifier que quelle que soit la valeur du gain, le modèle reste stable en boucle fermée. La stabilité s'entend ici au sens asymptotique et il ne fallait pas oublier de préciser que les pôles de la fonction de transfert devaient tous être à partie réelle strictement négative. Le caractère strict de l'inégalité est souvent « oublié ». Le diagramme de Bode fourni n'était pas celui d'une FTBO, le critère du revers n'est donc pas utilisable. Ceux qui ont correctement lu les exigences dans le cahier des charges ont facilement déterminé la valeur attendue. Des confusions dépassement/résonance sont à déplorer, l'orthographe de cette dernière laissant également parfois à désirer. Donner une valeur sans un minimum de justifications ne saurait constituer une réponse valable.

**Q13** - La simplification de la fonction de transfert a rarement été correctement justifiée. L'évaluation des 2 constantes de temps n'a pas toujours été menée correctement : les applications numériques ne sont pas finalisées, et l'unité est souvent absente du résultat, ce qui est lourdement sanctionné.

**Q14** - Pour vérifier l'exigence de précision, certains candidats semblent avoir mal compris le terme « accélération » en confondant type de signal et grandeur physique. Il était autorisé de répondre à cette question en déterminant, par le calcul, l'erreur statique : encore fallait-il que la formule utilisée et les calculs soient justes. Plus simplement, il suffit d'invoquer l'existence ou non d'un intégrateur en amont de la perturbation. On note des confusions entre la classe de FTBF et celle de la FTBO. Pour vérifier l'exigence 3.3, la réponse « d'après la figure » n'est évidemment pas acceptée. Un certain nombre de candidats indiquent que « l'amplification est inférieure à 110 dB dans la bande de pulsation souhaitée » alors qu'elle l'est « dans une partie de la bande souhaitée » seulement.

**Q15** - On attendait ici que les candidats indiquent la présence d'un intégrateur en amont de la perturbation. Les résultats sont décevants pour cette question de cours. Dans la majorité des copies, seule la présence d'un intégrateur dans la boucle ouverte est notée mais sans préciser sa position par rapport à la perturbation alors que cette condition est indispensable.

**Q16** - Question bien traitée dans l'ensemble. L'erreur la plus fréquente a été de prendre en compte le bloc «  $dM$  » pourtant en-dehors de la boucle d'asservissement.

**Q17** - Question bien traitée pour peu que l'on sache placer correctement la bande de pulsations sur une

échelle logarithmique. De trop nombreux candidats n'ont pas réalisé les tracés demandés par l'énoncé.

**Q18** - La majorité des candidats ont correctement indiqué que le filtre ainsi construit était un filtre passe-bande dont la fonction est d'amplifier les signaux dans la bande de fréquence à acquérir. Mais tous n'ont pas compris que l'intérêt attendu devait être lié au système et à son contexte d'utilisation et non à la définition générique du filtre cité.

**Q19** - Question sans difficulté particulière où il s'agissait d'écrire des projections planes.

**Q20** - Question de calcul sans difficulté qui a été plutôt bien traitée.

**Q21** - Certains candidats ont effectués de longs et infructueux calculs. Il fallait faire preuve de rigueur pour démontrer que seule l'accélération selon la direction verticale était impactée par le bruit.

**Q22** - Avec un résultat correct à la question précédente, le calcul de l'angle d'inclinaison minimisant l'impact du bruit a été bien traité.

**Q23** - Il s'agit d'une question de cours. Le critère de Shannon est bien connu des candidats.

**Q24** - Très peu de réponses exactes à cette question. Le calcul d'une capacité mémoire faisant intervenir un produit et une conversion ne devrait pas poser autant de difficultés. Pour certains candidats, 1 bit représente 1 octet ! De plus, lorsque le calcul est à peu près bien posé, l'application numérique est rarement bien réalisée.

**Q25** - Question sans difficulté, plutôt bien traitée pour peu que l'on additionne la capacité de mémoire précédemment déterminée aux autres données.

**Q26** - Question finale de synthèse où il était demandé de préciser 3 composants remarquables et leurs fonctions respectives. Trop peu de candidats ont abordé cette question. Les seuls qui s'y sont risqués n'ont que très rarement été explicites dans les descriptions. Une lecture attentive du sujet permettait cependant de bien répondre à cette question.

 RETOUR

## V SI PSI

**Q1** - Cette question a globalement été bien traitée. La prise en compte de la pesanteur sur les éléments 2 et 3 a parfois été réduite à un seul torseur amenant les candidats à écrire le moment de façon erronée, les frottements visqueux ont parfois été considérés indépendamment de la liaison où ils interviennent. Nombreux sont ceux ayant travaillé un principe fondamental de la dynamique alors que le système était à l'équilibre.

**Q2** - La question a très souvent été bien traitée. A noter quelques erreurs de signes et parfois, plus problématique, des résultats non homogènes.

**Q3** - La majorité des candidats a distingué les 4 liaisons sans les réduire à la liaison équivalente qu'elles forment. La reconnaissance et la désignation des liaisons laissent cependant à désirer. Vu de nombreuses fois la confusions pivot glissant / glissière.

**Q4** - La partie calculatoire de la question n'a pas posé problème. Attention toutefois d'évaluer correctement les mobilités. L'interprétation de la valeur de  $h$  est en revanche source d'imprécision dans le vocabulaire, générant d'énormes confusions entre rigidité, solidité, robustesse, précision ou encore stabilité.

**Q5** - Le sujet attendait une analyse des surfaces de contact générant les liaisons à définir entre les différentes pièces du joint d'Oldham. Cette analyse a souvent été mal menée par les candidats stipulant à la place les mobilités supprimées. Il est par ailleurs surprenant que certains aient identifiée des liaisons encastrement, faisant perdre au joint toute son utilité. La réalisation du schéma cinématique, souvent abordée, manquait globalement de cohérence. La représentation normalisée des liaisons a généralement été respectée.

**Q6** - Question globalement réussie. Il est cependant étonnant que certains candidats n'y aient pas répondu.

**Q7** - Beaucoup d'erreur sur l'établissement du rapport de réduction du train épicycloïdal, peu indiquent la considération du porte satellite comme nouvelle référence. Il s'agit pourtant d'un cas d'étude classique que les étudiants se doivent de maîtriser.

**Q8** - Globalement bien traitée, mais il y a encore de trop nombreuses confusions entre multiplier ou additionner les rapports de réduction de réducteurs en série.

**Q9** - Question souvent abordée par analyse dimensionnelle. Les applications numériques laissent apparaître un manque de maîtrise des unités. Concernant la validation de l'exigence, énoncer « exigence validée » n'est pas une conclusion acceptable. Il est nécessaire que le candidat rappelle le niveau de l'exigence énoncé par le cahier des charges et le confronte au résultat qu'il a établi pour enfin conclure. Cette remarque est valable pour toutes les questions où l'évaluation d'un critère du cahier des charges était attendue.

**Q10** - Grande confusion sur l'origine de la non-linéarité. De nombreux candidats citent l'inertie, ne générant au demeurant aucune non-linéarité. Il était attendu la justification du non-déplacement de la vis alors même que le moteur fonctionnait.

**Q11** - Peu de candidats ont saisi le sens de « erreur de positionnement » et ont mal exploité les courbes à leur disposition.

**Q12** - La première réponse attendue était la définition mathématique d'un plan, soit un point et deux directions. Le point a été trop souvent oublié ou mal cité. Il est attendu des candidats qu'ils s'appuient sur les notations fournies par le sujet et qu'ils n'utilisent pas des désignations non définies.



L'autre réponse attendue était une matrice d'inertie simplifiée, bien trop souvent donnée sans base de définition. Il est pourtant primordial qu'elle le soit afin de mener à bien d'éventuels calculs.

**Q13** - Généralement, les calculs ont été menés sans problème majeur. En revanche, l'énoncé correct de la définition n'a pas été systématique. La mauvaise simplification de la matrice d'inertie question précédente n'a pas été sanctionnée ici si la démarche était correcte.

**Q14** - L'énoncé de la définition a posé soucis. Notamment la rigueur dans la définition de dérivée vectorielle (absence de repère d'observation) ou dans l'indice des vitesses. Les calculs n'ont pas toujours abouti.

**Q15** - Système isolé et équation utilisés ont souvent été correctement énoncés. A noter que lorsqu'il est demandé une équation issue d'un théorème, il est attendu nom du théorème, point d'application (si nécessaire) et direction de projection. La cause de non-linéarité, indépendamment de l'accélération, était unique. Il est inutile d'en lister plusieurs en espérant que la bonne s'y trouve.

**Q16** - Le développement du sinus n'a pas posé de problème mais certains candidats afin de retomber sur la formule souhaitée ont simplifié des termes sans prendre en compte l'équation d'équilibre. D'autres ont tout simplement supposé une erreur de sujet.

**Q17** - La fonction de transfert a été généralement établie sans problème (une minorité n'a pas pris la peine de la mettre sous forme canonique). En revanche la condition de stabilité est souvent énoncée sans rigueur. L'inégalité stricte était attendue mais pas toujours clairement énoncée. Quant au rôle stabilisateur du ressort, il était attendu plus qu'une simple traduction littérale de la condition mathématique énoncée juste avant.

**Q18** - L'identification des grandeurs caractéristiques de la fonction de transfert n'a pas posé de problèmes.

**Q19** - Dans le calcul du couple plusieurs points ont été source d'erreurs :

- Le signe moins a parfois disparu rendant le couple positif. Il est pourtant à choisir Q21 sur un diagramme où seules des valeurs du couple négatives figurent.
- Beaucoup trop de candidats ne connaissent pas la valeur de sinus  $30^\circ$  et passe par le cosinus de manière erronée, amenant à des applications numériques fausses.
- De nombreux candidats énoncent des résultats sans unité, ce qui est inacceptable. Il est par ailleurs surprenant que cette unité, lorsqu'elle est citée soit fausse ou simplement le résultat du produit des unités des différentes grandeurs entrant en jeu dans l'application numérique.

**Q20** - Question bien traitée dans l'ensemble. Quelques confusions sur l'énoncé de l'intervalle de validité du coefficient. Beaucoup ont énoncé des inégalités strictes (ce qui était attendu) mais ont donné un intervalle de valeurs incluant les grandeurs de borne.

**Q21** - Les candidats, lorsqu'ils ont traité la question, ont bien réussi cette question.

**Q22** - Cette question nécessitait l'exploitation d'un diagramme de Bode en vue de valider (ou pas) une exigence énoncée par le cahier des charges. Les candidats ont parfois rencontré des problèmes quant à la lecture de l'échelle logarithmique, décalant la bande passante définie. Il y a eu quelques confusions sur la notion de « gain supérieur à » et « maximum en gain supérieur à ». Enfin, rares sont les candidats à avoir noté la présence de résonance dans la gamme de prise de mesure de l'appareil.

**Q23 à Q30** - Se référer aux questions 11 à 18 du sujet MP.

 RETOUR

## W Français

### Corrigé proposé

Les propositions développées pour traiter le sujet outrepassent largement les attendus des correcteurs. Il s'agit d'une sorte de base de données, où l'on peut trouver des éléments de réflexion.

### Introduction

Dans un essai provocateur intitulé *Bullshit jobs*, paru en 2018, l'anthropologue américain David Graeber accuse le capitalisme de multiplier « les emplois rémunérés si totalement inutiles, superflus et néfastes que même le salarié ne parvient pas à justifier son existence ». Il souligne ainsi le besoin d'exercer une activité qui ait du sens, quitte à être mal payé ou méprisé. Cet ouvrage s'inscrit dans un contexte de mise en cause voire de refus du travail, longtemps considéré pourtant comme une valeur.

C'est dans cette perspective que se place Dominique Girardot lorsqu'elle dénonce la déshumanisation dont le travail peut être responsable : « L'homme ne peut pas se désintéresser de ce qu'il fait, et notamment de ce que son activité produit, sans atteinte grave à la dimension humaine. Lorsque le travail est réduit au labeur, il ne reste de l'homme que l'animal qui s'affaire à se maintenir en vie, et de la société humaine que l'interdépendance impensée de la fourmilière ». Cet énoncé qui se présente comme une vérité générale intemporelle et universelle analyse une certaine expérience du travail. Dans les deux phrases, dont la seconde explicite la première (formulée sous la forme d'une litote), s'articulent une définition circonstancielle du travail et ses effets déshumanisants : « se désintéress[er] de ce que [l'on] fait » équivaut à rédui[re] le travail au labeur », et cela entraîne « une atteinte grave à la dimension humaine », l'homme étant à son tour « réduit » à sa part d'animalité. Lorsque l'on « se désintéresse de ce que l'on fait », le travail est effectué passivement et mécaniquement, en l'absence de toute attention et de tout investissement personnel, sans considération du projet volontariste qui le porte (« ce que [l'] activité produit »), il est alors vécu comme un « labeur », terme dont la connotation péjorative suggère la pénibilité de la tâche accomplie et la souffrance qui s'ensuit. Cette expérience réductrice du travail a pour conséquence de priver l'homme de « sa dimension humaine », comme l'expriment encore la formule impersonnelle et la double négation restrictive « il ne reste de l'homme que [ . . . ] et de la société que . . . ». Le propos est ainsi fondé sur une tension entre humanité et animalité. Le travailleur qui « s'affaire à se maintenir en vie » obéit à la seule nécessité biologique, au seul impératif de survie qui l'animalise : il ne pense plus, ne conçoit plus le sens ni le but de son activité. Dès lors, il est asservi aux lois du groupe et de l'espèce, comme le suggère l'expression métaphorique « l'interdépendance impensée de la fourmilière ». En somme, le travail dont il ne comprend ni la signification ni la finalité conduit l'homme comme être individuel et comme être social à renoncer à ce qui le distingue de l'animal, soit la pensée et la véritable interaction qui définit la sociabilité, composante de l'humanité selon Aristote et Rousseau.

Cette affirmation qui oppose un travail aliénant, déshumanisant et un travail défini comme activité spécifiquement humaine est-elle pertinente ? Dans quelle mesure le travail ravale-t-il l'homme au rang de l'animal et le prive-t-il de son humanité, à la fois comme être individuel et social ? Les activités laborieuses sont-elles un facteur de régression de l'être humain au stade de l'animalité, en le soumettant à un double déterminisme naturel qui l'aliène à la fois à des nécessités vitales et au fonctionnement du groupe ?

Dans un développement qui s'appuiera sur *Les Géorgiques* de Virgile, *La Condition ouvrière* de

Simone Weil, et la pièce de Michel Vinaver *Par-dessus bord*, nous montrerons d'abord que si le travail ne fait pas sens, il déshumanise l'homme et le ravale au rang de l'animal uniquement soumis à des nécessités naturelles. Mais le propos de Dominique Girardot ouvre la possibilité d'une discussion, puisqu'il repose sur une conception circonstancielle du travail : si et seulement s'il « est réduit au labeur », le travail prive l'homme de son humanité, mais il peut avoir du sens et devenir alors *a contrario* facteur d'humanité et de sociabilité. Or cette opposition entre travail abêtissant et travail humain repose sur un présupposé d'ordre métaphysique qu'il s'agira d'explicitier. Le travail ne prend une dimension humaine en effet que dans la mesure où il existe une essence de l'homme qui l'élève au-dessus de la condition animale.

## I) Travail sans conscience n'est que ruine de l'homme

Le travail « réduit au labeur » est déshumanisant : il asservit l'homme à une tâche dont il « se désintéress[e] » et dont il ne voit ni l'intérêt ni le sens, car il est uniquement conditionné, à la fois comme être naturel et comme être social, par des nécessités d'ordre naturel. Une telle aliénation, qui le ravale au rang de l'animal, constitue « une atteinte grave à la dimension humaine ».

### I.1 Aliénation individuelle

Force est de constater que, travaillant seulement pour vivre, l'homme est contraint par une nécessité qui le détourne de toute réflexion et de tout investissement personnel dans son activité : il « se désintéress[e] de ce qu'il fait et de ce que son activité produit ». Il « s'affaire » ainsi passivement et mécaniquement à sa tâche, sans s'intéresser davantage aux fruits d'un labeur dont il ne perçoit ni le sens ni la finalité.

C'est sans doute *La Condition ouvrière* de Simone Weil qui entre le plus en résonance avec cette conception tragique du travail. « Si on s'y soumet, c'est, comme dit Homère au sujet des esclaves « bien malgré soi, sous la pression d'une dure nécessité », écrit-elle (p. 274) ; la reprise de cette citation de *L'Iliade* (chant V, vers 458 mise en exergue du « Journal d'usine » prouve bien son importance. Au fil de l'essai, la philosophe exprime en effet fréquemment l'idée selon laquelle chez le travailleur moderne « la pensée se recroqueville, se rétracte » (p. 60 et 333), car « on ne peut pas être conscient » (p. 60). Elle impute « cette absence de pensée » à « la machine moderne » (p. 63), car lorsqu'on travaille aux pièces, on est seulement préoccupé par la cadence infernale à laquelle contraint la machine, de crainte de subir un manque à gagner si la tension se relâche. Elle constate pour l'avoir vécu que « le travail est trop machinal pour offrir matière à la pensée » et regrette que « la ressource [qu'avaient les esclaves stoïciens] soit interdite aux esclaves de l'industrie moderne. Car ils vivent d'un travail pour lequel, étant donné la succession machinale des mouvements et la rapidité de la cadence, il ne peut y avoir d'autre stimulant que la peur et l'appât des sous. Supprimer en soi ces deux sentiments à force de stoïcisme, c'est se mettre hors d'état de travailler à la cadence exigée. Le plus simple alors, pour souffrir le moins possible, est de rabaisser toute son âme au niveau de ces deux sentiments » (p. 228). Simone Weil souligne ainsi le désintérêt du travailleur pour un travail qui lui sert seulement à gagner de quoi vivre, et dont il ne perçoit pas le sens puisqu'il ne laisse aucune place à la conscience ni à l'esprit car « [son] attention [est] limitée constamment au geste qu'[il] est en train de faire » (p. 284). Le travailleur ainsi dépossédé de sa volonté et de toute initiative personnelle est réduit à une existence purement corporelle, dans un rapport immédiat au temps, puisque « le corps vit dans l'instant [alors que] l'esprit domine, parcourt, et oriente le temps » (p. 284). L'ouvrier, dont on exige seulement la soumission passive à la machine et aux chefs, « se désintéress[e] de ce qu'il fait », il n'a donc ni l'esprit

ni le cœur au travail. La méconnaissance de l'outil de travail mais aussi des objets qu'il sert à produire lui interdit d'appréhender la finalité et l'utilité de sa tâche : il est dans « l'ignorance totale de ce à quoi [il] travaille » (p. 340). Les fruits que « son activité produit » lui échappent : Simone Weil affirme que « l'univers où vivent les travailleurs refuse la finalité » (p. 422), et elle déplore que l'ouvrier soit privé du fruit de son travail, alors qu'il devrait en être la récompense : « l'ouvrier ne sait pas ce qu'il produit, et par suite il n'a pas le sentiment d'avoir produit mais de s'être épuisé à vide » (p. 340). Une telle conception du travail est résolument tragique comme le dit la formule aphoristique « la nécessité est partout, le bien nulle part », et le travailleur impuissant est représenté comme une victime, enfermée dans un cercle vicieux : « on travaille seulement parce qu'on a besoin de manger. Mais on mange pour pouvoir continuer à travailler. Et de nouveau on travaille pour manger » (p. 420), il s'agit seulement de « se maintenir en vie ».

Dans la pièce de Michel Vinaver *Par-dessus bord*, c'est le monde de l'entreprise capitaliste qui donne lieu à une analyse du travail comme nécessité vitale justifiant la soumission des employés à la brutalité des nouvelles méthodes de management, et qui les empêche de « s'intéresser à ce qu'[ils font] et à ce que [leur] activité produit ». En effet, le besoin de garder son emploi pour « se maintenir en vie » explique la répétition mécanique des scènes où Lubin cherche absolument à vendre ses produits à Mme Lépine, au début de trois mouvements de la pièce, le premier, le deuxième et le cinquième ; c'est aussi pour ne pas perdre un emploi rémunérateur que les salariés endurent les changements de postes disqualifiants imposés par Benoît au profit de nouveaux promus, sans concertation aucune et dans des termes définitifs qui ne souffrent pas la discussion : « je procède à un apport de sang neuf dans la maison Yves Battistini crée le service d'études de marché Jean-Baptiste Peyre devient chef de groupe de produits Battistini Peyre et Claude Dutôt seront les piliers de notre organisation *marketing* André Saillant avec le titre de *controller* animera toute la partie gestion financière et administrative j'ai promu l'un de vous Grangier à la fonction importante de directeur de l'usine » (p. 131) ; c'est encore la nécessité de gagner sa vie qui contraint à subir les brimades, comme le montre l'attitude de Battistini qui refuse d'abord de se plier à l'interrogatoire humiliant de Jack « *en claquant la porte* » (p. 142) mais se voit obligé de réintégrer docilement la réunion, après que Jenny a intimé à Passemar l'ordre d'aller le chercher (« rappelez-le » p. 245). L'investissement personnel dans le travail appartient plutôt au passé, à l'ère de l'entreprise familiale dirigée par M. Dehaze père, mais dans l'entreprise dirigée par le nouveau P.-D.G. le goût du travail est ironiquement démenti par l'obligation qui est faite aux employés de manifester un enthousiasme hyperbolique, comme le fait par exemple Lubin lorsqu'il promet à Mme Lépine « quelque chose de sensationnel » (p. 11 et p. 39) ou « une offre sensationnelle » (p.109), et ce, en dépit de l'univers de requins où ils évoluent. En fait la société Rivoire et Dehaze est une machine qui broie les hommes sans reconnaissance du travail fourni et sans considération pour le fruit du travail : le papier-toilette produit par l'entreprise symbolise la vanité du travail consacré à fabriquer et à vendre un objet trivial associé à l'évacuation des matières fécales et destiné lui-même à être évacué ; quant aux gains financiers de l'entreprise, ils sont assimilés à la matière fécale par le psychosociologue Reszanyi qui clôture ainsi la tirade burlesque où il développe savamment une théorie inspirée de la psychanalyse : « la catégorie de la propriété l'argent est la matière fécale vécue sous une forme qui n'a pas besoin d'être refoulée parce qu'elle a été désodorisée déshydratée rendue brillante ». Le fruit des efforts consentis dans le travail ne compte pour rien, peu de chance donc pour que les employés aient alors le goût et la fierté de leur travail et s'y engagent pleinement, peu de chance pour qu'ils s'intéressent à « ce qu'[ils font] » et à ce qu'ils produisent..

Virgile, dans *Les Géorgiques*, ne partage pas une vision si pessimiste du travail, qui pourtant apparaît comme une nécessité vitale pour les hommes de l'Antiquité puisque les dieux le leur ont imposé, comme on peut le lire au livre premier consacré au labourage (p. 45) : « le Père des dieux lui-même a voulu rendre la culture des champs difficile ». Le « labeur » s'impose ainsi à coup sûr aux humains, contraints à la pénibilité des travaux qui leur permettent de « se maintenir en vie », puisqu'ils sont consacrés au travail de la terre (livre I), à l'arboriculture (livre II), à l'élevage (livre III), et à l'apiculture (livre IV), autant d'activités pourvoyeuses de ressources qui permettent de « se maintenir en vie ». Le paysan peine à la tâche, car il travaille dans un environnement hostile, dont il doit combattre les résistances et les obstacles. Par exemple, une fois surmontées les difficultés du labourage, il rencontre encore bien des épreuves que le poète énumère au livre I (p. 45) : « en dépit de tout ce mal que les hommes et les bœufs se sont donné pour retourner la terre, ils ont encore à craindre l'oie vorace, les grues du Strymon, l'endive aux fibres amères et les méfaits de l'ombre ». Et il en va de sa vie puisque ce sont ses moyens de subsistance qui sont en jeu. En effet le long récit de la mort de différentes espèces animales victimes de diverses maladies (pp. 135-142) montre ce qu'il advient si les éleveurs ne consacrent pas tous leurs efforts à éviter les causes incriminées : il s'agit bien de préserver les ressources indispensables pour « se maintenir en vie ». Et l'on peut entendre le cri du désespoir de ceux qui ont perdu le fruit de leur « labeur » lors de l'épizootie qui ravagea le Norique et les bords du Timave : « Que leur servent leur labeur et leurs bienfaits ? que leur sert d'avoir retourné avec le soc de lourdes terres ? » (p. 140). Le travail pénible des paysans de l'Antiquité obéit donc à des contraintes vitales, cependant le poète latin n'y voit pas « une atteinte grave à la dimension humaine », mais au contraire un facteur de civilisation, nous y reviendrons. Ainsi, lorsqu'il ne travaille que pour répondre en quelque sorte à son instinct de survie, l'individu est aliéné par un travail « réduit au labeur, car il est tout entier « affair[é] » à sa tâche, au détriment de sa conscience et de sa pensée. Ce point de vue radical est défendu par Simone Weil et Michel Vinaver, alors que la position de Virgile est nettement moins pessimiste.

### I.2 Aliénation collective

C'est aussi en tant qu'être social que l'homme est affecté par une telle expérience réductrice du travail. La sociabilité est en effet une composante de l'humanité : Aristote définit l'homme comme un « animal social » et Rousseau fait de la pitié pour son semblable l'apanage de l'homme dès l'état de nature ; donc si le travail réduit la société à « l'interdépendance impensée de la fourmilière », il porte « atteinte » à la sociabilité, comprise comme aptitude à de véritables interactions humaines, donc il porte « atteinte » à l'humanité. Simone Weil dans *La Condition ouvrière* dénonce régulièrement et avec la plus grande énergie l'absence de solidarité et de fraternité qui règne dans les usines. C'est donc « l'interdépendance de la fourmilière » qui régit les relations entre les ouvriers de l'usine, rendus faussement solidaires les uns des autres, car ils sont prisonniers des chaînes de fabrication, conditionnés par la mécanique à laquelle ils sont soumis. En effet, la rationalisation imposée par le taylorisme et le fordisme conduit à l'isolement des travailleurs, dont rendent bien compte la métaphore physique de l'atome et le champ lexical de la solitude dans le passage suivant (p. 321) : « Ce système a aussi réduit les ouvriers à l'état de *molécules*, pour ainsi dire, en en faisant une espèce de structure *atomique* dans les usines. Il a amené l'*isolement* des travailleurs. C'est une des formules essentielles de Taylor qu'il faut s'adresser à l'ouvrier *individuellement* ; considérer en lui l'*individu*. Ce qu'il veut dire, c'est qu'il faut *détruire la solidarité* ouvrière au moyen des primes et de la concurrence. C'est cela qui produit cette *solitude* qui est peut-être le caractère le plus frappant des usines organisées selon le système actuel, solitude morale qui a été certainement diminuée par les événements de juin. Ford dit ingénument qu'il

est excellent d'avoir des ouvriers qui s'entendent bien, mais qu'il ne faut pas qu'ils s'entendent trop bien parce que cela diminue l'esprit de concurrence et d'émulation indispensable à la production ». La vraie solidarité, la fraternité, écrit-elle (p. 61) « il y en a peu, très peu. Le plus souvent les rapports même entre camarades reflètent la dureté qui domine tout là-dedans ». Pis encore le système suscite la rivalité entre les travailleurs, comme en témoigne un autre passage : « il y a pas mal de jalousie parmi les ouvrières, du fait de l'organisation de l'usine » (p. 54). Et si l'on considère la famille comme première instance de socialisation, la conversation avec une camarade, relatée par Simone Weil, en dit long sur le défaut d'esprit de famille dont le travail est responsable : « Un jour, une ouvrière amène au vestiaire un gosse de neuf ans. Les plaisanteries fusent. « Tu l'amènes travailler ? » Elle a deux gosses et un mari malade à sa charge. Elle gagne bien de 3 à 4 francs de l'heure. Elle aspire au moment où enfin ce gosse pourra être enfermé à longueur de journée dans une usine pour rapporter quelques sous. Une autre, bonne camarade et affectueuse, qu'on interroge sur sa famille. « Vous avez des gosses ? — Non, heureusement. C'est-à-dire, j'en avais un, mais il est mort. Elle parle d'un mari malade qu'elle a eu huit ans à sa charge. « Il est mort, heureusement ». C'est beau, les sentiments, mais la vie est trop dure... ». Le travail qui emprisonne l'ouvrier dans le fonctionnement d'un système mécanique est donc paradoxalement un facteur de désocialisation.

Cette absence de solidarité, qui enferme les travailleurs dans « l'interdépendance impensée de la fourmilière », caractérise aussi le monde de l'entreprise que représente Michel Vinaver dans *Par-dessus-bord*. Dans le quatrième mouvement, Benoît, le nouveau P.-D.G., procédant à une restructuration de l'entreprise, décrit le nouvel organigramme du personnel, mais il commence par mettre fin à l'ancien régime : « il y a une chose qui est terminée je ne vous le demande pas je vous le dis ce sont les chamailleries entre certains d'entre vous tout ce grenouillage de couloirs ça n'a plus de place dans la maison » (p. 131), c'est dire l'atmosphère tendue qui régnait dans l'entreprise. Cette mentalité du « chacun pour soi » qui caractérise ceux qui travaillent dans « la fourmilière » de l'entreprise explique le climat de jalousie et de rivalité révélé par les trois premiers tableaux : outre le combat des chefs (allégorisé par l'affrontement mythique narré par M. Onde), puisque Benoît « jette par-dessus-bord » Fernand Dehaze et Olivier son légitime successeur, les querelles divisent Dutôt et Passemar, du service des ventes, et Grangier, le responsable de la fabrication, ou opposent Mme Alvarez, restée fidèle à Olivier, l'héritier légitime, et Mme Bachevski, qui a pris le parti de Benoît, l'usurpateur. Ces rivalités internes qui minent l'entreprise sont les signes récurrents de la violence des rapports humains au sein du personnel d'encadrement. Le nouvel organigramme des cadres imposé par Benoît (p. 131) ne favorise pas davantage de véritables interactions humaines : les rivalités sont attisées par la brutalité des changements de postes, dont sont gratifiés les uns (Grangier) aux dépens des autres (Olivier, Mme Alvarez, Mme Bachevski, Cohen, Lubin), à la faveur de l'intégration de « jeunes loups » qui prennent le pouvoir à partir du quatrième mouvement. Ce mode de gestion du personnel très vertical n'encourage pas la communication entre les employés : les dialogues de sourds où s'entremêlent et s'entrechoquent des répliques discontinues, sans locuteurs ni destinataires, révèlent l'absence de véritable échange, par exemple au début la pièce à l'occasion de la fête de l'entreprise :

« Où elle est ma cuisse de poulet ? Il y avait une cuisse de poulet dans mon assiette.

— Moi j'ai le cafard depuis qu'elle est née

— C'est ravissant ça coûte cher ?

— Je suis plus avec vous qu'avec mon mari mais je connais mieux mon mari que vous je connais pas non plus si bien mon mari

— Ça fait six ans au moins que vous l'êtes mariée ?

— Huit ans que je suis ici à la comptabilité ».

Il en est de même du festin de mariage final (pp. 231-234) où alternent des bribes de discours sur la nourriture, la santé, le salaire qui ne constituent en aucun cas un véritable dialogue. Cette collision de paroles est à son comble dans la scène où chacun y va de sa proposition pour donner un nom au nouveau papier hygiénique (pp. 154-159), sans que s'établisse un véritable échange de vues ou une authentique élaboration collective. L'entreprise commerciale où « l'homme est un loup pour l'homme » est donc un univers tout aussi asocial que l'usine de l'ère industrielle où règne « l'interdépendance impensée de la fourmilière ».

*Les Géorgiques* de Virgile ouvrent de nouveau une autre perspective. C'est notamment le passage du livre IV consacré au microcosme de la ruche qui offre l'occasion d'une réflexion sur la dimension collective du travail, dans la mesure où l'on peut voir dans la vie de la ruche un modèle de vie collective. Mais paradoxalement, en aucun cas le poète ne représente « l'interdépendance de la fourmilière » à travers l'organisation de la vie des abeilles. En effet, dans l'évocation anthropomorphique de la ruche, les abeilles sont personnifiées, dotées d'un corps humain (elles ont des « membres », des « épaules »), de sentiments et d'une « âme », et même explicitement comparées aux citoyens romains, les « quirites » (p. 157), la ruche a des « remparts », dont les alvéoles sont des « chambres », mais surtout elles font société puisque le travail de la ruche obéit à une parfaite synchronisation où prévalent la solidarité et le sens du collectif, nous y reviendrons. Aussi l'allégorie, loin de montrer dans le travail de la ruche la soumission aux lois du groupe et de l'espèce (comme le suggère Dominique Girardot par la métaphore de « l'interdépendance impensée de la fourmilière »), met-elle en évidence la sociabilité dont les abeilles sont capables, à l'instar des hommes. Virgile ne se rend donc pas à la vision pessimiste de Simone Weil et Michel Vinaver qui considèrent que le travail « réduit au labeur » ravale la société des hommes au fonctionnement d'une « fourmilière », au motif qu'il ne permet pas d'instaurer de véritables interactions sociales, ni une réelle solidarité entre les hommes. Dans ce cas, il ne fait qu'asservir l'individu puisque celui-ci dépend des lois d'un groupe qui ne fait pas société.

### I.3 Déshumanisation de l'homme

Si le travail est « réduit au labeur », si le travailleur « se désintéresse de ce qu'il fait et de ce que son activité produit », alors « il ne reste de l'homme que l'animal » asservi à des nécessités naturelles à la fois comme individu et comme être social, celui-ci est privé de son humanité, ravalé même au rang d'un simple objet. C'est encore ce que montre le mieux *La Condition ouvrière*, où Simone Weil relate l'épreuve douloureuse de la déshumanisation qu'elle a subie en travaillant à l'usine. En effet, elle s'est sentie constamment dépouillée de sa « dignité » d'être humain : en attestent les très nombreuses occurrences de ce terme qui constitue un *leit-motiv* de l'œuvre. On peut citer parmi bien d'autres le passage suivant : « toutes les raisons extérieures (je les avais crues intérieures, auparavant) sur lesquelles s'appuyaient pour moi le sentiment de ma dignité, le respect de moi-même ont été en deux ou trois semaines radicalement brisées sous le coup d'une contrainte brutale et quotidienne » (p. 59). Le travail conditionne et transforme ainsi l'homme en le soumettant à une violence primaire qui, littéralement, l'abêtit : « c'est impossible, écrit-elle, de ne pas devenir indifférent et brutal, comme le système dans lequel on est pris ». Pis encore, si ce qu'écrivait Homère au sujet des esclaves vaut pour le travailleur moderne, c'est que la condition ouvrière le ravale même au rang d'un objet, dans la mesure où, dans l'Antiquité, les esclaves avaient juridiquement le statut des biens immobiliers. Esclave, l'ouvrier sert la machine, « il ne s'en sert pas » (p. 339), il est donc réifié comme Simone Weil le montre

par la figure du chiasme qui exprime bien l'inversion des statuts dans la formulation suivante : « les choses jouent le rôle des hommes, les hommes jouent le rôle des choses » (p. 336), c'est l'homme qui devient l'outil de travail, perdant sa conscience et son statut d'être pensant. La philosophe raconte par le menu les expériences de servitude des travailleurs qui « ne sont pas des hommes libres » (p. 330), réduits à une existence inhumaine par le mécanisme de la pendule de pointage, par la journée de travail « passée parmi les machines », par l'obéissance aveugle aux chefs dont « ils subissent [passivement] les ordres » (p. 331), par le comportement grégaire que leur impose l'attente sous la pluie battante à la porte de l'usine, ou devant le guichet où on leur octroie une misérable paie « sans compte à rendre » (p. 268). Le travail anéantit alors totalement l'être humain, « comme si quelqu'un répétait à l'oreille de minute en minute, sans qu'on puisse rien répondre : « Tu n'es rien ici. Tu ne comptes pas », et la philosophe de reprendre « on compte pour rien » (p. 331). L'« atteinte à la dimension humaine » est gravissime.

La déshumanisation est aussi un enjeu central de la pièce de Michel Vinaver, dont le titre métaphorique peut, entre autres significations, s'entendre comme l'abandon de tout principe d'humanité dans l'entreprise commerciale moderne, qui « jette » l'humain « par-dessus bord » : « il ne reste de l'homme que l'animal ». La thématique scatologique qui sature toute la pièce souligne ironiquement cette régression à l'animalité. L'entreprise est elle-même assimilée à un organisme défécant dans cette réplique de Jack : « Est-ce qu'on ne peut pas en partant de là construire un produit et le lâcher avec une force véritablement explosive ? » (p. 146), et le papier-toilette qu'on y fabrique et commercialise est au centre de tous les échanges, cet objet trivial renvoyant symboliquement à une fonction purement physiologique plutôt dégradante. Toute la vie de l'entreprise tourne, si l'on peut dire, autour de la défécation, les hommes y sont soumis à une régression au rang de l'animal. L'interminable interrogatoire que Jack fait subir à Benoît (pp. 112-113), puis sur un mode majeur à l'ensemble des cadres (pp. 134-146), rend particulièrement sensible l'avilissement de l'homme, réduit à sa condition animale par l'insistance sur la fonction purement physiologique de la défécation, qui finit par indigner Battistini protestant ainsi : « se regarder en train de déposer un étron au fond d'une cuvette ça n'est pas d'un intérêt transcendant » (p. 139). Dans la machine à broyer l'humanité qu'est l'entreprise, l'existence est réduite à la satisfaction des besoins animaux, c'est ce qu'exprime cet échange entre Benoît et Margerie : « manger travailler dormir », « faire l'amour » (p. 69). Jack donnera même une caution doctrinale à cette anthropologie dégradante en se référant à Saint-Augustin et Nietzsche (dont il transforme et déforme les citations dans un amalgame burlesque) : « Saint Augustin a dit entre les urines et les matières fécales nous sommes nés dans quelques centimètres carrés tout se concentre la souffrance et l'extase et la saleté on sort de là et ça sort de nous et on s'essuie l'homme est un animal qui s'essuie Nietzsche a dit l'homme est un animal qui fait des promesses tout se tient promettre c'est être constipé avec le passé » (p. 184). Ainsi, alors que l'homme se définit par l'association entre corps et âme, cette réduction au « bas corporel » relève de l'anthropologie primaire qui s'impose dans le monde du travail, quand « il ne reste de l'homme que l'animal ».

Le poème de Virgile se démarque encore des œuvres modernes sur ce point. Pour lui, le travail du paysan de l'Antiquité n'est pas synonyme de déshumanisation, même s'il rapproche l'homme de la nature dont il subit les forces hostiles sous la forme des intempéries, des maladies des animaux par exemple, mais aussi les rythmes cosmiques. En effet, Virgile explique au livre II que « le travail des laboureurs revient toujours en un cercle, et l'année en se déroulant le ramène avec elle sur ses traces » (p. 96), celui-ci est contraint de se plier au rythme des saisons et aux révolutions des astres, de se



soumettre aux cataclysmes naturels envoyés par les dieux, qui peuvent détruire les fruits de son travail : « Souvent, quand le cultivateur introduisait le moissonneur dans les guérets dorés et coupait déjà les orges à la tige frêle, j'ai vu moi-même tous les vents se livrer des combats si terribles qu'ils déracinaient et faisaient voler au loin dans les airs la lourde moisson, et l'ouragan emporter alors dans un noir tourbillon le chaume léger et les feuilles volantes. Souvent aussi une immense traînée d'eaux s'avance dans le ciel et un cortège de nuées venu de la haute mer recèle l'affreuse tempête aux sombres pluies ; le haut éther fond, et noie dans un déluge énorme les riches semailles et les travaux des bœufs ; les fossés se remplissent, le lit des fleuves s'enfle en mugissant, et la plaine liquide bouillonne en ses abîmes soulevés. Le Père lui-même, au sein de la nuit des nuées, lance ses foudres d'une dextre flamboyante ; sous la secousse la terre immense tremble, les bêtes se sont enfuies, et une consternation effroyable a abattu les cœurs des mortels. » (p. 57). Mais, bien que confronté et soumis en quelque sorte aux forces de la nature, le paysan n'abdique pas pour autant de son humanité, il n'est pas réduit à ce qu'il y a en lui de plus naturel puisque c'est précisément en résistant au joug de la nature qu'il accède à sa condition prométhéenne, il est donc loin d'être ravalé au rang de l'animal, nous y reviendrons.

Les deux auteurs du XXe siècle insistent sur la déshumanisation que les formes modernes du travail font subir à l'homme ; au contraire Virgile montre que celui-ci constitue un facteur d'humanité, car il permet de surmonter les contraintes naturelles auxquelles l'animal reste irrémédiablement soumis.

La position de Virgile se distingue donc de celle des deux auteurs contemporains pour qui le travail « est réduit au labeur » lorsque le travailleur « se désintéresse de ce qu'il fait et de ce que son activité produit ». Dans ce cas, l'homme est déshumanisé car il est soumis à des nécessités qui le rappellent à la condition de « l'animal qui s'affaire à se maintenir en vie » et vit dans « l'interdépendance impensée de la fourmilière ». Cependant Dominique Girardot ne propose pas une définition essentialiste du travail dont elle affirme la négativité relativement aux circonstances : le travail déshumanise si et seulement s'il est « réduit au labeur ». La formulation syntaxique de sa thèse ouvre donc la voie à la discussion et permet de revenir sur une conception par trop tragique du travail et de l'homme.

## II) Humaniser le travail

A condition que l'homme « s'intéresse à ce qu'il fait et à ce que son activité produit », le travail prend son sens, et il peut être un facteur d'humanisation : l'activité laborieuse elle-même apporte à l'individu un supplément d'âme, autant que ses finalités comblent de hautes aspirations humaines ; et sur le plan collectif, loin de réduire la société à « l'interdépendance impensée de la fourmilière », le travail favorise une réelle sociabilité par les interactions humaines qu'il développe.

### II.1 Le travail, un supplément d'âme

Lorsque le travail n'est pas « réduit au labeur », il devient la source d'un réel épanouissement pour le travailleur à condition que celui-ci ait une pleine conscience de « ce qu'il fait », et qu'il agisse en être pensant, en toute connaissance de la signification de « ce que son activité produit ».

Le paysan des *Géorgiques* de Virgile illustre le mieux cette positivité du travail. En effet, loin d'asservir l'homme et de le réduire à sa part d'animalité, les difficultés auxquelles il est confronté sont l'occasion de développer une inventivité tout humaine car il fabrique des outils afin de venir à bout des obstacles que lui oppose la nature. C'est Jupiter qui en est responsable, comme on peut le lire au livre I : « son but était, en exerçant le besoin, de créer peu à peu les différents arts, de faire chercher dans les sillons l'herbe du blé et jaillir du sein du caillou le feu qu'il recèle » (pp. 45-46). L'homme prométhéen se libère ainsi des contraintes naturelles, contrairement à l'animal. Au livre III, Virgile évoque la dureté

du climat enduré par les Scythes qui conduit ces peuplades pourtant barbares à déployer un surcroît d'ingéniosité en fabriquant des objets adaptés à l'environnement rendu hostile par le froid : de « larges chariots » aux « roues cerclées de fer », « des haches » pour couper « le vin jadis liquide », et des armes pour tuer les cerfs immobilisés par la neige (p. 130). La capacité à planifier les activités agricoles en fonction des observations suppose aussi un éveil et le déploiement d'une rationalité que ne possède pas l'animal. En effet, au livre I, Virgile recommande au laboureur d'observer et de lire le monde qui l'entoure pour en décrypter les signes : « avant de fendre avec le fer une campagne inconnue, qu'on ait soin d'étudier au préalable les vents, la nature variable du climat » (p. 41) ; il lui faut aussi interpréter les présages envoyés par les dieux : « pour qu'[il] puiss[e] connaître à des signes certains les chaleurs, et les pluies, et les vents précurseurs du froid, le Père lui-même a déterminé ce qu'annonceraient les phases de la lune, quel signe marquerait la chute des autans, quels indices souvent répétés engageraient les cultivateurs à tenir leurs troupeaux plus près des étables », il en va de l'efficacité et du rendement du travail fourni, c'est-à-dire de « ce que son activité produit ». La mise en œuvre de la raison distingue ainsi l'homme de l'animal prisonnier des nécessités naturelles, parmi lesquelles l'amour, compris comme pulsion et déchaînement des appétits sexuels débridés relevant de l'instinct animal. Virgile fait ainsi un tableau effrayant des ravages de « Vénus et [des] aiguillons de l'amour aveugle » qui conduisent les taureaux à se battre sauvagement et tous les animaux à entrer en furie (p. 122-127), et comme « l'amour est le même pour tous » (p. 124), il en dénonce les effets délétères parmi les hommes : « Que n'ose point un jeune homme, lorsque le dur amour fait circuler dans ses os son feu puissant ? À travers la tempête déchaînée, tard dans la nuit aveugle, il fend les flots à la nage ; au-dessus de lui tonne la porte immense du ciel, et les vagues qui se brisent sur les écueils le rappellent en arrière ; mais ni le malheur de ses parents ni celui de la jeune fille qui mourra après lui d'un cruel trépas ne peuvent le faire renoncer à son entreprise » (p. 125). Au contraire, l'énergie canalisée, dirigée par la raison que le paysan est capable de mettre en œuvre dans ses activités, est préférable aux dérèglements et à la démesure de l'amour. Ainsi pour Virgile, l'homme accède à un statut prométhéen par le travail qui l'affranchit des nécessités naturelles et l'élève au-dessus de la condition animale.

Un tel épanouissement humain par le « travail non servile » est envisagé par Simone Weil dans *La Condition ouvrière*. On peut trouver dans le travail ouvrier une réponse aux plus hautes aspirations de l'âme, à certaines conditions. Il faut d'abord que les travailleurs puissent avoir une distance réflexive (« une attention discursive » écrit-elle p. 430) par rapport à la tâche qu'ils accomplissent, celle-ci n'étant pas réservée aux chefs et aux donneurs d'ordres : c'est par le raisonnement qu'ils peuvent limiter les efforts pénibles que nécessite la résistance des choses. Dans le « Journal d'usine », Simone Weil cite le témoignage d'un ouvrier qui travaille sur un métier Jacquart et dit n'être jamais fatigué grâce à la connaissance de son outil et du processus de fabrication. Elle ne cesse de réaffirmer l'importance de la réflexion et de la verbalisation afin de prendre du recul sur l'expérience vécue, sans se laisser absorber par la tâche pénible à laquelle on est « affairé », pour reprendre le mot de Dominique Girardot. Parmi de nombreux passages, on peut citer celui où elle s'adresse aux ouvriers de Rosières : « je viens vous demander de bien vouloir prendre une plume et du papier, et parler un peu de votre travail. Ne vous récriez pas. Je sais bien : quand on a fait ses huit heures, on en a marre, on en a jusque-là, pour employer des expressions qui ont le mérite de bien dire ce qu'elles veulent dire. On ne demande qu'une chose, c'est de ne plus penser à l'usine jusqu'au lendemain matin. [ ... ] Dites aussi si vous éprouvez parfois la joie du travail, la fierté de l'effort accompli. S'il vous arrive de vous intéresser à votre tâche. » (p. 205-207). C'est donc qu'il y a de rares moments de grâce qui valent la peine d'être

vécus en toute conscience. Il s'agit donc pour la professeure de philosophie d'instruire les ouvriers pour leur apprendre à penser : c'est ce qu'elle écrit à Victor Bernard lorsqu'elle prétend rendre la poésie grecque « accessible à tous » (p. 244). Ensuite le travail est susceptible de renforcer l'humanité à la condition d'une prise de conscience salutaire des risques qu'encourt la « dignité humaine » compromise par la vie à l'usine. C'est ce qu'éprouve quant à elle la philosophe lorsqu'elle fait l'expérience difficile de la condition ouvrière qui avilit l'homme jusqu'à ce qu'il relève la tête : « Je me suis juré de ne pas sortir de cette condition d'ouvrière avant d'avoir appris à la supporter de manière à y conserver intact le sentiment de ma dignité d'être humain. Je me suis tenu parole. Mais j'ai éprouvé jusqu'au dernier jour que ce sentiment était toujours à reconquérir, parce que toujours les conditions d'existence l'effaçaient et tendaient à me ravalier à la bête de somme » (p. 216-217). Pour Simone Weil, le travail est donc potentiellement une expérience qui élève l'homme, de cœur et d'esprit. Dans sa réflexion sur une réforme des conditions de travail à l'usine, elle propose, non d'abolir l'effort et la souffrance inhérents au « labeur » de l'ouvrier, mais de mettre fin à ce qui prive le travail de son sens, à ce qui le rend avilissant et inhumain (ou du moins d'y tendre, même de manière asymptotique) lorsque le travailleur « s'affaire » seulement à une activité dont il « se désintéress[e] ».

Michel Vinaver dans *Par-dessus bord* traite par la négative la question du sens et de l'humanité du travail : c'est quand les employés de l'entreprise Ravoire et Dehaze font l'expérience de la décoïncidence qu'ils se rendent compte, après coup, de l'intérêt de leur activité. Au cinquième mouvement, Lubin confie ainsi à Mme Lépine, après avoir démissionné : « je suis né vendeur il me faut la route le contact avec la clientèle le goût de la victoire chaque fois que j'enlève une commande je leur ai dit Ravoire et Dehaze c'est toute ma vie » (p. 219). Lubin, qui s'est pleinement investi dans son métier, « s'[en] désintéress[e] » désormais : il en est dégoûté vu le sort qui lui a été réservé par la jeune garde. Un tel engagement personnel semble appartenir au passé : Fernand Dehaze, l'ancien P.-D.G, lors de la « sympathique réunion » organisée pour le lancement du nouveau papier toilette « Bleu-Blanc-Rouge » sur lequel il mise pour redresser la situation, s'adresse ainsi aux membres de son personnel réuni, soulignant leur intérêt pour le travail dans l'entreprise : « j'en veux pour preuve votre présence qui n'était pas obligatoire et votre bonne humeur qui l'était encore moins », et pour motiver les troupes, il évoque un avenir radieux afin de donner du sens au travail de tous et de motiver leur engagement : « vous travaillez dans une entreprise qui a l'avenir devant elle ce n'est pas sans émotion que je préside aux ultimes préparatifs de lancement de notre premier nouveau produit depuis plus de douze ans » (p. 32). Mais il est permis de douter de la sincérité de l'enthousiasme qu'affichent les employés autant que les patrons, car Fernand Dehaze s'exprime sur un mode hyperbolique, indice de l'ironie et de la satire dont le texte est porteur. En effet, un lyrisme décalé mine le discours de Lubin lorsqu'il fait la promotion de l'objet trivial qu'il cherche à vendre en parlant d'un produit « sensationnel », à l'ouverture des premier, deuxième et quatrième mouvements ; quant aux discours managériaux exaltés de Benoît dans le quatrième mouvement (pp. 130-132) et, dans le sixième, celui de Ralph Young, particulièrement ridicule, ils relèvent d'une rhétorique enflammée qui sonne creux : « vous entrez dans une grande famille United Paper Company est implantée dans soixante et un pays et partout le même esprit de famille the Youpico *spirit* comme nous disons l'esprit Youpico on reconnaît un homme Youpico n'importe où dans un aéroport sur une plage il a le regard clair le maintien assuré vous avez montré que vous avez de la fibre il ne vous a manqué que les poumons pour inspirer plus et expirer mieux nous c'est seulement ça que nous vous apportons une capacité thoracique véritablement formidable à vous de jouer bien sûr nous serons around on vous conseillera vous bénéficierez de notre

*know-how* dans les domaines du *research and development* et du *financial planning* et du *marketing* on prendra les grandes décisions ensemble mais *you're on your own* la société que nous achetons ça n'est pas les machines ni les bâtiments ni les produits, *it's the people*, ce sont les gens c'est vous tous que nous voulions » (p. 250). En réalité, les employés ne peuvent réellement penser à un travail qui ne leur apporte aucune dignité ni aucun supplément d'âme, car ils n'ont pas l'occasion d'y trouver du sens. Lubin se contente de répéter mécaniquement et à l'envi le même qualificatif pour vendre sa camelote, sans autre argument qui montrerait son expertise et sa connaissance du produit ; dans l'interminable *brainstorming* organisé par Jack et Jenny qui engagent les cadres à chercher un nom pour le papier-toilette de nouvelle génération (pp. 153-159), ou dans l'analyse grammaticale du slogan élaboré par Jaloux le publicitaire (pp. 194-195), la fantaisie verbale délirante dénonce en réalité le degré zéro de la pensée, autant que le jargon prétentieux truffé d'expressions anglo-saxonnes, auquel recourent les « jeunes cadres dynamiques », à l'instar du P.-D. G américain. C'est bien la défaite de l'intelligence humaine que révèle cette rhétorique grotesque qui cache (difficilement) les effets psychosociaux peu réjouissants du travail qui, loin d'apporter aux hommes un supplément d'âme, constitue une « atteinte à la dimension humaine ». Les personnages de Michel Vinaver apparaissent comme des fantoches, apparemment portés par un engagement enthousiaste et exalté dans « ce qu'[ils font] et ce que [leur] activité produit », mais il faut le lire au second degré.

Ainsi, la pièce de Michel Vinaver révèle ironiquement la réalité du monde de l'entreprise qui « jette par-dessus-bord » l'intelligence de l'homme dont le travail dénué de sens et d'intérêt n'est le gage d'aucun supplément d'âme, alors que, pour Virgile et Simone Weil, le travail n'anéantit pas totalement et définitivement la conscience et la faculté de penser, il ne réduit pas l'homme à la condition de « l'animal qui s'affaire à se maintenir en vie ».

## II.2 Travail et civilisation

Outre l'intérêt que l'individu peut porter « à ce qu'il fait », il faut aussi considérer « ce que son activité produit » au terme d'un processus qui a un début et une fin. En effet, le travail se justifie par sa finalité, qui lui donne tout son sens et comble les plus hautes aspirations humaines : à quoi et à qui sert-il ? Dans quelle mesure permet-il à l'homme de transformer, de maîtriser le monde et de se grandir ?

C'est à ces questions que répond Virgile de façon optimiste, dans les *Géorgiques*, lorsqu'il raconte la geste du paysan de l'Antiquité dont il fait l'éloge. Dès le début du livre I, il souligne que Jupiter a délibérément fait en sorte que le travail soit pour l'homme l'occasion de s'élever au-dessus de sa condition première : « Le Père des dieux lui-même a voulu rendre la culture des champs difficile, et c'est lui qui le premier a fait un *art* de remuer la terre » (p. 45) : « l'art » désigne l'ensemble des techniques que l'homme prométhéen a inventées pour marquer le monde de son empreinte, se rendre « maître et possesseur de la nature », et dépasser ainsi le stade de l'animal qui est soumis aux nécessités naturelles. Le savoir-faire efficace de l'*homo faber* permet par exemple au paysan de faire fructifier les terrains qu'il cultive (livre I) ou de dominer les techniques de la greffe (livre II). Et ce, au profit de toute une communauté : c'est ce que montre symboliquement, dans la digression sur les jardins du vieillard de Tarente au livre IV, l'évocation du « platane prêtant ses ombres aux buveurs » (p. 151), qui arrive au terme de tout un développement décrivant la multiplicité des tâches du jardinier, présenté comme un demiurge transformant l'environnement afin d'offrir ses bienfaits à toute une communauté. Comment mieux dire l'utilité du travail et « de ce que [l'] activité produit » ? Car les efforts consentis conduisent l'humanité à entrer en symbiose avec la nature, à en respecter les rythmes saisonniers et

cosmiques, nous l'avons vu, sans pourtant s'y soumettre passivement. L'insistance de Virgile sur la fonction civilisatrice du travail qui élève l'homme au-dessus de l'instinct animal, trouve paradoxalement son *acmé* au livre IV : le fonctionnement de la ruche constitue un modèle pour l'homme, car le désir d'accomplir leur tâche, qui pousse les abeilles à travailler sans relâche à la fabrication du miel, l'emporte sur l'instinct de survie : « souvent aussi, dans leurs courses errantes, elles se brisent les ailes contre des pierres dures, et vont jusqu'à rendre l'âme sous leur fardeau, tant elles aiment les fleurs et sont glorieuses de produire leur miel » (p. 155). Enfin, bien loin de conduire les hommes à une régression vers l'animalité, le travail des paysans constitue une œuvre civilisatrice car il s'inscrit dans le cadre d'un projet politique de pacification après la violence des guerres civiles : le poète prône en effet un retour à un âge d'or qui ouvre à des lendemains qui chantent, loin de l'agitation des villes où règnent les dissensions et l'agitation. C'est au travail que les hommes doivent donc non seulement maîtriser la nature en s'affranchissant de ses contraintes, mais aussi de participer à une œuvre civilisatrice. Ces finalités lui donnent tout son sens, et dans ce cas, les hommes ne sont pas comme les animaux « affair[és] à se maintenir en vie », ils sont pleinement investis dans « ce que [leur] activité produit ».

Simone Weil, qui fait certes le constat pessimiste des difficultés et des souffrances occasionnées par le travail dans *La Condition ouvrière*, affirme la nécessité pour le travailleur de « s'intéresser à ce qu'il fait » et aussi au fruit de son activité, au produit qu'il crée comme un prolongement de lui-même. Le travail est humain quand il permet de prendre conscience qu'il est la réalisation d'un projet, il s'inscrit alors dans un processus qui aboutit à une finalité. Simone Weil envisage de repenser les conditions techniques du travail, elle s'adresse donc à l'ingénieur Jacques Lafitte afin qu'il « cherch[e] une forme supérieure de travail mécanique où le pouvoir créateur du travailleur ait un champ plus vaste que dans le travail artisanal » (p. 257) ; concrètement, elle lui recommande d'inventer des machines « automatiques et souples » (p. 259) qui obligent les ouvriers à s'investir dans une tâche qui ne soit pas limitée à l'exécution mécanique et passive d'un geste répété à l'infini, dans l'ignorance totale « de ce que son activité produit », c'est-à-dire de l'objet fabriqué au bout de la chaîne, alors « les séries seraient confiées à la machine, les suites le monopole de l'homme », seul moyen de « respect[er] la dignité humaine » (p. 258). L'ouvrier prend ainsi conscience de sa contribution au processus global de production et de sa place dans la vie de l'usine : Simone Weil recommande de « transformer le rapport de chaque ouvrier avec le fonctionnement de l'usine » (p. 344), afin qu'il sache « chaque jour, chaque instant, quelle part ce qu'il est en train de faire a dans la fabrication de l'usine » (p. 345), c'est seulement ainsi qu'il s'appropriera « ce que son activité produit », et même le lieu de la production, comme « une cuisinière dit ma cuisine, un jardinier dit ma pelouse » (p. 339). Cela suppose que le travailleur ne soit pas « affairé » au « labeur » dont il s'acquitte simplement pour « se maintenir en vie », mais qu'il ait du recul sur le résultat des efforts consentis. Ainsi pour Simone Weil, il ne s'agit pas seulement de travailler la matière, mais d'habiter le monde qui nous est donné en réalisant notre humanité. Pour elle, le travail de l'individu est une contribution à un projet collectif et constructif.

Tout autre est encore une fois le point de vue de Michel Vinaver s'agissant du sens au travail et de l'intérêt du travailleur pour « ce que son activité produit ». Dans *Par-dessus-bord*, il se démarque de nouveau de l'humanisme volontariste des autres auteurs, d'abord en représentant un irréductible conflit commercial entre deux entreprises Ravoire et Dehaze et United Paper Company, dont le seul objectif est de se faire mutuellement concurrence. Il ne s'agit donc pas de faire mais de défaire, on ne s'intéresse pas à « ce que [l'] activité produit », le but n'est pas de réaliser un projet constructif susceptible de donner sens au travail, mais de viser une déconstruction qui n'a aucun sens. En effet,

il s'agit pour Benoît de « faire mal » à la filiale française de la multinationale américaine, c'est ce qu'il déclare à Young sans ambages (p. 214) ; quant à Young, il ne projette pas le rachat de la société française pour réaliser une fusion, mais s'il veut renflouer le capital de l'entreprise en difficulté, c'est pour faire concurrence à sa propre filiale : « nous aimons nous faire concurrence à nous-mêmes », dit-il à Benoît (p. 223). Deux entreprises d'abord rivales finissent donc par s'allier... pour revenir finalement à la concurrence. De plus, dans une logique régressive plutôt que civilisatrice, ravalant l'homme à la condition animale, l'entreprise Ravoire et Dehaze rabaisse symboliquement les activités de ses employés au stade anal : à commencer par la fabrication et la commercialisation du produit, toutes les activités des personnages et une grande partie des dialogues ont trait à la défécation, comme si la matière fécale envahissait tout, du présent économique au passé historique. Jack et Jenny font ainsi subir aux cadres un interminable interrogatoire intrusif et humiliant (pp. 135-146), de même Reszanyi fait entendre l'enregistrement d'un dialogue avec une jeune femme (p. 173), qui réduit les êtres humains à une fonction qui les réduit au rang de l'animal. Une autre réplique du même personnage évoque la couleur beige-brun du papier toilette, comme s'il était déjà imprégné, si l'on peut dire, de la couleur des excréments (p. 172), et dans la réplique suivante, Margerie demande à Olivier s'il « aim[e] le caviar », aliment dont la consistance et la couleur rappellent aussi la matière fécale. Cette thématique scatologique avilissante, qui porte « atteinte à la dimension humaine », envahit toute la pièce *ad nauseam*, et se retrouve aussi dans plusieurs évocations du passé : à Jiji qui lui révèle la profession de son père, « représentant en papier hygiénique », Alex apprend que le sien « est mort au fond d'une chiotte » (p. 78), abattu par les Allemands. Le propos du psychologue d'entreprise apporte même la caution savante de la psychanalyse à cette anthropologie avilissante, selon laquelle toutes les occupations humaines, y compris économiques, se rapportent au stade anal : « il apparaît de la sorte que les plus importantes catégories du comportement social le jeu le don la propriété l'usage des armes trouvent leur origine dans la phase anale et ne cessent d'ailleurs jamais d'être reliées à cette phase par le jeu des sublimations ainsi de la catégorie de la propriété de l'argent est la matière fécale vécue sous une forme qui n'a pas besoin d'être refoulée parce qu'elle a été désodorisée déshydratée rendue brillante » (p. 168). Une autre caution savante est apportée cette fois par Jack, qui, pour attester que l'homme tire ses origines de la matière fécale, cite Saint-Augustin (« Saint Augustin a dit entre les urines et les matières fécales nous sommes nés dans quelques centimètres carrés tout se concentre la souffrance et l'extase et la saleté on sort de là et ça sort de nous et on s'essuie l'homme est un animal qui s'essuie ») et Nietzsche (qui « a dit l'homme est un animal qui fait des promesses tout se tient promettre c'est être constipé avec le passé » p. 184). L'homme est matière et retournera à la matière. En somme, si tout ce que fait et ce que dit le travailleur est placé sous le signe de la matière fécale, le travail ne saurait l'élever en faisant de lui le « maître et possesseur de la nature » et l'agent d'une mission civilisatrice ; dans ce cas, « il ne reste de l'homme que l'animal » qui ne saurait s'intéresser à « ce que son activité produit ».

Virgile et Simone Weil montrent donc une humanité capable d'accomplir une tâche constructive qui justifie son intérêt pour « ce que son activité produit », car elle marque le monde de son empreinte ; *a contrario* Michel Vinaver représente l'entreprise contemporaine comme un univers où l'homme, incapable de s'intéresser au fruit de son travail et de contribuer à une œuvre civilisatrice, est ravalé en deçà du niveau de l'humanité.

### **II.3 Travail et sociabilité**

Enfin, si Dominique Girardot considère que « le labeur » dégrade et déshumanise l'homme en le

réduisant à « l'interdépendance de la fourmilière », nous verrons que le travail est l'occasion de faire société à condition qu'il fédère les travailleurs autour d'un projet commun, et développe ainsi des liens de sociabilité et de véritables interactions entre les hommes.

Dans les *Géorgiques*, Virgile montre que le travail est un facteur de socialisation : il évoque par exemple des moments festifs de partage lorsque se réunissent les paysans scythes qui, après avoir enduré les affres d'un rude climat, « passent la nuit à jouer, et s'enivrent, joyeux, d'une liqueur fermentée d'orge et de sorbes acides » (p. 132) ; il décrit aussi les cérémonies sacrées propitiatoires qui réunissent toute la collectivité pour honorer Cérès : « Qu'avec toi toute la jeunesse champêtre adore Cérès, mêle en son honneur des rayons de miel à du lait et au doux Bacchus [ ... ] ; que tout le chœur et tes compagnons l'accompagnent avec allégresse et appellent par leurs cris Cérès dans ta demeure » (p. 58). Mais c'est principalement le mythe d'Aristée et des abeilles dans le livre quatrième qui aborde la dimension fédératrice et socialisante du travail lui-même. La bienveillance paradoxale des dieux envers Aristée (qui s'est pourtant rendu coupable par son comportement vis-à-vis d'Eurydice) s'explique par ce que représentent symboliquement les abeilles qu'il élève : contrairement à la relation amoureuse exclusive d'Orphée et Eurydice, les abeilles ne sont mues que par le projet du travail collectif de la ruche, et leur dévouement total à la communauté. Le long développement décrivant le fonctionnement de la ruche, dont nous ne reproduisons qu'un extrait, souligne la contribution de chacune à la tâche commune : « elles élèvent leur progéniture *en commun*, possèdent des demeures indivises dans leur *cit*é, et passent leur vie sous de puissantes lois ; seules, elles connaissent une *patrie* et des pénates fixes ; et, prévoyant la venue de l'hiver, elles s'adonnent l'été au travail et mettent *en commun* les trésors amassés » (pp. 153-154). La suite du passage montre que leurs activités apparaissent parfaitement organisées et synchronisées : « Les unes veillent à la subsistance, et, fidèles au pacte conclu, se démènent dans les champs ; les autres, restées dans les enceintes de leurs demeures, emploient la larme du narcisse et la gomme gluante de l'écorce pour jeter les premières assises des rayons, puis elles y suspendent leurs cires compactes ; d'autres font sortir les adultes, espoir de la nation ; d'autres épaississent le miel le plus pur et gonflent les alvéoles d'un limpide nectar [ ... ] Toutes se reposent de leurs travaux en même temps, toutes reprennent leur travail en même temps. Le matin, elles se ruent hors des portes ; aucune ne reste en arrière ; puis quand le soir les invite à quitter enfin les plaines où elles butinent, alors elles regagnent leurs logis, alors elles réparent leurs forces » (p. 154-156). Et Virgile d'insister sur l'abnégation et le sens du sacrifice dont elles sont capables, nous l'avons vu, au profit de la prospérité de la communauté. Ainsi la ruche n'est pas comparable à la « fourmilière » dont parle Dominique Girardot : loin de placer le fonctionnement de la ruche sous le signe du déterminisme de l'instinct (qui pousse les fourmis à travailler dans une « interdépendance impensée »), le poète présente la société des abeilles personnifiées comme un modèle pour les hommes.

Quant à Simone Weil, si elle constate que « la condition ouvrière » se caractérise la plupart du temps par l'isolement et le mutisme, elle raconte des moments de solidarité qui permettent de faire société, et elle les salue avec d'autant plus d'enthousiasme qu'ils sont rares, notamment à l'occasion des grèves de 1936 : ces « belles journées joyeuses et fraternelles » (p. 258) sont en effet l'occasion de rompre avec une routine désocialisante et déshumanisante, et de ressentir la « joie de dire ce qu'on a sur le cœur à tout le monde, chefs et camarades, sur ces lieux où deux ouvriers pouvaient travailler des mois côte à côte sans qu'aucun des deux sache ce que pensait le voisin. Joie de vivre, parmi ces machines muettes, au rythme de la vie humaine — le rythme qui correspond à la respiration, aux battements du cœur, aux mouvements naturels de l'organisme humain — et non à la cadence imposée par le

chronométrateur » (p. 276). Ce n'est qu'exceptionnellement (« ça a été unique dans mon expérience », souligne-t-elle p. 59) que se manifeste l'empathie et la solidarité dans le travail industriel tel qu'il est organisé. Simone Weil les a expérimentées ce jour-là avec joie : « En face de moi un soudeur, assis, avec des lunettes bleues et un visage grave travaille minutieusement ; chaque fois que la douleur me contracte le visage, il m'envoie un sourire triste, plein de sympathie fraternelle, qui me fait un bien indicible. De l'autre côté, une équipe de chaudronniers travaille autour de grandes tables ; travail accompli en équipe, fraternellement, avec soin et sans hâte [ ... ] Tout ça, dans un coin tout au bout de l'atelier, où on se sent chez soi, où le chef d'équipe et le chef d'atelier ne viennent pour ainsi dire jamais. [ ... ] La première fois, au bout d'une heure et demie, la chaleur, la fatigue, la douleur m'ont fait perdre le contrôle de mes mouvements ; je ne pouvais plus descendre le tablier du four. Voyant ça, tout de suite un des chaudronniers (tous de chics types) s'est précipité pour le faire à ma place » (pp. 58-59). Elle envisage aussi dans un avenir moins sombre, au conditionnel, la possibilité de faire société par le travail : « L'usine pourrait combler l'âme par le puissant sentiment de vie collective — on pourrait dire unanime — que donne la participation au travail d'une grande usine. Tous les bruits ont un sens, tous sont rythmés, ils se fondent dans une espèce de grande respiration du travail en commun à laquelle il est enivrant d'avoir part [ ... ]. On est perdu dans cette grande rumeur, mais en même temps on la domine, parce que sur cette basse soutenue, permanente et toujours changeante, ce qui ressort, tout en s'y fondant, c'est le bruit de la machine qu'on manie soi-même. On ne se sent pas petit comme dans une foule, on se sent indispensable » (p. 329). Les ouvriers seraient alors partie intégrante d'un système dont ils sont certes des rouages, mais des rouages intelligents, qui ont parfaitement conscience de participer à une tâche collective. Si le récit de l'expérience qu'en a faite la philosophe est globalement dysphorique, elle explique donc, sous l'influence de Proudhon, que le travail est potentiellement fédérateur : la division du travail moderne doit être vécue comme une collaboration entre les travailleurs qui communient par et dans leur activité, dans une expérience quasi eucharistique. Cette collaboration entre les travailleurs peut et doit être horizontale mais aussi verticale. Simone Weil exprime des idées progressistes et réformistes en matière de dialogue social et de coopération entre les catégories socio-professionnelles lorsqu'elle écrit : « il faudrait que les ouvriers connaissent et comprennent les nécessités auxquelles la vie de l'usine est soumise. Ils pourraient ainsi contrôler et apprécier la bonne volonté des chefs. Ils perdraient le sentiment d'être soumis à des ordres arbitraires, et les souffrances inévitables deviendraient peut-être moins amères à supporter » (p. 211), ou encore « il est inadmissible et en dernière analyse impossible qu'une catégorie sociale irresponsable impose ses désirs par la force et que les chefs, seuls responsables, soient contraints de céder. Il faut [ ... ] un certain partage des responsabilités ». Le travail peut ainsi contribuer à favoriser une véritable solidarité, en permettant aux ouvriers de s'intégrer dans un lieu de travail où il soit possible « de dominer la matière et de fraterniser avec ses semblables sur un pied d'égalité », comme Simone Weil l'écrit (p. 257) à l'ingénieur Jacques Lafitte à qui elle explique qu'il faut repenser les conditions techniques de travail précisément pour favoriser une meilleure condition sociale, car le rapport à autrui fonctionne selon elle, comme le rapport à la machine, de manière organique. Donc, même si elle a conscience que son « idéal n'est pas réalisable », elle adresse cet appel plein d'espoir aux ouvriers de Rosières : « on peut peut-être un peu s'en approcher. Il dépend maintenant de vous d'essayer » (p. 211). En réformant les conditions de travail, on peut faire de l'usine un lieu de vie qui permette aux ouvriers de fraterniser et de faire société, sans être réduit à « l'interdépendance impensée de la fourmilière ».

La façon dont Michel Vinaver, dans *Par-dessus bord*, aborde la vertu socialisante du travail dans



l'entreprise moderne est plus alarmiste. Il montre deux visages de l'entreprise moderne, en tous cas en apparence : Fernand Dehaze, qui représente l'ancienne génération, convoque l'image d'une entreprise familiale lorsqu'il s'adresse ainsi à son personnel à l'occasion de la fête annuelle, au tout début de la pièce : « merci d'être venus si nombreux comme à l'accoutumée à notre petite et sympathique réunion que je me permettrai d'appeler une réunion de famille tant il est vrai que ceux qui travaillent quarante heures par semaine ensemble forment une authentique communauté » (p. 32), et ce, en dépit des tensions et des divergences que révélera la pièce, nous l'avons vu. Deux moments de convivialité encadrent même la pièce, dont l'atmosphère festive pourrait faire illusion et donner l'image d'une véritable communauté qui ne ressortisse pas à « l'interdépendance impensée de la fourmilière ». À la tombola annuelle du premier mouvement répond le « festin de mariage » du dernier, réunissant tous les personnages, comme l'indique la didascalie « *tout le monde est là, mange, boit, danse et parle ; les membres du comité de direction remplissent les verres, font circuler les plateaux et débarrassent la vaisselle, quand ils ne font pas danser les filles* » (p. 231). Mais dès le deuxième mouvement l'illusion est démentie par la voix de Grangier, le chef de fabrication, alors que la commercialisation du nouveau produit « Bleu-Blanc-Rouge », qui tourne au fiasco, est menacée par la concurrence américaine : « C'est la boîte entière qui fout le camp il n'y a plus de boîte monsieur Olivier il n'y a plus que les gens et les gens c'est jamais très joli quand il n'y a plus de boîte pour leur donner le sentiment qu'ils font quelque chose en commun » (p. 61). Dans ces circonstances, les difficultés de l'entreprise engendrent des conflits à tous les niveaux : entre les frères ennemis, Benoît manœuvrant pour prendre la place d'Olivier l'héritier légitime, entre la direction et le personnel, jugé responsable de l'échec, et entre les employés eux-mêmes. Les accusations mutuelles et les bisbilles opposent les personnages qui sont en désaccord total et se renvoient la balle : Dutôt « ne vaut pas un clou » selon Fernand Dehaze (p. 56) qui veut le licencier alors que Benoît lui demandera de « ne pas s'éloign[e] trop » (p. 66), l'employé se défend en alléguant que « les bêtises viennent de plus haut » (p. 60), et Grangier menace de démissionner en accusant le service des ventes d'incompétence (p. 60). Et la suite de la pièce montrera la confrontation entre les « jeunes loups », dont les méthodes de *management* et de *marketing* innovantes et agressives contrastent avec l'ethos et la rhétorique des anciens cadres (Lubin, Cohen, Mme Bachevski) qui seront poussés vers la sortie. Cette situation de « guerre de tous contre tous » est d'ailleurs métaphorisée par le récit du mythe des Vanes et des Ases qui se tisse et se mêle à l'intrigue commerciale au fil de la pièce. Ainsi la « boîte », pour reprendre la métaphore triviale de Grangier, enferme les hommes dans un espace-temps commun où ils déploient leur activité, comme des fourmis, non comme les abeilles de Virgile, sans réelle collaboration, sans interaction constructive, et sans le moindre témoignage de solidarité. La pièce de Michel Vinaver illustre donc plutôt « l'interdépendance impensée de la fourmilière » que les vertus de la socialisation par le travail. Pour Virgile et Simone Weil, le travail a incontestablement - ou peut avoir - des vertus socialisantes, alors que Michel Vinaver se montre encore sur ce point beaucoup plus alarmiste.

Ainsi Michel Vinaver se démarque des deux autres auteurs en donnant, sur le mode ironique, de l'entreprise commerciale contemporaine (qu'il connaît bien) l'image d'un univers de requins, où le travail porte « atteinte à la dimension humaine », en laminant les êtres humains et en détruisant le lien social, en dépit des apparences et d'une rhétorique trompeuses qui ne cherchent qu'à donner l'illusion de l'engagement et de l'enthousiasme collectifs. Plus optimistes, les textes de Simone Weil, et plus encore le poème de Virgile, montrent que le travail, lorsqu'il n'est pas « réduit au labeur », peut élever l'homme comme être individuel et comme être social au-dessus de la condition animale, en comblant

ses plus hautes aspirations, mais encore faut-il qu'il ait conscience et tire satisfaction de « ce qu'il fait et notamment de ce que son activité produit », et qu'il puisse développer des véritables relations de sociabilité. Or l'opposition entre le travail qui animalise l'homme et le travail qui l'humanise, sur laquelle reposent à la fois la thèse de Dominique Girardot et notre discussion, mérite d'être examinée. Qu'est-ce qui définit l'humanité ? Quel critère justifie la distinction entre l'homme et l'animal ? Quelle dimension du travail lui permet alors d'accéder à « la dimension humaine » ?

### III) Les fondements de la dimension humaine du travail

Distinguer le « labeur » abêtissant du travail humanisant, c'est considérer que l'homme, animé par des aspirations qui fondent sa dignité, se définit comme supérieur à l'animal. Si les œuvres philosophiques et littéraires renvoient à une transcendance qui éclaire le chemin de l'existence, elles confèrent un sens au travail en l'inscrivant dans cette perspective téléologique, de sorte que l'homme ait de bonnes raisons de « s'intéresser à ce qu'il fait et à ce que son activité produit ». Mais, dans tous les cas, le travail intellectuel que supposent les œuvres de l'esprit, outre le fait qu'il permet de repenser le sens des activités laborieuses, est en soi le travail qui revêt la « dimension [la plus] humaine »

#### III.1 Un ordre supérieur pour donner du sens au travail

Pour opposer le travail aliénant, dégradant, et le travail qui revêt « la dimension humaine » qu'il mérite, les auteurs envisagent dans quel cadre, dans quelle perspective plus vaste il s'inscrit. C'est un ordre transcendant en quelque sorte qui peut donner du sens à l'existence de l'homme et justifier qu'il ne « se désintéress[e] pas de ce qu'il fait » et du fruit de son activité.

Par le travail de création des *Géorgiques*, Virgile confère une dimension supérieure au travail agricole, en l'inscrivant dans un cadre cosmique. Il ouvre ainsi les yeux de ses contemporains sur un cosmos (mot grec qui signifie « le monde organisé ») habité par les dieux, où le paysan doit contribuer à l'harmonie de l'univers : dès l'ouverture du livre premier, l'invocation des divinités est l'occasion de placer le travail agricole et le monde entier sous leur protection : « O vous, pleins de clarté, flambeaux du monde, qui guidez dans le ciel le cours de l'année ; Liber, et toi, alme Cérès, si, grâce à votre don, la terre a remplacé le gland de Chaonie par l'épi lourd, et versé dans la coupe de l'Achéloüs le jus des grappes par vous découvertes ; et vous, divinités gardiennes des campagnards, Faunes, portez ici vos pas, Faunes, ainsi que vous, jeunes Dryades : ce sont vos dons que je chante. Et toi qui, le premier, frappant la terre de ton grand trident, en fis jaillir le cheval frémissant, ô Neptune ; et toi, habitant des bocages, grâce à qui trois cents taureaux neigeux broutent les gras halliers de Cécilia ; toi-même, délaissant le paternel bocage et les bois du lycée, Pan, gardeur de brebis, si ton Ménale t'est cher, assiste-moi, Tégéen, et me favorise ; et toi, Minerve, créatrice de l'olivier ; et toi, enfant, qui nous montras l'arceau recourbé ; et Silvain, portant un tendre cyprès déraciné ; vous tous, dieux et déesses, qui veillez avec soin sur nos guérets, qui nourrissez les plantes nouvelles nées sans aucune semence, et qui du haut du ciel faites tomber sur les semailles une pluie abondante » (p. 37-38). L'« art » du paysan consiste donc, sous l'égide des dieux, à s'inscrire dans l'harmonie de l'ordre cosmique, car ses activités épousent les rythmes naturels, saisonniers et astronomiques, nous l'avons vu, mais aussi dans le cycle de la vie et de la mort : le paysan, selon Joël Thomas qui analyse le poème de Virgile, « fait subir à la vigne et au blé une mort initiatique par le pressage et le vannage, prélude nécessaire à une résurrection, à une transmutation sous une forme plus haute : le vin, le pain ». Mais, à un autre niveau encore, le projet virgilien prend une dimension politique cette fois : le travail agricole s'inscrit dans un cadre plus vaste qui est celui de la cité, car le retour à la terre et à la nature préconisé

par le poète et par le politique permet de retrouver la paix d'un âge d'or perdu, en s'éloignant des tourments des guerres civiles et de l'agitation urbaine. On peut lire l'expression métaphorique de cet enjeu du poème au début du livre troisième, où Virgile commence par souligner l'originalité de son œuvre puis écrit : « j'élèverai un temple de marbre, au bord de l'eau où en lents détours erre le large Mincius et où le roseau tendre a couronné ses rives. Au milieu je mettrai César, qui sera le dieu du temple... » (p. 110-111). Ce temple dans lequel l'autorité politique (la figure de César ou son ministre Mécène) fréquemment convoquée apparaît centrale, pourrait apparaître comme une mise en abyme de l'œuvre poétique dans son ensemble, où est célébré le travail dans une société pacifiée en harmonie avec la nature, avec le cosmos et avec les dieux. Le travail humain doit contribuer à un projet politique ambitieux autant qu'à l'harmonie du cosmos divin. C'est donc une double perspective, politique et religieuse, qui motive l'intérêt de l'homme pour « ce qu'il fait et ce que son activité produit ».

Dans *La Condition ouvrière*, au-delà de « tout ce qu'on peut faire provisoirement » pour améliorer les conditions de travail et lui donner une « dimension [plus] humaine », autant que faire se peut, c'est à une ascèse d'ordre spirituel que Simone Weil invite les travailleurs. Dans la perspective weilienne, le travail ne s'envisage pas sans la dimension spirituelle du rapport à Dieu. Le paysan constitue pour elle un modèle édifiant dans la mesure où d'une part il est en contact avec l'énergie solaire qui vient d'en-haut, c'est « la seule chose dans l'univers qui constitue une force antagoniste à la pesanteur » (p. 427), d'autre part il « soign[e] et ser[t] la vertu végétale » (p. 427) en produisant les Saintes Espèces (le pain et le vin), substances de l'Eucharistie. Comme le paysan participe à une forme d'action de grâce, le « travail non servile » de l'ouvrier peut et doit idéalement l'élever vers Dieu : « Pour les travailleurs il n'y a pas d'écran. Rien ne les sépare de Dieu. Ils n'ont qu'à lever la tête » (p. 424). C'est dire si, pour elle, le travail qui revêt à ses yeux une dimension mystique réalise les plus hautes aspirations de l'âme humaine. En effet, les deux épigraphes mises en exergue du « Journal d'usine » (p. 81) montrent le chemin à suivre : pour ne pas « subir la pression d'une dure nécessité » (citation traduite d'Homère), il convient « que pour chacun son propre travail soit *objet de contemplation* » (c'est l'autrice qui souligne). Dans le dernier article du recueil, cette notion de « contemplation » est ainsi éclairée : « le point d'unité du travail intellectuel et du travail manuel, c'est la contemplation qui n'est pas un travail » mais assure « un lien direct avec Dieu » (p. 431). Le point commun entre le travail de l'ouvrier et le travail intellectuel est dans cette démarche d'ascèse spirituelle. De fait, Simone Weil explique que « le peuple a besoin de poésie comme de pain. Non pas la poésie enfermée dans les mots ; celle-là, par elle-même ne peut lui être d'aucun usage. Il a besoin que la substance quotidienne de sa vie soit elle-même poésie. Une telle poésie ne peut avoir qu'une source. Cette source est Dieu », même si « le difficile pour eux c'est de lever la tête » (p. 424). Le travail revêt donc une dimension clairement spirituelle : pour Simone Weil, qui est animée par la foi, c'est le recours à une instance supérieure qui permet de donner tout leur sens aux activités humaines et de leur conférer une « dimension humaine », car la dignité de l'homme est définie par son rapport à Dieu.

Pour Michel Vinaver, en revanche, aucune instance supérieure digne de ce nom ne permet de motiver l'intérêt du travailleur pour « ce qu'il fait et ce que son activité produit », si ce n'est l'économie capitaliste, tout immanente, qui, dans *Par-dessus bord*, impose sa logique à l'entreprise et au monde moderne. Ironiquement, pour Jack et Jenny il n'y a de « transcendant » que la défécation, si l'on en croit la protestation de Battistini que nous avons mentionnée plus haut. Le capitalisme et le consumérisme de la société moderne règnent en maîtres et enferment l'homme dans un monde où aucune aspiration supérieure ne l'élève ni ne donne du sens à « ce qu'il fait ». La pièce met en évidence et dénonce un

univers du tout-jetable (peut-être un autre sens possible du titre polysémique), où règne la vacuité des échanges : la parole, dénuée de ponctuation et composée d'expressions toutes faites et des codes du discours promotionnel, s'écoule et s'évacue, dans une entreprise qui fabrique et commercialise un produit qui est le symbole même de la déjection et de l'évacuation. Les seules préoccupations des personnages, employés et dirigeants, sont les affaires et le marché, dans un univers concurrentiel sans merci, à tous les niveaux. Une concurrence effrénée oppose d'abord les entreprises. L'arrivée des Américains sur le marché a fragilisé la société française Ravoire et Dehaze. Lorsque Benoît s'empare des commandes de l'entreprise, son discours, adressé au banquier Ausange (qui a précipité le naufrage de l'entreprise familiale en refusant le prêt demandé), montre bien l'état d'esprit qui anime la nouvelle direction : « nous avons des atouts qui doivent nous permettre de battre les Américains à leur propre jeu moi ça me passionnerait de me jeter dans cette aventure-là et je me crois capable de réussir mais à deux conditions que je vous demande de bien peser la première c'est que je dispose tout de suite du fonds de roulement indispensable soit un prêt de six millions remboursable à partir de la troisième année la seconde condition c'est que j'aie les coudées franches autrement dit tous les pouvoirs de décision » (p. 90). Le salut est entre les mains du capital, il faut innover, ne pas hésiter à s'endetter, à perdre de l'argent pour en gagner davantage, aux dépens de « la dimension humaine » du travail. En effet, au sein de l'entreprise aussi, ce sont les enjeux économiques qui produisent des rapports concurrentiels, entre les membres de la direction, entre la direction et les employés et entre les employés. Benoît ayant évincé son frère et usurpé le pouvoir, la société familiale est remplacée par une entreprise qui obéit à la logique des multinationales américaines où priment le profit, les ambitions personnelles, et le sacrifice des valeurs humaines. C'est encore une tirade de Benoît, le nouveau P.-D.G, qui, au quatrième mouvement, illustre ce changement de culture d'entreprise : « nous allons bondir oui nous allons cesser de rester assis pour adopter une attitude bondissante la seule possible devant le défi qui nous est fait la seule qui me plaise aussi et ceux d'entre vous qui n'adopteront pas la cadence eh bien ils resteront sur le quai ce n'est pas une menace c'est une constatation l'aventure à laquelle je destine l'entreprise voulez-vous la vivre avec moi ? » (p. 131). Aucune transcendance dans ce cas pour éclairer la destinée de l'homme et lui permettre de « s'intéresser à ce qu'il fait et à ce que son activité produit ». C'est seulement la survie et la croissance de l'entreprise qui conditionne le maintien et la mutation des emplois. Les deux restructurations successives, aux quatrième et sixième mouvements, montrent la brutalité de ces nouvelles méthodes de management qui consistent à écarter sans autre forme de procès ceux qui ne s'adaptent pas. Le malheur des déclassés et des licenciés fait le bonheur des promus : Grangier et Dutôt rescapés de l'ancienne entreprise, et « jeunes loups », *managers* dynamiques aux dents longues. Benoît encore, au cours du banquet de mariage final, annonce ainsi la promotion d'André Saillant (au nom symbolique) et de Dutôt : « André Saillant devient directeur général adjoint en remplacement de mon frère démissionnaire Claude Dutôt qui a enfoncé l'épée dans les reins de l'adversaire est nommé directeur des ventes » (p. 242). La métaphore en dit long sur la violence des rapports humains. La pièce de Michel Vinaver représente donc le monde de l'entreprise américanisée, dans le cadre d'une impitoyable mondialisation. De fait, le capitalisme fait passer le profit avant tout, et voue aux gémonies les rapports humains.

On ne saurait donc considérer le système économique qui impose ses lois au monde de l'entreprise représenté par Michel Vinaver comme une instance supérieure comparable à l'ordre politique ou religieux qui, pour Virgile ou Simone Weil, donne un sens au travail des hommes et justifie qu'il s'intéresse à « ce qu'il fait et à ce que son activité produit ».

### III.2 La valeur ajoutée du travail littéraire ou philosophique

Mais c'est le travail des écrivains, une activité d'ordre intellectuel, qui permet de donner – ou du moins de faire prendre conscience de la possibilité de donner – au travail sa « dimension [la plus] humaine ». Les textes sont en effet le produit d'un travail intellectuel, leur écriture est génératrice d'un effort propre à surmonter des obstacles (qui certes ne sont pas ceux de la nature ou de la matière) ; il s'agit d'un travail de création, de composition et de rédaction, d'une lutte avec les mots en somme, ce dont attestent, dans les œuvres, de nombreux passages qui revêtent une dimension métatextuelle. Et ces œuvres littéraires et philosophiques, fruits d'un véritable travail, ont pour finalité de (re)donner au travail des hommes une « dimension humaine », qu'il s'agisse du paysan de l'Antiquité, de l'ouvrier, ou du cadre commercial moderne.

Simone Weil a bien conscience de fournir un travail intellectuel éprouvant, car elle exprime régulièrement, dans *La Condition ouvrière*, la difficulté du travail d'écriture dont elle appréhende les effets pervers : « j'ai l'impression, écrit-elle par exemple à Victor Bernard, de n'avoir pas su me faire bien comprendre, lors de notre dernière entrevue » (p. 220), ou à Albertine Thévenon « il me semble qu'il me faudrait pour traduire ce qui importe un autre langage » (p. 52). Elle s'efforce en effet d'écrire / décrire avec autant de précision et de justesse que possible, en choisissant les bons mots, les sensations physiques qu'elle a éprouvées, la rudesse des rapports humains, la perception particulière du temps vécu à l'usine. L'écriture de son témoignage lui apparaît comme une épreuve, comme une gageure, car le travail industriel, qui anesthésie les ouvriers, est particulièrement incompatible avec l'activité intellectuelle : selon la philosophe, « on est on est tenté de perdre purement et simplement conscience de tout ce qui n'est pas le train-train vulgaire et quotidien de la vie. Physiquement aussi, sombrer, en dehors des heures de travail, dans une demi-somnolence est une grande tentation » (p. 53). Le corps est difficilement à même de supporter l'épuisement physique du travail et l'effort de réflexion et de rédaction. Pour témoigner de l'expérience vécue, il faut être capable d'une certaine faculté d'abstraction qui coûte à celles et ceux qui sont asservis à la machine, comme elle l'écrit encore à Albertine : « chaque effort en plus de ceux qui me sont imposés me coûte » (p. 51), et elle ajoute « cette expérience, qui correspond par bien des côtés à ce que j'attendais, en diffère quand même par un abîme : c'est la réalité, non plus l'imagination » (p. 52). Il faut donc, pour restituer la vérité de l'expérience vécue, faire un travail qui nécessite à la fois un minimum de recul réflexif, et de maîtrise de la rhétorique. Elle concentre par exemple son attention sur le langage le plus approprié, comme dans ce passage où elle interroge « le pouvoir des mots » : « on parle à peu près indifféremment de rationalisation ou de taylorisation. Le mot de rationalisation a plus de prestige auprès du public parce qu'il semble indiquer que l'organisation actuelle du travail est celle qui satisfait toutes les exigences de la raison » (p. 309). C'est bien encore un travail intellectuel qu'elle met en œuvre, forte de la distance réflexive que lui permet son travail théorique, lorsqu'elle entreprend de dénoncer le taylorisme dans ce long article didactique intitulé « Rationalisation », ou encore l'idéologie marxiste, lorsqu'elle démonte l'argumentaire préconisant la révolution, accusée d'être « l'opium du peuple », et la dictature du prolétariat qui conduisent à un redoutable « impérialisme ouvrier » (p. 421). L'œuvre philosophique relève donc bel et bien d'un travail réflexif, rhétorique et stylistique. Et ce travail, qui est par excellence une activité de l'esprit, a pour objectif d'éclairer le sens du travail et de permettre à l'homme de « s'intéresser à ce qu'il fait », en apportant d'abord un témoignage alarmiste destiné à dénoncer les effets délétères et déshumanisants du travail en usine, et de proposer des solutions pour parvenir à un « travail non servile ». Outre la volonté de restituer dans ses textes l'expérience traumatisante de l'usine dans toute sa vérité, la philosophe veut

redonner du sens au travail, « faire du travail un moyen pour chaque homme de dominer la matière et de fraterniser avec ses semblables », comme elle l'écrit à l'ingénieur Jacques Lafitte (p. 257). Ainsi, son travail d'écrivain a pour but de susciter une prise de conscience chez les ouvriers et les dirigeants (à qui elle adresse ses lettres notamment) de l'« atteinte grave à la dimension humaine » dont la vie ouvrière est responsable ; un discours argumentatif savamment élaboré a pour but de dénoncer les méfaits du taylorisme dans l'article « Rationalisation », ou encore de réfuter les illusions du socialisme qui remplacera la domination de « quelques capitalistes » par une autre domination, celle d'un « trust d'Etat » (p. 230-231). Le pessimisme dont sont empreints certains textes ouvre la voie à un espoir de voir les ouvriers s'intéresser à leur travail et au fruit de leur travail : mettant en œuvre les ressources de sa réflexion et de son imagination, elle préconise une salutaire évolution des conditions techniques du travail en usine, en imaginant « tout ce qu'on peut faire provisoirement » pour les améliorer. Écrivant à Jacques Lafitte, elle fait un certain nombre de propositions concrètes pour réorganiser le travail : « supposons... », « j'imagine... », dit-elle, concluant « voilà jusqu'où je suis arrivée au cours de mes réflexions personnelles » (pp. 258-259). Ainsi c'est par son travail intellectuel et l'écriture de nombreux textes de natures diverses que la philosophe lutte inlassablement contre les obstacles à la « dimension humaine » du travail afin de lui rendre le coefficient d'humanité qu'il mérite.

Virgile, dans *Les Géorgiques*, évoque lui aussi explicitement son propre travail de création littéraire, qui revêt une indéniable « dimension humaine », en utilisant pour le désigner le même terme (*labor*) que celui qui sert à dire le travail du paysan, et il insiste régulièrement sur l'identité entre ce travail intellectuel et le travail manuel. Il emploie dans son texte d'autres mots latins appartenant au champ sémantique du travail admettant deux acceptions, l'une liée au travail de la terre, l'autre à l'activité de l'esprit tels que *versus* qui signifie le sillon aussi bien le vers, et *cultus* la culture. Ce travail de création, à l'instar du travail agricole, nécessite bien un effort, Virgile le souligne au livre troisième : « Je ne me dissimule pas en mon for intérieur combien il est difficile de vaincre mon sujet par le style » (p. 127). Le poète est en effet aux prises avec le langage dont il travaille les rythmes et la musicalité pour écrire et organiser les quatre chants de son poème. Ainsi le lyrisme de certains passages (le célèbre éloge de la vie champêtre par exemple qui clôture le livre deuxième et commence par la célèbre apostrophe : « *O fortunatos agricolas !...* » p. 99) le dispute au souffle épique qui porte par exemple l'évocation de l'épizootie du Norique à la fin du livre III. Par ce travail d'élaboration du langage poétique, le poète vise une finalité qui donne tout son sens à l'activité créatrice : comme le cultivateur transforme la nature par son travail manuel pour la rendre féconde et l'aider à produire, le poète agit sur le monde d'une autre façon. La grâce de son talent poétique éveille le regard, fait porter une nouvelle lumière sur le travail des paysans, et sur le monde, et le travail de l'écriture transforme même l'ordinaire en extraordinaire. Virgile exprime cette ambition au tout début du livre quatrième : « Poursuivant mon œuvre, je vais chanter le miel aérien, présent céleste : tourne encore tes regards, Mécène, de ce côté. Je t'offrirai en de petits objets un spectacle admirable [ ... ]. Mince est le sujet, mais non mince la gloire, si des divinités jalouses laissent le poète chanter et si Apollon exauce ses vœux » (p. 145). Un autre aspect de la « dimension humaine » du travail de création poétique se trouve dans la tâche d'organisation civilisatrice à laquelle il contribue par sa composition même : dans l'ouverture, Virgile annonce l'organisation du poème entier, chacun des quatre livres s'ouvrant par une invocation adressée aux dieux de l'univers, comme si cet inventaire des puissances divines et des activités des hommes liées à la terre, aux arbres, aux troupeaux et aux abeilles, rendait lisible l'organisation du monde des hommes et des dieux. Ainsi s'illustrent les vertus du travail d'ordre intellectuel dont la visée est

clairement didactique, car il vise à éclairer les procédures et le sens du travail agricole, et de donner à l'homme de bonnes raisons de « s'intéresser à ce qu'il fait et à ce que son activité produit ». Dès l'ouverture du livre premier l'auteur se propose d'expliquer « quel art fait les grasses moissons ; sous quel astre, Mécène, il convient de retourner la terre et de marier aux ormeaux les vignes ; quels soins il faut donner aux bœufs, quelle sollicitude apporter à l'élevage du troupeau ; quelle expérience à celle des abeilles économes » (p. 37). La visée du poème est donc d'abord explicitement pratique : la voix de l'auteur est constamment habitée par une énergie volontariste qui se manifeste par les conseils très concrets dispensés aux paysans sur le mode de l'injonction, de l'exhortation ou de l'exclamation, comme dans ces passages : « je prescris qu'on laisse les brebis brouter leur herbe dans de douces étables, jusqu'au retour de l'été et de ses frondaisons ; qu'on étende sur le sol rude une couche épaisse de paille et des bottes de fougères, pour préserver de la froidure du gel le délicat troupeau et le sauver de la gale et de la goutte déformante » (p. 127-128), ou « je t'apprendrai aussi les causes et les symptômes des maladies » (p. 135), ou encore « il n'est point de bocage qui ne se charge de fruits, et de fourrés incultes qui ne rougissent de baies sanglantes ; les cytises sont broutés ; la haute forêt fournit des résineux, pâture des feux nocturnes qui répandent la lumière. Et les hommes hésiteraient à planter des arbres et à y consacrer leurs soins ! » (p. 98). Le travail du poète a donc bien l'ambition de représenter et de penser « la dimension humaine » des activités laborieuses auxquelles se livrent les hommes.

C'est aussi à un travail de création littéraire que se livre Michel Vinaver dans sa pièce *Par-dessus bord*. Celui-ci a pour but d'éveiller les consciences sur « l'atteinte grave à la dimension humaine » qui menace les travailleurs de l'entreprise moderne. C'est le personnage de Passemar, une sorte de figure interface entre le monde de l'entreprise et la création dramatique, qui permet au dramaturge de parler de son travail d'écriture. Ce personnage double est à la fois un cadre de l'entreprise dans la fiction, et la voix de l'auteur et metteur en scène, qui invente et commente le travail de l'œuvre qui se crée sous nos yeux, comme une sorte de *work in progress*. Le lien est donc évident entre ces deux formes de travail, l'auteur s'autorisant pour la première fois de sa carrière un rapprochement explicite entre sa vie et son œuvre. La création dramatique apparaît comme un véritable et délicat travail de recherche : dans la préface, il présente en effet sa pièce comme un « laboratoire de recherche » qui serait « « l'innovation sur le plan de l'écriture » (p. 7), afin de libérer le langage dramatique des codes et des contraintes pour mieux dire l'expérience du réel. C'est ainsi un spectacle total que construit le dramaturge, aussi foisonnant que le monde, aussi éclaté que l'univers de l'entreprise. Y prennent place les échanges dialogués, les *happenings*, la musique, la danse, la peinture, les objets de collection, la mythologie scandinave, la grande Histoire, et l'entreprise moderne ; quant au travail novateur de l'écriture dramaturgique, il exprime parfaitement la dispersion, la collision, et la rhétorique illusionniste qui caractérisent l'entreprise commerciale. En effet, les dialogues déstructurés et les situations scéniques se télescopent sans cesse, à l'image de l'éclatement de la société où chacun tire à hue et à dia, où règnent les divergences de vue et les rivalités. Par exemple un dialogue entre Passemar et Benoît dans le bureau du président, est suivi d'un bref échange entre Lubin et Mme Alvarez dans les couloirs, puis de quelques répliques de Margerie et Toppfer dans le magasin de l'antiquaire, après quoi brutalement Jack et Jenny lancent une séance de brainstorming dans le bureau de Benoît (pp. 147-153). Pis encore, la fragmentation des répliques discontinues et incomplètes, sans aucune précision didascalique sur les locuteurs, caractérise les échanges lors de la tombola de l'entreprise au début du premier mouvement (pp. 27-30) et au cours du festin de mariage dans le sixième (pp. 251-252). Le travail de création porte encore sur le pouvoir évocateur des mots lorsqu'il s'agit de l'onomastique : le nom de la société

« Ravoire et Dehaze » fait penser à une célèbre marque de pâtes alimentaires, celui de M. Onde dont la graphie suggère le « monde » dont la mythologie nordique explique les origines, ou encore le patronyme de Monsieur Ausange autant que celui de Benoît font effet d'antiphrases ironiques, le banquier n'ayant rien d'angélique, et l'usurpateur ne méritant nullement la bénédiction divine. En matière de travail d'écriture, on peut relever aussi la savante parodie du langage de la psycho-sociologie d'entreprise ou du jargon qui a cours dans le *marketing* venu d'Outre-Manche. Un exemple emblématique de ce travail virtuose, la dernière tirade de Ralph Young : « Vous entrez dans une grande famille United Paper Company est implantée dans soixante et un pays et partout le même esprit de famille the Youpico *spirit* comme nous disons l'esprit Youpico on reconnaît un homme Youpico n'importe où dans un aéroport sur une plage, il a le regard clair le maintien assuré vous avez montré que vous avez de la fibre il ne vous a manqué que les poumons pour inspirer plus et expirer mieux nous c'est seulement ça que nous vous apportons une capacité thoracique véritablement formidable à vous de jouer bien sûr nous serons *around* on vous conseillera vous bénéficierez de notre *know-how* dans les domaines du *research and development* et du *financial planning* et du *marketing* on prendra les grandes décisions ensemble mais *you're on your own* la société que nous achetons ça n'est pas les machines ni les bâtiments ni les produits *it's the people* ce sont les gens c'est vous tous que nous voulions c'est vous que nous avons c'est vous vous Youpico youpico ra ra Youpico youpico ra ra » (p. 250). Ainsi, en dépit des apparences, un travail de composition et d'écriture très élaboré, est mis au service des enjeux satiriques de la pièce. D'ailleurs le personnage ambivalent de Passemar évoque le « travail » (au sens médical d'« accouchement ») du texte, dont il se présente comme le géniteur : on sait que la pièce a été plusieurs fois remaniée, retravaillée, et le personnage envisage encore des révisions et ajustements dans sa tirade finale : « j'en arrive à la fin de ma pièce et peu à peu je crois enfin il me semble qu'elle est un peu trop foisonnante je ne m'opposerai pas à certaines coupures » (p. 253). Ce travail intellectuel possède une valeur ajoutée immédiatement perceptible, car l'écriture satirique et l'ironie décapante de sa pièce éclairent les raisons pour lesquelles, dans un univers qui porte « atteinte à la dimension humaine », les hommes ne sauraient s'intéresser à « ce qu'[ils font] et à ce que [leur] activité produit ». Par ses innovations dramaturgiques et stylistiques, il fait tomber les masques et montre que le roi est nu. Par exemple l'interminable séance de brainstorming du quatrième mouvement (pp. 154-159), où chacun est invité par Jack à dire ce qui lui passe par la tête, donne encore une illustration éclatante de ce travail de la dramaturgie. On peut évoquer aussi dans le cinquième mouvement la savoureuse parodie de commentaire sémiologique du slogan publicitaire (« MAINTENANT VIRGULE CHEZ NOUS AUSSI IL Y A MOUSSE ET BRUYÈRE ») développée par Jaloux : « Le mot « maintenant » suivi de sa virgule projette sur un temps où il n'en était pas ainsi le temps où l'on était malheureux.[...] L'expression « chez nous » établit d'un coup le lieu sacré le foyer l'intimité le mot « aussi » exprime le passage de l'état malheureux à l'état comblé « maintenant virgule chez nous aussi » comporte une charge signifiante qui est assez prodigieuse » (p. 194-195). C'est en particulier le personnage de Passemar qui « fait passer » le discours auctorial et met en abyme en quelque sorte son travail de création mais aussi son projet de repenser et de donner à repenser le sens du travail en entreprise à ceux qui « se désintéress[ent] de ce qu'[ils font] » : dans sa dernière tirade se tissent des réflexions sur son écriture dramaturgique et des interrogations sur son propre emploi et le monde du travail : « j'en arrive à la fin de ma pièce et peu à peu je crois enfin il me semble qu'elle est un peu trop foisonnante je ne m'opposerai pas à certaines coupures [...] disons que je lance deux bouteilles à la mer il n'est pas exclu que je réussisse à aller jusqu'au terme des vingt-trois ans qu'il me reste à courir mais là



où je suis sceptique c'est quand j'entends le président de la United dire qu'avec la fusion rien ne va changer on dit ça mais on sait que tôt ou tard tout va changer pour le meilleur ou pour le pire ? Qui le saurait ? » (pp. 253-254). Dès le premier mouvement d'ailleurs, il se présentait comme le porte-parole de l'auteur, posant les questions qui constituent l'enjeu de la pièce : « mon propos est simplement ceci l'absorption de la moyenne entreprise où je suis moi-même un cadre moyen par une puissante société américaine » (p. 33). Il s'agit donc bien, par une activité d'ordre intellectuel et artistique, d'ouvrir la voie à une prise de conscience de la déshumanisation du travail dans l'entreprise capitaliste et dans la société consumériste qui « jettent par-dessus bord » la « dimension humaine », afin de redonner du sens à nos existences.

C'est un travail intellectuel que mettent en œuvre Virgile, Simone Weil et Michel Vinaver, et leurs œuvres littéraires et philosophiques visent à éveiller les consciences et à éclairer l'expérience du travail : pour lui donner la « dimension humaine » qu'il mérite, ils en dévoilent les vertus humanisantes, et éventuellement les risques si l'homme « se désintéress[e] de ce qu'il fait et de ce que son activité produit ».

### III.3 Le travail intellectuel, apanage de l'homme

C'est précisément ce travail de création littéraire et philosophique qui est spécifiquement humain, puisqu'il ne relève que de la pensée, de l'imagination et du talent artistique ; et s'il engage l'auteur au premier chef, il engage aussi le lecteur dont sont sollicitées la réflexion et l'activité intellectuelle.

Dans les *Géorgiques*, Virgile, en chantant les louanges du travail humain qui sublime et magnifie la beauté du monde, n'accomplit pas une œuvre moins civilisatrice que celle du paysan, à cette différence près qu'elle ne relève que d'une activité purement intellectuelle et artistique. La forme poétique de son œuvre ne l'empêche pas de dispenser un discours savant et informé, qui mobilise toutes sortes de connaissances, tirées de l'expérience du domaine familial mais aussi d'une solide culture générale acquise pendant ses années de formation (il étudia la philosophie, la rhétorique, les mathématiques, la médecine, les sciences naturelles). A cet exercice de l'imagination et de la pensée, le lecteur est sommé de s'associer, chaque fois que le poète s'adresse à lui pour qu'il observe la nature et agisse en conséquence à la lumière de l'expérience. Ainsi par exemple, au livre troisième, le long récit morbide des effets de la peste animale en Illyrie (pp. 137-142) prend une valeur d'avertissement : ces morts risquent de se reproduire si le paysan à qui il s'adresse ne prend pas les mesures prophylactiques nécessaires, celles même que le poète a conseillées dans les pages précédentes : « si tu fais de la laine l'objet de tes soins, commence par éviter la silve épineuse... » (p. 132), « les chiens ne seront pas le dernier objet de tes soins » (p. 133), « apprends aussi à brûler dans tes étables le cèdre odorant » (p. 134). Il invite encore son lecteur à faire un apprentissage salutaire en agissant rationnellement, puisqu'il s'agit de faire l'étiologie de la maladie à partir de ses symptômes : « je t'apprendrai les causes et les symptômes des maladies » (p. 135). L'œuvre de Virgile, qui mobilise des capacités pleinement et spécifiquement humaines, élève donc, plus que toute autre activité, l'auteur et le lecteur au-dessus de la condition animale.

L'activité intellectuelle, qui par définition élève l'homme au-dessus de la condition animale, est encore plus explicitement convoquée par Simone Weil dans *La Condition ouvrière*. La philosophe de métier souligne régulièrement la nécessité de penser sa toute nouvelle expérience de l'usine : appartenant à « un monde d'abstractions », elle se sent exilée parmi les « hommes réels » (p. 68), elle exprime donc fréquemment la tension quasi schizophrénique à laquelle elle se sent livrée, par exemple lorsqu'elle écrit à Nicolas Lazarévitch : « étant là avant tout pour observer et comprendre, je ne puis obtenir de moi

ce vide mental, cette absence de pensée indispensable aux esclaves de la machine moderne » (p. 63). Et dans une lettre à Victor Bernard elle justifie ainsi sa décision de signer un article du pseudonyme de « Cléanthe » : « c'est le nom d'un Grec qui combinait l'étude de la philosophie stoïcienne avec le métier de porteur d'eau » (p. 245). Voilà qui en dit long sur la démarche de la philosophe et sur l'idée que le travail intellectuel est susceptible d'accompagner et d'éclairer l'activité laborieuse. Elle se livre bel et bien à un travail d'ordre intellectuel, en s'inspirant de ses lectures et de ses rencontres (de Spinoza, Marx, Proudhon, Alain qui fut son professeur), et en apportant un éclairage théorique aux situations concrètes qu'elle vit. C'est le cas par exemple quand elle dénonce la « rationalisation » tayloriste (pp. 302-306), dans un long article très didactique, ou bien lorsqu'elle analyse les raisons d'ordre historique, politique et psychologique qui expliquent l'échec des luttes ouvrières (pp. 394-395) dont elle vit un épisode en 1936, ou bien encore dans sa critique du « sentiment révolutionnaire » promu par l'idéologie marxiste (pp. 422-423). Mais, non contente de prendre elle-même un recul réflexif sur le travail, elle y invite les travailleurs eux-mêmes, qui doivent réfléchir par eux-mêmes : ils ne « doivent pas avoir confiance dans les savants, les intellectuels ou les techniciens pour régler ce qui est pour eux d'une importance vitale. Ils peuvent bien entendu prendre leurs conseils, mais ils ne doivent compter que sur eux-mêmes, et s'ils s'aident de la science ça devra être en l'assimilant eux-mêmes » (p. 326). C'est encore cette capacité à penser le travail qu'elle encourage chez les ouvriers de Rosières en leur demandant de collaborer à l'écriture d'un article pour un « journal d'usine » : « je viens vous demander de bien vouloir prendre une plume et du papier, et parler un peu de votre travail » (p. 205). En effet, afin qu'advienne l'idéal qu'elle aperçoit à l'horizon, il faut une démarche volontariste qui passe d'abord par une prise de conscience des premiers intéressés qui contribueront à réinventer les conditions de ce « travail non servile ». C'est par le travail de l'esprit que passe la réalisation de cet idéal, et c'est ce travail qui distingue l'homme de l'animal.

La pièce de Michel Vinaver *Par-dessus bord* illustre autrement, et de plusieurs façons, l'importance du travail intellectuel qui constitue l'apanage de l'homme. Deux personnages, qui possèdent une certaine ampleur de vue et échappent à l'étroite sphère de l'activité professionnelle rémunératrice, incarnent cet aspect du travail : Passemar, la voix de l'auteur, qui commente à plusieurs reprises la difficulté de son travail de création, nous l'avons vu, et M. Onde (*alias* Georges Dumézil, le philologue et anthropologue, historien des religions), un enseignant-chercheur dont les travaux portent sur la mythologie scandinave. L'activité intellectuelle du premier est consacrée à la réalisation de sa pièce, le second s'intéresse à la signification symbolique des systèmes mythologiques, « tout système mythologique signifi[ant] quelque chose aide la société qui le pratique à s'accepter à être fière de son passé confiante dans son présent et son avenir » (p. 82). Or la fonction de la pensée mythique est d'éclairer, sur un mode symbolique, une vérité humaine, en l'occurrence les réalités du monde du travail : les différents épisodes du combat épique entre les Ases et les Vanes dans la mythologie nordique font écho symboliquement aux relations conflictuelles au sein de l'univers commercial, prenant la forme tantôt de la rivalité entre les deux entreprises française et américaine, tantôt de la guerre de succession et de la lutte fratricide entre Benoît et Olivier. Ce travail de l'esprit, savant et complexe, auquel se livre l'auteur se double d'un nécessaire travail herméneutique du lecteur/spectateur, d'autant plus exigeant que, contrairement aux deux autres œuvres, la pièce ne véhicule pas un message transparent et univoque. L'esthétique de la rupture, du collage et du contrepoint, dont nous avons montré les ressorts, sollicite l'activité de l'esprit chez le lecteur, appelé à percevoir et interpréter les échos et les mises en parallèle, et à s'interroger sur la signification de ce qu'il lit ou regarde. Un exemple parmi d'autres de ce travail

subtil du texte qui suppose une activité interprétative : Alex parle de l'« l'*aktion* [ ... ] à Lvov en Ukraine » (p. 98), désignant l'« Aktion Reinhardt », qui renvoie à la réalité historique de la « solution finale ». Or un peu plus tard dans la pièce, dans un échange entre Benoît et Jack, il sera question d'une « action » à mener dans l'entreprise : « Bon mais pratiquement que me proposez-vous comme *action* ? demande le premier, « *L'action* Ben ça se déroule comme une pelote de laine à partir du moment où il y a une vision » répond le second (p. 115). L'homophonie laisse entendre à qui a l'esprit en éveil la mise en œuvre de méthodes de *management* cruelles et inhumaines. Enfin la pièce de Michel Vinaver sollicite encore l'activité interprétative dans la mesure où elle interroge plus qu'elle n'apporte des réponses sur le monde du travail. A travers le discours de Passemar, l'auteur pose en effet dès le premier mouvement la problématique centrale de sa pièce : « l'absorption de la moyenne entreprise où je suis moi-même un cadre moyen par une puissante société américaine est-ce un bien ? Est-ce un mal ? Je ne sais pas j'aimerais y voir plus clair » (p. 33), et sa dernière tirade place encore le lecteur / spectateur face à une interrogation tout aussi ouverte : « là où je suis sceptique c'est quand j'entends le président de la United dire que rien ne va changer on dit ça mais on sait que tôt ou tard tout va changer pour le meilleur ou pour le pire ? Qui le saurait ? » (p. 254). Au-delà de la satire indéniable de l'entreprise inhumaine et dévoratrice, on devine en effet une certaine fascination pour le capitalisme dans les deux discours de Fernand Dehaze et de Ralph Young (déjà cités) qui encadrent la pièce et se répondent, exaltant l'esprit d'entreprise et l'esprit de famille avec le même enthousiasme et la même foi conquérante. Michel Vinaver, dans un entretien avec le dramaturge Gérard Garutti portant sur sa pièce qualifiée d'« épopée du capitalisme », exprimait d'ailleurs en 2009 sur le capitalisme un jugement assez ambivalent : « le capitalisme c'est quand même un sacré système ». La création et la réception de la pièce supposent donc un travail intellectuel, qui revêt une « dimension [essentiellement] humaine » puisqu'il fait appel à des facultés qui sont bel et bien l'apanage de l'homme.

Ainsi les trois œuvres littéraires et philosophiques, produits d'une activité tout intellectuelle, donnent les clés pour repenser le travail, afin de permettre aux hommes d'accorder de l'intérêt à « ce qu'il[s] [font] et à ce que [leur] activité produit » Or c'est précisément dans ces formes de travail intellectuel, spécifiquement humaines puisqu'elles éveillent les consciences et relèvent de l'esprit, de la raison et de l'imagination, que les hommes se distinguent des animaux et réalisent pleinement leur humanité.

## Conclusion

Que le travail puisse asservir l'homme, voire le réduire à la condition de « l'animal qui s'affaire à se maintenir en vie » et reste enfermé dans « l'interdépendance de la fourmilière », si son activité est dénuée de sens, cela ne fait pas de doute. Le propos de Dominique Girardot alerte à juste titre sur la possible déshumanisation qu'un « labeur » abrutissant fait encourir à l'homme, s'il « se désintéress[e] de ce qu'il fait et de ce que son activité produit ». Cependant il convient de revenir sur cette conception tragique, car on peut trouver l'occasion de s'épanouir dans son activité et de donner une « dimension humaine » à son travail, à condition d'en percevoir l'intérêt et le sens, à la fois comme être individuel et comme être social. Cette opposition entre travail aliénant et travail humanisant invite finalement à considérer ce qui élève l'homme au-dessus de la condition animale. S'il peut s'agir d'un ordre supérieur qui indique le chemin, le sens de la vie et des activités laborieuses, c'est dans tous les cas le travail intellectuel et l'écriture qui permettent de penser le travail et de le représenter. C'est bien dans le travail de l'esprit que réside toute sa « dimension humaine ».

Au demeurant, nonobstant les revendications anciennes ou modernes du « droit à la paresse » ou d'une « civilisation du loisir » pour reprendre des titres célèbres, c'est le travail sous toutes ses formes,

agricole, industriel, commercial, mais aussi intellectuel et artistique qui conditionne notre rapport à nous-mêmes et à autrui, c'est dans et par le travail que l'homme conquiert sa juste place dans le monde et dans la société.

 RETOUR



