



RAPPORT  
SUR LES  
ÉPREUVES ÉCRITES  
CONCOURS  
2020

Observations des correcteurs

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

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

[Licence Creative Commons Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Pas de Modification 3.0 France.](#)



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Avant Propos</b>	<b>5</b>
1.1	Orientation pour la session 2021 . . . . .	5
1.2	Trois conseils généraux . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Mathématiques</b>	<b>7</b>
2.1	Remarques générales . . . . .	7
2.2	Mathématiques 1 - filière MP . . . . .	7
2.2.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	7
2.2.2	Analyse détaillée des questions . . . . .	8
2.3	Mathématiques 2 - filière MP . . . . .	9
2.3.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	9
2.3.2	Commentaires généraux . . . . .	9
2.3.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	9
2.3.4	Conclusions . . . . .	13
2.4	Mathématiques 1 - filière PC . . . . .	13
2.4.1	Présentation du sujet . . . . .	13
2.4.2	Commentaires généraux . . . . .	13
2.4.3	Conseils aux futurs candidats . . . . .	14
2.4.4	Analyse détaillée des questions . . . . .	14
2.5	Mathématiques 2 - filière PC . . . . .	15
2.5.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	15
2.5.2	Analyse détaillée des questions . . . . .	16
2.6	Mathématiques 1 - filière PSI . . . . .	18
2.6.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	18
2.6.2	Analyse détaillée des questions . . . . .	19
2.7	Mathématiques 2 - filière PSI . . . . .	20
2.7.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	20
2.7.2	Commentaires généraux . . . . .	20
2.7.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	20
2.7.4	Conseils aux futurs candidats . . . . .	22
2.7.5	Conclusion . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Physique</b>	<b>24</b>
3.1	Remarques générales . . . . .	24
3.2	Physique 1 - filière MP . . . . .	24
3.2.1	Présentation du sujet . . . . .	24
3.2.2	Remarques générales . . . . .	25
3.2.3	Remarques sur les questions . . . . .	25
3.3	Physique 2 - filière MP . . . . .	27
3.3.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	27
3.3.2	Commentaires généraux . . . . .	27
3.3.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	28
3.3.4	Conseils aux futurs candidats . . . . .	29
3.3.5	Conclusions . . . . .	29
3.4	Physique 1 - filière PC . . . . .	30
3.4.1	Présentation du sujet . . . . .	30
3.4.2	Commentaires généraux . . . . .	30

3.4.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	31
3.4.4	Conseils aux futurs candidats . . . . .	32
3.5	Physique 2 - filière PC . . . . .	32
3.5.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	32
3.5.2	Commentaires généraux . . . . .	33
3.5.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	33
3.5.4	Conseils aux futurs candidats . . . . .	35
3.5.5	Conclusions . . . . .	35
3.6	Physique 1 - filière PSI . . . . .	35
3.6.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	35
3.6.2	Commentaires généraux . . . . .	35
3.6.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	35
3.6.4	Conseils aux futurs candidats . . . . .	36
3.6.5	Conclusions . . . . .	37
3.7	Physique 2 - filière PSI . . . . .	37
3.7.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	37
3.7.2	Commentaires généraux . . . . .	37
3.7.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	37
3.7.4	Conseils aux futurs candidats . . . . .	39
3.7.5	Conclusions . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Chimie</b> . . . . .	<b>40</b>
4.1	Remarques générales . . . . .	40
4.2	Chimie - filière MP . . . . .	40
4.2.1	Généralités et présentation du sujet . . . . .	40
4.2.2	Commentaires généraux . . . . .	40
4.2.3	Analyse détaillée des questions . . . . .	40
4.2.4	Conseils aux futurs candidats . . . . .	42
4.2.5	Conclusion . . . . .	42
4.3	Chimie - Filière PC . . . . .	42
4.3.1	Présentation de l'épreuve . . . . .	42
4.3.2	Conseils généraux . . . . .	42
4.3.3	Analyse de l'épreuve . . . . .	43
4.3.4	Conclusion . . . . .	47
4.4	filière PSI . . . . .	47
4.4.1	Remarques générales . . . . .	47
4.4.2	Remarques particulières . . . . .	47
4.4.3	Conclusion . . . . .	48
<b>5</b>	<b>Informatique</b> . . . . .	<b>49</b>
5.1	Informatique pour tous . . . . .	49
5.1.1	Remarques générales . . . . .	49
5.1.2	Commentaires spécifiques à chaque question . . . . .	49
5.2	Informatique option MP . . . . .	51
5.2.1	Généralités . . . . .	51
5.2.2	Analyse Globale . . . . .	51
5.2.3	Analyse de Forme . . . . .	52
5.2.4	Analyse par question . . . . .	52

<b>6</b>	<b>Sciences Industrielles</b>	<b>54</b>
6.1	Remarques générales . . . . .	54
6.2	Présentation du sujet . . . . .	54
6.3	Analyse détaillé des questions . . . . .	55
6.4	Conclusions . . . . .	58
<b>7</b>	<b>Français</b>	<b>59</b>
7.1	Présentation du sujet . . . . .	59
7.1.1	Remarques préliminaires . . . . .	59
7.1.2	Analyse de la citation . . . . .	60
7.1.3	Problématisation . . . . .	60
7.2	Commentaires généraux sur les copies et rappels méthodologiques . . . . .	60
7.2.1	L'introduction . . . . .	61
7.2.2	Le développement . . . . .	62
7.2.3	La conclusion . . . . .	64
7.2.4	Quelques remarques sur l'expression . . . . .	64
7.2.5	Conseils aux candidats, bilan et perspectives . . . . .	65
<b>8</b>	<b>Langues Vivantes</b>	<b>67</b>
8.1	Anglais . . . . .	67
8.1.1	Modalités de l'épreuve . . . . .	67
8.1.2	Remarques générales . . . . .	67
8.1.3	Thème . . . . .	68
8.1.4	Question de compréhension . . . . .	69
8.1.5	Expression personnelle ou « <i>essay</i> » . . . . .	69
8.2	Allemand . . . . .	70
8.2.1	Thème . . . . .	71
8.2.2	Expression écrite . . . . .	72
8.3	Arabe . . . . .	74
8.3.1	Remarques générales . . . . .	74
8.3.2	Expression écrite . . . . .	74
8.3.3	Thème . . . . .	75
8.4	Espagnol . . . . .	76
8.4.1	Thème . . . . .	76
8.4.2	Expression écrite . . . . .	76
8.5	Italien . . . . .	76
8.5.1	Considérations générales . . . . .	76
8.5.2	Observations sur la session 2020 . . . . .	77
8.5.3	Conseils . . . . .	78
8.6	Russe . . . . .	78
8.6.1	Remarques générales . . . . .	78
8.6.2	Remarques particulières . . . . .	79
8.6.3	Conseils . . . . .	80
<b>9</b>	<b>Annexe - Exemple de dissertation rédigée</b>	<b>82</b>

## 1 Avant Propos

Élèves et enseignants des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs, ce rapport sur les épreuves écrites de la session 2020 du Concours commun Mines Ponts (CCMP) vous est avant tout destiné.

Ses rédacteurs, correcteurs, ont formulé des conseils pratiques. Aussi, la lecture attentive de ce document doit conduire à éviter les erreurs trop souvent observées à l'écrit et doit permettre de comprendre l'esprit du concours et ce qui est attendu des épreuves écrites. Il est donc indispensable d'en prendre connaissance.

Je souligne que les mêmes recommandations et remarques ont déjà été présentées dans les rapports des années précédentes, preuve qu'ils ne sont pas suffisamment pris en compte par chaque candidat. Il convient de les considérer comme un pré-requis pour réussir les épreuves.

Avant de parcourir chacune des épreuves par matière et par filière, je répète quelques conseils généraux capitalisés lors de la dernière édition de 2020 mais aussi lors des années précédentes.

### 1.1 Orientation pour la session 2021

Le CCMP organisera en 2021 le recrutement dans les filières MP, PC, PSI des 10 Grandes Écoles du Concours. 1467 places sont ouvertes pour ces 3 filières, par les écoles qui recrutent toutes de très hauts niveaux scientifiques et sont toutes dans le Top 25 du classement des revues spécialisées.

Le Concours Mines-Télécom (CMT) utilise les épreuves écrites du CCMP. La Banque Mines Ponts est constituée du CCMP et du CMT. Cette année, le concours TPE/EIVP, qui offre 250 places environ, fusionne avec le CMT, pour un total de 1250 places offertes environ. Au total, la Banque Mines-Ponts offrira 2950 places en écoles d'ingénieurs dans ces 3 filières. Par ailleurs, le concours Centrale-Supélec utilise également les épreuves écrites du CCMP pour le recrutement de son cycle international.

J'invite les candidats à se renseigner sur les écoles du Concours commun Mines Ponts et les écoles des concours adhérents à la Banque Mines Ponts. Les informations concernant le concours, y compris la notice 2021, peuvent être consultées sur le site :

<https://www.concoursminesponts.fr>

Une bonne connaissance de la notice 2021 est un préalable incontournable pour passer les épreuves dans les meilleures conditions. Cette notice présente notamment les modalités du concours dont les épreuves et les notes ont pour but de classer les candidats les uns par rapport aux autres.

Le concours, avec les correcteurs et les examinateurs, a pour ambition de permettre aux 16 000 candidats qui passent l'écrit, de mettre en avant leurs qualités dans le respect de l'équité dans l'évaluation. Les épreuves écrites, réparties sur quatre jours, sont exigeantes et permettent aux candidats d'exposer leurs capacités de raisonnement. Par rapport aux notes en classes préparatoires, la notation ne juge pas la qualité d'une copie mais permet de comparer les candidats entre eux et de les classer. Les correcteurs adaptent le barème des épreuves écrites pour valoriser non seulement les connaissances présentées dans les copies des candidats, mais surtout la qualité du raisonnement développé.

### 1.2 Trois conseils généraux

La plupart des conseils et des commentaires des correcteurs des épreuves écrites, classiques parce que répétés chaque année, restent importants pour tirer le meilleur parti du travail en classe préparatoire et sont synthétisés sous trois recommandations générales.

### 1. APPRENEZ LE COURS ET MAÎTRISEZ LES NOTIONS DE BASE

C'est ce que répètent correcteurs. Les résultats d'un cours (théorèmes, application de méthodes, etc.) dépendent d'un contexte qui a été intelligemment étudié et utilisé. Mettez en valeur le contexte avant l'utilisation d'un résultat de cours. Citez les conditions d'utilisation avant d'utiliser des outils dans la réponse proposée. Ceci est présenté dans les conclusions générales des rapports de chacune des épreuves. Lisez donc le rapport.

### 2. SOIGNEZ LA FORME, SOYEZ CLAIR, RIGOUREUX ET HONNÊTE

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

La note finale, quelle que soit la discipline, reflètera très souvent ces aspects. La négligence ne paie pas.

Les correcteurs répètent hélas plusieurs constatations comme le manque d'honnêteté intellectuelle, le manque de concrétisation par des schémas, le manque de clarification, et le jury recommande de ne pas tenter de développer une réponse si le candidat sait manifestement qu'il n'a pas compris ce qui était demandé. Admettre le résultat d'une question est préférable à de longs gribouillis inutiles, ou à la simulation d'une évidence qui n'existe pas. La production de schémas, l'encadrement des résultats ou encore la vérification de l'homogénéité d'une formule littérale prouvent un sens indéniable de l'organisation.

### 3. RÉFLÉCHISSEZ ET ORGANISEZ-VOUS

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

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

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

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

Pour conclure, j'insiste auprès des futurs candidats sur la nécessité de lire et d'appliquer les recommandations de ce rapport.

Avec les membres du jury, nous encourageons bien sincèrement les candidats dans leur engagement personnel pour préparer le concours 2021 qui leur permettra de révéler le meilleur d'eux-mêmes.

Éric Hautecloque-Raysz  
Directeur général du Concours commun Mines Ponts

## 2 Mathématiques

### 2.1 Remarques générales

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

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

Il est indispensable de travailler en profondeur le cours de mathématiques de première et de deuxième année, de connaître les théorèmes avec leurs hypothèses.

La rédaction des preuves doit être courte et complète ; tous les arguments sont attendus. Les tentatives de bluff, moins nombreuses cette année, sont lourdement sanctionnées.

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

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

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

Il est demandé aux candidats de numéroter leurs copies de façon cohérente : les correcteurs apprécient assez peu de se voir 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.

Certes, du fait de la numérisation des copies, certaines techniques de modification sont interdites, mais l'utilisation du brouillon est toujours autorisée... et même recommandée. Il n'est pas question de faire une résolution complète au brouillon puis de recopier, mais il faudrait éviter de faire figurer toutes les tentatives sur la copie en raturant les échecs. Cela pourrait permettre également d'améliorer le recul sur ce que l'on écrit, en l'écrivant deux fois, et d'éviter ainsi certaines erreurs grossières.

### 2.2 Mathématiques 1 - filière MP

#### 2.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le problème portait exclusivement sur l'algèbre, une grande partie ne faisant appel qu'au programme de première année. Par contre, un certain nombre de questions difficiles permettaient d'évaluer les compétences acquises en deuxième année de classe préparatoire, surtout au niveau de la maîtrise de l'abstraction.

Le but était de démontrer le théorème de Gerstenhaber, qui est un résultat récent puisqu'il a été publié en 1958. Cela donnait un problème manifestement trop long, surtout pour une épreuve de trois heures, mais le sujet étant progressif, un barème adapté, attribuant très peu de points aux dernières questions, a permis d'obtenir une moyenne d'épreuve correcte et un bon étalement des notes. Les correcteurs ont été attentifs à ce que ce choix de répartition des points ne lèse personne, et nous n'avons pas eu le cas d'un candidat qui aurait négligé les premières questions, qui rapportaient beaucoup de points, pour aller traiter de manière significative les dernières, qui étaient très sous-évaluées.

Les performances de candidats sont de niveaux très variables, mais une proportion non négligeable d'entre eux (de l'ordre de 10%) est d'un excellent niveau en algèbre abstraite. Il n'y avait, en définitive, qu'une proportion raisonnable de copies très faibles.

### 2.2.2 Analyse détaillée des questions

La question 1, bien traitée en général, était tout de même l'occasion d'écrire des erreurs très graves, comme "la trace d'un produit est égale au produit des traces".

La question 2 ne présentait pas de difficulté, sauf au niveau de la rédaction qui a donné des performances de qualité très différentes.

La question 3 a été abordée par la quasi totalité des candidats, mais les réponses étaient souvent incomplètes, se réduisant à une inclusion sans aller jusqu'à l'égalité.

La première partie de la question 4 était un résultat très classique sur les endomorphismes nilpotents. Dans de très nombreuses copies nous l'avons trouvée en général bien faite.

La deuxième partie était plus difficile, surtout à rédiger, ce qui a permis aux meilleurs candidats de faire la différence.

On retrouvait le schéma d'un début classique et facile et d'une suite plus subtile à la question suivante. La difficulté de la question était de penser à utiliser le résultat de la précédente, avec un raisonnement par l'absurde assez fin. Cette partie a été très souvent mal traitée, avec des raisonnements faux.

La question 6 a été convenablement traitée, mais on peut se demander si la notation  $a \otimes x$  pour désigner une application n'a pas été déstabilisante et explique certaines contre-performances sur cette question dans des copies de bon niveau. A noter aussi qu'il y avait de nombreux points à vérifier et qu'il en manquait souvent un ou deux.

A la question suivante les candidats avaient le choix entre plusieurs méthodes et le résultat a été assez souvent correct.

La troisième partie commençait par une série de notations qui demandait un peu de temps pour être assimilées, ce qui a manifestement gêné un certain nombre de candidats. Une erreur fréquente à la question 8 était d'appliquer la formule du binôme de Newton, alors qu'il manquait l'hypothèse de commutation. On retrouvait ce problème à la question suivante, ce qui a bien sûr entraîné des notes très contrastées.

La question 10 a encore donné des performances correctes, mais elle demandait une rédaction précise des propriétés de la trace utilisées.

Les questions 11 et 12 ont été peu abordées.

La dernière partie commençait par une nouvelle série de notations, qui débouchaient sur la question 13, qui a été la dernière question abordée dans un grand nombre de copies. Une forte majorité a utilisé la caractérisation classique des sous-espaces vectoriels, avec quelques oublis de-ci delà, par exemple que les ensembles sont non vides. Cela permettait bien sûr d'obtenir les points attribués à cette question, mais ne facilitait pas l'abord de la suivante.

La question 15 n'a été traitée que par ceux qui avaient utilisé des applications linéaires pour traiter la précédente, l'idée d'utiliser le théorème du rang étant évidente dans ce cas.

Il y a eu quelques réponses partielles aux trois questions suivantes, il est clair que le temps commençait à manquer et comme il fallait parfaitement maîtriser les questions précédentes pour les utiliser à bon escient, il n'y a eu que très peu de grappillage.

Les questions 20 à 24 n'ont quasiment pas été abordées, leur poids très faible dans le barème n'a donc pas eu de conséquence sur le classement des candidats.

Pour terminer, on peut conseiller aux futurs candidats de s'habituer à la rédaction d'un sujet du CCMP. Du fait de la limitation du nombre de questions, il y a souvent plusieurs résultats à établir dans une seule question, et l'expérience de la correction montre qu'il en manque fréquemment.



## 2.3 Mathématiques 2 - filière MP

### 2.3.1 Généralités et présentation du sujet

Ce sujet traite de marche aléatoire dans  $\mathbb{Z}^d$ , c'est-à-dire d'une suite de variables aléatoires  $(S_n)_n$  où  $S_0 = 0_d$  et pour tout entier  $n \geq 1$ ,  $S_n = \sum_{k=1}^n X_k$  avec  $(X_k)_{k \in \mathbb{N}^*}$  une suite de variables aléatoires mutuellement indépendantes et de même loi à valeurs dans  $\mathbb{Z}^d$ . Au temps  $k$ , on fait un pas dans la direction  $X_k$ . Ainsi, plusieurs questions se posent naturellement : Revient-on en 0 ? Au bout de combien de temps en moyenne, revient-on en 0 pour la première fois ? Après  $n$  pas, combien avons-nous visité en moyenne de positions différentes ? Ce sujet propose donc d'étudier ces questions. Pour cela, outre les probabilités, les séries entières sont utilisées.

### 2.3.2 Commentaires généraux

Le jury tient à souligner l'impolitesse dont ont fait preuve un certain nombre de candidats qui ont rendu une copie illisible, ou trop raturée, ou aux questions traitées dans le désordre, ou à l'encre trop pâle, ou encore comportant trop d'abréviations. Le correcteur attend de la part du candidat l'écriture en toutes lettres des notions utilisées, étant toléré le fait d'explicitier une abréviation pour l'employer par la suite dans le devoir.

Un certain nombre de questions donnaient la formule à démontrer, ce qui peut guider les candidats dans leur réflexion. Mais, il faut alors avoir en tête que les points ne seront pas accordés pour avoir trouvé la formule mais pour la rigueur de la démarche. Malheureusement, certains candidats ne jouent pas la « carte de l'honnêteté » et partant dans une mauvaise direction, ils truquent au fur et à mesure leurs calculs pour aboutir au résultat demandé. De plus, les candidats affirment, sans preuve, un résultat alors que les difficultés (et donc les points) se trouvent justement dans la preuve de ce résultat, parfois même ce résultat est faux. Rappelons que « *des affirmations extraordinaires nécessitent des preuves extraordinaires* » (Carl Sagan).

Le jury déplore le manque de rigueur avec lequel sont traitées l'analyse et les probabilités. Beaucoup d'erreurs ont été commises dans les questions de convergence de séries. La notion d'indépendance a donné lieu à bien des errements. Outre sa confusion encore fréquente avec celle d'incompatibilité, elle est souvent vue comme un mot clé à insérer à intervalles réguliers dans les raisonnements. Or des variables aléatoires ont souvent été affirmées indépendantes alors qu'en réalité elles ne le sont pas, simplement parce que cela permettait aux calculs d'aboutir. Une bonne compréhension de cette notion est indispensable pour maîtriser le fil des raisonnements de chaque question de probabilités. Le jury conseille donc aux élèves d'être attentifs aux exigences de rigueur de leurs professeurs.

### 2.3.3 Analyse détaillée des questions

- La **première question** n'a pas eu un assez grand succès, il suffisait pourtant de développer l'expression proposée avec le binôme de Newton (sans se tromper dans les indices), de savoir effectuer un produit de deux polynômes puis d'identifier les coefficients devant  $X^n$ . Des candidats, ont substitué 1 à l'indéterminée ce qui ne pouvait pas aboutir. Cela n'a pas empêché certains de pouvoir en déduire la formule demandée au prix d'escroqueries successives.
- À la **question 2**, la part des élèves ne connaissant pas la formule de Stirling est de 28%. Or cette formule figure au programme.
- La **question 3** n'a pas eu le succès espéré. Une méthode consistait à établir des encadrements en procédant par étapes :
  - Donner un encadrement propre de  $f(t)$  pour  $t \in [k, k+1]$  avec  $k \in \mathbb{N} \setminus \{0, 1\}$ , par décroissance de  $f: x \mapsto x^{-\alpha}$  sur  $\mathbb{R}_+^*$  (et non sur  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{R}^*$ , ce que le jury a pu lire).
  - Par croissance de l'intégrale, obtenir un encadrement de  $f(k)$ .
  - Sommer ces inégalités pour  $k \in \llbracket 2; n \rrbracket$ , pour obtenir un encadrement de l'intégrale avec des sommes partielles (ou l'inverse).

— Calculer l'intégrale et montrer que la majoration et la minoration de la somme partielle (ou du reste) sont bien équivalents, la position de  $\alpha$  par rapport à 1 jouait, bien entendu, un rôle.

Certains écrivent directement l'encadrement final, comme s'il allait de soi. Malheureusement, ces encadrements étaient parfois faux dus aux problèmes d'indices et de bords :  $\int_0^n f(t) dt$  n'a du sens que si on l'a vérifié, car  $f$  n'est pas définie en 0. Parfois, la minoration proposée était plus grande que la majoration. Les deux membres étaient affirmés être équivalents sans justification (alors que cela dépend de  $\alpha$ ). Il serait bien de préciser où vivent les variables utilisées par les candidats : cette inégalité annoncée est-elle vraie pour  $k \in \mathbb{N}$ ,  $k \geq 1$  ou  $k \geq 2$ ? Ce n'est pas au jury de le deviner. Citons d'autres méthodes utilisées qui ont été acceptées si elles étaient traitées avec rigueur :

- La sommation des relations de comparaison appliquée à  $n^{-\alpha} \sim \int_n^{n+1} t^{-\alpha} dt$ .
- La comparaison de la série de Riemann à une série télescopique.
- Une part infime des candidats a utilisé le théorème de comparaison série-intégrale qui fournit la convergence de la série de terme général  $f(n) - \int_n^{n+1} f(t) dt$  pour obtenir rapidement le résultat de la première partie de la question.

En revanche, certains ont fait appel à un théorème plus précis que le théorème de comparaison série-intégrale, mais **hors programme**, fournissant un équivalent de la somme partielle.

- Beaucoup de candidats ont effectué une intégration par parties pour la **question 4**, mais tous n'ont pas justifié sa validité en disant que les fonctions utilisées étaient bien de classe  $\mathcal{C}^1$  sur le segment d'intégration. Curieusement, bien rares sont les candidats qui ont remarqué que les deux membres sont nuls pour  $x = 2$  et ont la même dérivée, ce qui permettait rapidement de conclure. Pour la relation de négligeabilité, utiliser le théorème d'intégration des relations de comparaison suffisait, encore fallait-il en vérifier toutes les hypothèses. Comme les intégrales de Bertrand ne sont pas au programme, le jury attendait une preuve que  $\int_2^{+\infty} \frac{1}{\ln(t)} dt$  diverge ce qui pouvait se faire aisément par comparaison avec une intégrale de Riemann. Seul un candidat sur cinq a montré proprement cette relation de négligeabilité.
- Pour la **question 5**, le développement en série entière de  $x \mapsto (1+x)^\alpha$  n'est pas toujours connu. Certains confondent les développements limités et les développements en série entière. D'autres donnent le développement demandé à l'aide d'un coefficient mystérieux :  $\binom{\alpha}{k}$ . Lorsque  $\alpha \notin \mathbb{N}$ , cette notation, certes pratique, n'est pas au programme de MP. De plus, la deuxième partie de la question a parfois montré que parmi ceux qui l'utilisaient, tous ne l'avaient pas vraiment comprise. En tout cas, écrire  $\alpha!$  (factorielle  $\alpha$ ) pour  $\alpha \notin \mathbb{N}$  n'a aucun sens, ce que le correcteur sanctionne inmanquablement. Pour obtenir le développement de  $x \mapsto \frac{1}{\sqrt{1-x}}$ , certains commettaient plusieurs erreurs d'indices ou de signe. Au prix de quelques arnaques sur plusieurs lignes, ils ont réussi à aboutir mais ils ont surtout réussi à perdre la confiance du correcteur ...
- La **question 6** a été révélatrice de toutes les incompréhensions sur les séries et les séries entières. Certains ont utilisé le critère de D'Alembert pour obtenir un rayon de convergence. Cette stratégie était vouée à l'échec. En effet, sans aucune expression de  $P(S_n = 0)$  ou de  $P(R = n)$ , comment savoir si ces quantités s'annulent et comment étudier la limite éventuelle du quotient? Cela n'a pas empêché des candidats de prétendre y arriver. De plus, certains, pour essayer de montrer que  $\sum P(S_n = 0)x^n$  converge, majorent

$$\left| \sum_{n=0}^{+\infty} P(S_n = 0)x^n \right|$$

Cela n'a aucun sens, car précisément on ne sait pas si cette série converge.

Pour montrer que  $F$  est définie en 1, certains utilisent  $F(1)$  comme un objet (volant) identifié. Certains se sont fourvoyés en affirmant que  $\sum_{n=0}^{+\infty} P(S_n = 0) = 1$ . Beaucoup pensent qu'une série entière converge uniformément ou normalement sur son disque ouvert de convergence. Le développement en série entière de la fonction  $x \mapsto \frac{1}{1-x}$  ou de la fonction exponentielle fournissent pourtant des contre-exemples. Certains affirment que «*puisque  $G$  est définie en 1, elle y est continue*» : doit-on en conclure que la partie entière, définie en 1, est continue en 1?

- La **question 7** était la première question réellement difficile du sujet (une copie sur dix a donc donné une réponse satisfaisante à la première partie de cette question). Parmi les réponses fausses, certains ont transformé l'évènement  $(R = n)$  en l'évènement  $(S_n = 0_d)$  alors que ce sont des évènements différents, de même  $(S_n - S_k = 0)$  est remplacé par  $(S_{n-k} = 0)$  (confusion entre égalité d'évènements et évènements de même probabilité). D'autres ont écrit une formule de probabilité conditionnelle (avec le risque de faire une division par zéro) :

$$P_{(R=k)}(S_n - S_k = 0_d) \quad \text{ou} \quad P(S_n - S_k = 0_d | R = k)$$

Étant gênés par  $(R = k)$ , ils l'ont ensuite fait disparaître mystérieusement sans explication. Certains candidats invoquent un mystérieux évènement conditionnel  $(A|B)$  (l'évènement «*A* sachant *B*») ce qui n'a aucun sens. Pour traiter la question correctement, il fallait justifier que les évènements  $(R = k)$  et  $(S_n - S_k = 0_d)$  étaient indépendants en invoquant les variables aléatoires en jeu et le résultat communément désigné sous le nom de lemme des coalitions.

Pour la seconde partie, un certain nombre de candidats ont affirmé que les évènements  $(R = k)$  pour  $k \in \llbracket 1; n \rrbracket$  forment un système complet d'évènements. Or c'est faux, car  $R(\Omega) = \mathbb{N}^* \cup \{+\infty\}$ . Encore une fois, affirmer quelque chose parce que cela permet d'arriver au résultat demandé ne permet pas d'avoir de points si l'affirmation en question est fausse.

- Beaucoup ont reconnu un produit de Cauchy à la **question 8**, mais tous ne l'ont pas bien justifié. De plus, il y avait une difficulté (surmontable) avec les indices, certains se sont donc trompés mais ont miraculeusement trouvé la formule demandée au prix de modifications des expressions au gré des lignes, le jury n'a évidemment pas été dupe. Pour discuter de la limite, les candidats utilisent la relation algébrique qui relie  $F$  et  $G$  pour en déduire la même relation algébrique entre les limites de  $F$  et de  $G$  en 1 sans savoir si ces limites existent (sans compter le risque de tomber sur une forme indéterminée). C'est comme si ces candidats écrivaient :

$$\ll \forall x \in \mathbb{R} \quad \cos(x)^2 + \sin(x)^2 = 1 \quad \text{donc} \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} \cos(x)^2 + \lim_{x \rightarrow +\infty} \sin(x)^2 = 1 \gg$$

Il suffisait pourtant d'exprimer  $F(x)$  en fonction de  $G(x)$  puis de passer à la limite grâce à la continuité de  $G$  en 1 (peu souvent mentionnée), ainsi que les opérations sur les limites usuelles (quasiment jamais mentionnées). Pour certains candidats, il n'y a étrangement que deux possibilités :  $G(1) = 0$  ou  $G(1) = 1$ , ce qui a laissé le jury dubitatif.

- La **question 9** n'était pas facile. Beaucoup ont cru la court-circuiter grâce à un théorème de double limite avec de la convergence uniforme/normale sur un voisinage de 1 (relire à ce sujet le commentaire de la question 6).
- Une fois encore, certains n'ont pas vu la difficulté de la **question 10** et considèrent comme évident que  $\sum P(S_n = 0)$  diverge si et seulement si  $\lim_{x \rightarrow 1^-} F(x) = +\infty$ , comme si ces deux objets avaient la même nature alors que l'un est la limite d'une suite et l'autre est celle d'une fonction.
- La première partie de la **question 11** était une question difficile, seul un candidat sur vingt a donné une réponse satisfaisante. Beaucoup ont voulu montrer que les évènements  $(Y_i = 1)$  et  $(R > i)$  sont égaux, alors que ce résultat est faux. En effet, on peut visiter à la  $i$ -ième étape une nouvelle position tout en étant déjà retourné à 0, par exemple si  $d = 1$  avec  $S_0 = 0, S_1 = 1, S_2 = 0, S_3 = -1$ , alors l'évènement  $(Y_3 = 1)$  est réalisé contrairement à  $(R > 3)$ . La deuxième partie n'a pas eu beaucoup plus de succès, beaucoup écrivent l'égalité demandée avec d'obscuras explications, alors que pour la prouver, il aurait été plus sage de justifier que

$$N_n = 1 + \sum_{k=1}^n Y_k$$

puis d'utiliser la linéarité de l'espérance, puis que  $E(Y_i) = P(Y_i = 1)$ . Finalement, là où il faut trois étapes, les candidats la présentent en une seule.

- Lors de la **question 12**, les candidats ont quasiment tous vu que pour conclure, il suffisait d'appliquer le théorème de Cesàro. Ils affirment donc, **sans preuve** pour la plupart, que

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} P(R > n) = P(R = +\infty)$$

Alors qu'il y a évidemment un résultat de cours qui permet de déterminer la limite de  $(P(A_n))_n$  pour  $(A_n)_n$  une suite décroissante d'évènements.

- La démarche suivie par les candidats à la **question 13** était généralement la bonne. Cependant, les explications n'étaient pas toujours convaincantes. L'indépendance mutuelle des variables aléatoires  $(X_n)_n$  n'a pas été souvent invoquée alors qu'elle est indispensable pour le calcul de  $P(S_{2n} = 0)$ .
- La **question 14** a été peu souvent abordée. Pourtant, en utilisant la question précédente, on pouvait exprimer  $F$  comme une somme. On reconnaissait le développement en série entière de  $\sqrt{1 - 4pqx^2}$ . Attention à ne pas oublier de vérifier que  $|4pqx^2| < 1$  ! En utilisant le résultat de la question 8, on obtenait l'expression de  $G(x)$  pour  $x \in ]-1, 1[$ . Les candidats oublient trop souvent de mentionner la continuité de  $G$  et de  $x \mapsto \sqrt{1 - 4pqx^2}$  en 1, pour en déduire la valeur de  $P(R = +\infty)$ .
- La **question 15** a aussi été peu abordée car il fallait avoir résolu la question 14 pour la traiter.
- La **question 16** était d'une simplicité désarmante, il suffisait pour obtenir la première inégalité de minorer  $a_k$  par  $a_n$  dans l'égalité  $\sum_{k=0}^n a_k b_{n-k} = 1$  en précisant bien que la multiplication par  $b_{n-k}$  conserve l'inégalité car  $b_{n-k} \geq 0$ , ce dernier point étant trop peu souvent cité.
- La **question 17** était aussi abordable. Le jury espérait un encadrement propre de  $a_n B_n$  à l'aide de la question 16, puis un passage à la limite des deux côtés de l'encadrement et une conclusion par le théorème d'encadrement. Hélas, les candidats ont préféré user de leur imagination pour étaler leur mauvaise compréhension des petits o, des équivalents et des limites. Petit florilège de pseudo-résultats utilisés pour conclure :
  - $u_n \leq v_n$ , donc  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n \leq \lim_{n \rightarrow +\infty} v_n$ .
  - $u_n \sim v_n$  et  $v_n \leq 1$ , donc  $u_n \leq 1$ .
  - $v_n \leq u_n \leq w_n$  et  $w_n \sim v_n$ , donc à partir d'un certain rang,  $v_n \leq u_n \leq v_n$ .
  - $u_n \rightarrow 0$  et  $v_n \sim w_n$ , donc  $u_n + v_n \sim 0 + w_n$ .
  - $u_n \sim v_n$ , donc  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = v_n$ .

On a écrit ici les résultats avec  $(u_n)_n$ ,  $(v_n)_n$  et  $(w_n)_n$  au lieu des  $(a_n)$ ,  $(B_n)$  et  $(B_{m-n})$  utilisés dans les copies. Peut-être, les candidats verront-ils mieux leurs erreurs ainsi. Exercice conseillé : justifier que toutes ces affirmations sont fausses.

Les quatre dernières questions ont donné des résultats satisfaisants sur environ une copie sur cent.

- La **question 18** était difficile. Néanmoins, l'équivalent de  $b_n$  permettait facilement, via un théorème de sommation des relations de comparaison, d'affirmer que  $B_n \sim C \ln(n)$ , en vérifiant, **bien sûr**, les hypothèses dudit théorème. Le cœur de la question consistait à trouver une suite  $(m_n)_n$  telle que  $m_n - n$  soit assez proche de  $n$  pour avoir  $B_{m_n - n} \sim B_n$ , et en même temps que  $m_n$  soit proche de  $m_n - n$  pour avoir  $B_{m_n} - B_{m_n - n} \rightarrow 0$ . En particulier,  $m_n = 2n$  ne fonctionnait pas car  $B_{m_n} - B_{m_n - n}$  est de l'ordre de  $\sum_{k=n+1}^{2n} k^{-1}$  qui ne tend pas vers 0, contrairement à ce que croient de nombreux candidats, mais vers une limite finie non nulle bien connue. Très peu de candidats ont donc proposé une suite  $(m_n)_n$  convenable.
- À l'instar des questions de probabilités 7 et 11, la **question 19** était difficile, mais a été résolue avec brio par quelques candidats, soit par raisonnement probabiliste direct, soit par récurrence sur  $n$ .
- La **question 20** a été traitée par beaucoup de candidats, qui ont cru, à tort, pouvoir utiliser la question 13. En notant  $A_n$  (respectivement  $B_n$ ) l'abscisse (respectivement l'ordonnée) de  $S_n$ , ces candidats ont affirmé, sans preuve ni explication, que « *$A_n$  et  $B_n$  sont indépendantes*». Pourquoi une telle affirmation ? Parce que cela arrangeait bien les candidats, pardi ! Malheureusement pour ces candidats,  $A_n$  et  $B_n$  n'étaient pas indépendantes (laissé en exercice au lecteur).

### 2.3.4 Conclusions

Cette épreuve était progressive, les six premières questions étaient abordables et permettaient aux candidats sérieux de gagner des points. Malheureusement, par manque de connaissances ou par volonté d'aller vite, un certain nombre de candidats n'a pas traité ces questions assez sérieusement. Nous conseillons donc aux candidats d'être attentifs à ce premier groupe de questions plutôt que d'aller tenter une ou deux questions faisables mais éparpillées dans le sujet ou de ne prendre son temps que pour les questions difficiles.

Ce sujet permettait de faire une distinction entre les excellents candidats et les élèves sérieux, mais aussi entre les candidats sérieux et ceux dont le travail pendant deux ans a pu manquer d'intensité. À l'opposé de copies très faibles, certaines excellentes, mais très rares, ont abordé tout le sujet de façon correcte.

## 2.4 Mathématiques 1 - filière PC

### 2.4.1 Présentation du sujet

Soient  $\mathbb{K}$  un corps,  $n \in \mathbb{N}^*$ . Le sous-espace  $\mathcal{N}_n(\mathbb{K})$  de l'algèbre  $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$  constitué des matrices triangulaires supérieures strictes est d'une part constitué de matrices nilpotentes, d'autre part de dimension  $\binom{n}{2}$ . Les deux résultats suivants ont été établis par Gerstenhaber en 1958 si  $\mathbb{K}$  est de cardinal supérieur ou égal à  $n$ , puis étendus par Serezhkin au cas général en 1982.

**Théorème A.** Tout sous-espace de  $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$  constitué de matrices nilpotentes est de dimension au plus  $\binom{n}{2}$ .

**Théorème B.** Tout sous-espace de  $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$  constitué de matrices nilpotentes et de dimension  $\binom{n}{2}$ , est conjugué à  $\mathcal{N}_n(\mathbb{K})$  dans l'algèbre  $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ .

En revanche, dès que  $n \geq 3$ , il existe des sous-espaces de  $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$  constitués de matrices nilpotentes qui ne sont conjugués à aucun sous-espace de  $\mathcal{N}_n(\mathbb{K})$ . Autrement dit, il existe des sous-espaces de  $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$  constitués de matrices nilpotentes, maximaux au sens de l'inclusion pour cette propriété, mais de dimension strictement inférieure à  $\binom{n}{2}$ .

La démonstration du théorème A pour  $\mathbb{K} = \mathbb{R}$  a fait l'objet d'un problème au CCMP (PSI, Maths II, 2016). Le but du présent texte est d'établir le théorème B, toujours pour  $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ . En fait, la démonstration du théorème A est implicite dans le présent sujet. L'argumentation suit celle donnée dans les parties 2 et 3 de l'article *The structured Gerstenhaber problem (II)*, *Linear Algebra and its Applications*, vol. 569, 2019, pp. 113-145.

La limitation à  $\mathbb{K} = \mathbb{R}$  permet de contourner les arguments de dualité via la structure euclidienne canonique de  $\mathbb{R}^n$ ; avec des modifications évidentes, la preuve s'adapte au cas traité par Gerstenhaber<sup>1</sup>.

### 2.4.2 Commentaires généraux

Le sujet, d'un grand intérêt mathématique, met en jeu une partie très significative des programmes d'algèbre de PCSI et PC : algèbre linéaire élémentaire, espaces euclidiens, réduction. Il est très long, d'un niveau conceptuel élevé, notamment par une rédaction privilégiant systématiquement le point de vue géométrique sur celui des matrices et la nécessité qu'il impose d'absorber un grand nombre de notations. Il comporte cependant un certain nombre de questions simples. Il a permis de tester la connaissance et la compréhension du cours des candidats, leur niveau d'abstraction, ainsi que, pour les meilleurs d'entre-eux, leur capacité à rentrer dans une démonstration subtile.

Les meilleurs candidats ont bien compris le problème. Une partie significative a produit une copie substantielle. L'étalonnage des notes est assez satisfaisant. Les correcteurs déplorent cependant un

1. La restriction sur le corps vient de l'utilisation d'arguments polynomiaux.

contingent assez fort de copies presque vides et une quantité surprenante de copies superficielles, qui donnent à beaucoup de questions des réponses sans aucun contenu, voire dépourvues de sens.

### 2.4.3 Conseils aux futurs candidats

Comme toujours, ce sujet récompensait le travail en profondeur du cours. Vu la multiplicité des objets algébriques considérés, il demandait une rigueur soutenue en matière de typage. Beaucoup de candidats semblent avoir perdu pied très rapidement faute d'avoir su prendre le recul nécessaire. Certains se sont arrêtés, d'autres ont produit des réponses contenant beaucoup de confusions. Soulignons qu'il est impératif, pour répondre à une question, d'avoir une conception claire des objets manipulés : confondre scalaires, vecteurs et applications linéaires ou considérer des produits de vecteurs fait très mauvaise impression !

Nous incitons les candidats à apprendre leur cours de manière réfléchie ; l'algèbre linéaire repose sur des intuitions géométriques essentielles, manifestement insuffisamment perçues par la plupart des candidats. Nous leur recommandons également de bien traiter une partie des questions plutôt que de produire un discours inconsistant pour chacune d'entre elles : les tentatives de bluff n'apportent aucun point et préviennent très défavorablement le correcteur quant à l'ensemble de la copie. Nous rappelons enfin que les questions faciles doivent être correctement et complètement rédigées pour être valorisées, surtout en début de problème. Rappelons pour conclure l'importance de la présentation. Les copies peu lisibles sont pénalisées.

### 2.4.4 Analyse détaillée des questions

**Q1** - La réponse à cette question comportait plusieurs arguments très classiques : la possibilité de trigonaliser toute matrice carrée complexe, le calcul des termes diagonaux des puissances d'une matrice triangulaire supérieure, l'invariance de la trace par changement de base. La question a été massivement abordée, mais la nullité des termes diagonaux et l'invariance de la trace par similitude ont donné des résultats assez décevants.

**Q2** - La question, elle aussi souvent traitée, demandait plusieurs vérifications, toutes simples. On relève assez fréquemment l'erreur grossière suivante : une combinaison linéaire d'endomorphismes nilpotents est nilpotente. La relation  $u_{n-1} \neq 0$  est assez souvent oubliée. Enfin, trop peu de copies utilisent l'isomorphisme entre  $\mathcal{L}(E)$  et  $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$  associé à une base.

**Q3** - Beaucoup de candidats traitent correctement la première partie, très classique. La seconde, plus délicate, est souvent abordée de façon incomplète. Un nombre non négligeable de candidats pense conclure en énonçant qu'une famille obtenue par concaténation de deux familles libres est libre, ce qui traduit un manque de vision géométrique surprenant en fin de CPGE.

**Q4** - L'inégalité  $p \leq n$  et l'inclusion facile sont traitées dans beaucoup de copies. Le reste de la question, plus difficile s'est révélé très sélectif. Peu de candidats ont pensé à se placer dans une base judicieuse (en fait, de Jordan) donnée par la question 3.

**Q5** - Cette question très simple et très classique (représentation des formes linéaires sur un espace euclidien) donne des résultats décevants. Dans de nombreuses copies, on trouve des réponses folkloriques à la première partie. La seconde consiste à vérifier la linéarité de  $\varphi_a$  à  $a$  fixé, la linéarité de l'application de  $E$  dans son dual, son injectivité, avant de conclure par égalité des dimensions ; ces vérifications, toutes très simples, sont rarement complètes.

**Q6** - Question assez analogue dans son esprit à la précédente, moins classique toutefois. Le caractère abstrait des objets manipulés s'est révélé un obstacle infranchissable pour une grande partie des candidats.

**Q7** - Plusieurs démonstrations étaient possibles pour cette question, qui laissait de l'initiative aux candidats : il était ainsi possible de raisonner dans une base orthonormée quelconque, ou dans une

base plus adaptée aux données de la question. La majorité des candidats a préféré passer à la question 8 ; parmi ceux qui ont abordé la question, une partie significative a produit un argument satisfaisant.

**Q8** - Dans une écrasante majorité, les candidats répondent à cette question en utilisant la formule du binôme, sans remarquer que  $u$  et  $v$  ne sont pas supposés commuter. Une récurrence sur  $k$  donnait facilement l'existence ; les correcteurs ont généreusement noté des arguments moins formalisés mais corrects sur le fond. L'unicité, qui se ramenait à la détermination d'un polynôme réel par la donnée de la fonction polynomiale associée, a très rarement été rédigée de façon convaincante.

**Q9** - Dans beaucoup de copies, la relation  $(u + tv)^p = 0$ , qui est un passage obligé, est à nouveau incorrectement justifiée par le caractère nilpotent d'une combinaison linéaire d'endomorphismes nilpotents. L'argument d'unicité est rarement explicité.

**Q10** - La première partie de la question est souvent traitée. Cependant, les propriétés de la trace sont rarement explicitées et certains candidats se trompent sur le nombre de termes de la somme. La deuxième partie est traitée dans de bonnes copies.

**Q11-12** - Ces deux questions concluent la partie III. Elles nécessitent une bonne compréhension des objets introduits et n'ont souvent reçu que des bribes de solution. Le fait que l'espace soit de dimension finie a rarement été invoqué pour justifier l'argument de biorthogonalité.

**Q13** - Cette question, très simple, puisque tous les ensembles considérés sont des noyaux ou des images d'applications linéaires naturelles, a été fréquemment abordée, souvent avec un succès partiel. Beaucoup de candidats ont cependant fourni des démonstrations lourdes, voire incomplètes ou fausses (problèmes de typage sur l'espace ambiant).

**Q14** - Cette question reposait sur deux applications successives du théorème du rang. Elle n'a été bien traitée que dans très peu de copies. Les correcteurs déplorent plusieurs solutions parfaitement fantaisistes, dans lesquelles il est difficile de voir autre chose que des tentatives d'escroquerie.

**Q15-16** - Ces questions n'étaient pas difficiles pour qui avait assimilé la définition du produit tensoriel. Elles ont cependant rarement été bien traitées.

**Q17** - L'argument de valeur propre a parfois été vu. On note par ailleurs, dans un certain nombre de réponses, l'apparition d'objets sans signification (puissance  $p$ -ième d'un vecteur).

**Q18** - Question assez formelle, qui pouvait se traiter directement ou via une représentation matricielle par blocs. Beaucoup de candidats ont présenté ici un discours peu consistant.

**Q19** - Des candidats en petit nombre ont su analyser les inégalités établies précédemment. La suite du problème n'a donné lieu qu'à du grappillage.

## 2.5 Mathématiques 2 - filière PC

### 2.5.1 Généralités et présentation du sujet

L'objectif de ce problème était de montrer que l'ensemble des fonctions de la forme :

$$x \mapsto P(x)e^{-\frac{x^2}{2}}, \quad P \in \mathbb{R}[X],$$

est dense dans l'espace des fonctions continues et de carré intégrable sur  $\mathbb{R}$ .

Pour éviter d'excessives difficultés techniques, on se limitait à approcher les fonctions continues, paires et support compact.

Le sujet avait été conçu pour être extrêmement progressif et balayer un grand nombre de chapitres du programme : fonctions d'une variable réelle, intégration, séries numériques et entières, produits scalaires et espaces euclidiens, espaces normés. Toute sa première partie (7 questions) est constituée uniquement de questions de cours ou très proches du cours. La deuxième partie (10 questions), consacrée à l'étude d'un espace de fonctions de carré intégrable pour un certain poids, et du produit scalaire associé,

exploite largement le cours d'analyse à une variable réelle. Elle demandait un peu plus d'initiative, tout en restant largement accessible. Le niveau de difficulté augmentait significativement dans la dernière partie, afin de permettre aux meilleurs candidats de s'exprimer. Les trois quarts des points du barème étaient concentrés sur les deux premières parties : il était donc possible d'obtenir une bonne note sans aborder la dernière partie.

Cette année encore, le jury a eu plaisir à lire des copies bien rédigées et clairement présentées, qui manifestaient une bonne compréhension du programme, voire une véritable autonomie intellectuelle. À l'inverse, les copies des candidats faisant preuve de négligence ou d'à-peu-près ont été corrigées sans indulgence.

### 2.5.2 Analyse détaillée des questions

**Q1** - Cette première question ne présentait pas de difficulté, mais elle a été maltraitée par un nombre non négligeable de candidats. Parmi les affirmations fausses le plus souvent lues, citons :

- la fonction  $t \mapsto t^{x-1}e^{-t}$  est continue sur  $[0, +\infty[$  (ou : se prolonge continûment en 0), donc « il n'y a pas de problème en 0 »,
- $t^{x-1}e^{-t} \sim e^{-t}$ , ou  $t^{x-1}e^{-t} = O(e^{-t})$ , quand  $t \rightarrow +\infty$ .

De nombreux candidats perdent du temps à discuter selon la position de  $x$  par rapport à 1. Quelques-uns reproduisent, bien qu'elle ne soit pas demandée, la preuve de la continuité de la fonction  $\Gamma$  sur  $]0, +\infty[$ , mais beaucoup d'entre-eux omettent de justifier l'intégrabilité de la fonction dominante, ce qui revient à ne rien montrer du tout. Enfin, peu de candidats ont justifié la *stricte* positivité de la fonction  $\Gamma$ , se contentant d'un argument vague de « positivité de l'intégrale ». Dans le cadre du programme, il fallait indiquer que la fonction  $t \mapsto t^{x-1}e^{-t}$  était *continue*, positive et non identiquement nulle (ou bien sûr strictement positive).

**Q2** - Cette question a été le plus souvent bien traitée. Le jury attendait bien entendu le contrôle du terme tout-intégré  $[-t^x e^{-t}]_\varepsilon^A$  quand  $A \rightarrow +\infty$  (souvent bien vu) et  $\varepsilon \rightarrow 0$  (assez souvent négligé).

**Q3** - Certains candidats, soucieux de ne pas utiliser une « règle de d'Alembert adaptée aux séries entières », reviennent au cadre des séries numériques. Pourquoi pas, mais hélas, dans un certain nombre de cas, cela ne fait que révéler une mauvaise compréhension de cette règle : oubli des valeurs absolues, oubli de considérer la *limite* de  $\left| \frac{a_{n+1}x^{n+1}}{a_n x^n} \right|$  quand  $n \rightarrow +\infty$ , mauvaise exploitation de cette limite.

Finalement, un simple «  $\left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right| \rightarrow 1$  donc le rayon de convergence vaut 1 » aurait été éventuellement discutable, mais plus efficace. Certains candidats écrivent également  $a_n = \frac{(n+\alpha)!}{n!}$  sans se soucier du fait que  $\alpha$  n'est pas supposé entier.

**Q4** - Cette question a rarement été intégralement bien traitée. Pour justifier la permutation des symboles, il fallait justifier la convergence de la série de terme général  $\int_0^{+\infty} \left| \frac{t^{n+\alpha} e^{-t}}{n!} x^n \right| dt$ , qui découle de la convergence *absolue* de la série entière  $\sum a_n x^n$  en tout point de  $] -1, 1[$ , ce que très peu de candidats ont vu. La convergence uniforme ou normale sur  $] -1, 1[$  de la série entière  $\sum a_n x^n$  est souvent mentionnée, alors que d'une part elle est fautive, et que de toute façon elle n'a guère de rapport avec l'intervention d'une somme et d'une intégrale dont la variable est  $t$ . Certains candidats, plutôt que de suivre l'indication de l'énoncé, ont préféré utiliser le développement en série entière de la fonction  $x \mapsto (1-x)^{-\alpha-1}$  sur  $] -1, 1[$ , solution que le jury a bien sûr accepté dès lors que suffisamment de



détails étaient donnés.

**Q5** - Cette question de cours n'a pas eu beaucoup de succès : très peu de candidats écrivent que *comme  $F$  est de dimension finie*, on a  $E = F \oplus F^\perp$ , ce qui permettait ensuite de définir  $\pi_F$ . Au lieu de cela, le jury a souvent lu des formulations dénuées de sens (« le projeté orthogonal d'un vecteur sur  $F$  est sa composante dans  $F$  ») ou des confusions sur la nature des objets (« le projeté orthogonal d'un vecteur sur  $F$  est la plus petite distance à un vecteur de  $F$  »).

**Q6** - Cette question de cours a, elle aussi, été très rarement bien traitée, beaucoup de candidats se limitant à indiquer qu'il s'agit d'une propriété du cours. Il fallait essentiellement expliquer que  $\langle \pi_F(x), e_i \rangle = \langle x, e_i \rangle$  pour  $1 \leq i \leq n$ . Certains candidats ont donné des preuves correctes en supposant  $E$  de dimension finie, qui ont été partiellement valorisées.

**Q7** - Cette question de cours a été mieux traitée que les deux précédentes, mais l'argument essentiel ( $\pi_F(x)$  et  $x - \pi_F(x)$  sont orthogonaux) n'apparaît pas toujours clairement. Un nombre non négligeable de candidats pense que  $x$  et  $\pi_F(x)$  sont orthogonaux.

**Q8** - Les candidats obtiennent en général l'inégalité  $ab \leq \frac{a^2 + b^2}{2}$ , mais beaucoup appliquent hélas ensuite la valeur absolue à cette inégalité pour obtenir « en force » le résultat.

**Q9** - Dans cette question, le jury a constaté une *recrudescence sans précédent* de l'usage imprudent de la notation  $\int_{-\infty}^{+\infty} \phi(x) dx$  avant d'avoir justifié la convergence de l'intégrale. Il est vrai que, « dans la vraie vie », on montre souvent qu'une fonction *positive* est intégrable en majorant son intégrale (qui existe *a priori* dans  $\mathbb{R}_+ \cup \{+\infty\}$ ) par une quantité finie. Toutefois, ce genre de rédaction n'est pas dans l'esprit du programme de la filière PC, et l'argument devient franchement folklorique en l'absence de l'hypothèse de positivité, ce qui n'émeut guère un certain nombre de candidats pour qui les statuts des intégrales  $\int_{-\infty}^{+\infty} x^\alpha e^{-x} x^\alpha f(x) g(x) dx$  et  $\int_{-\infty}^{+\infty} x^\alpha e^{-x} x^\alpha f(x)^2 dx$  ne sont pas fondamentalement différents. Une rédaction plus soignée (majoration de  $|x^\alpha e^{-x} f(x) g(x)|$  pour  $x > 0$ ) était ici attendue.

**Q10** - Même remarque qu'à la question précédente.

**Q11** - Le plus simple était de constater que, pour tout entier  $n \geq 0$ , la fonction  $t \mapsto t^n$  est élément de  $E_\alpha$  grâce à la question **Q1**, et de conclure alors grâce à la question **Q10**. Beaucoup de candidats se perdent dans des rédactions inutilement longues et compliquées. Signalons également l'identité fantaisiste

$$\left( \sum_{i=1}^n a_i x^i \right)^2 = \sum_{i=1}^n a_i^2 x^{2i},$$

trop fréquemment trouvée dans les copies.

**Q12** - Question le plus souvent très bien traitée.

**Q13** - La façon la plus simple de traiter cette question était d'utiliser la formule de Leibniz. Faute d'y avoir songé, de nombreux candidats se sont lancés dans des récurrences pesantes et en général incomplètes, voire franchement malhonnêtes : certains candidats ne parvenant pas à conclure pensent s'en sortir en expliquant « qu'on pourrait montrer, par une *autre* récurrence, que... ». Tout cela a inévitablement été sanctionné. Signalons enfin que  $n + \alpha$ , pas nécessairement entier, ne peut être le degré d'aucun polynôme.

**Q14** - Pour montrer que  $\int_{-\infty}^{+\infty} x^\alpha e^{-x} f(x)^2 dx = 0 \Rightarrow f = 0$ , beaucoup de candidats oublient de mentionner la continuité de la fonction  $x \mapsto x^\alpha e^{-x} f(x)^2$ , en plus de sa positivité. Davantage encore oublient de justifier que si  $f$  est nulle sur  $]0, +\infty[$ , elle l'est sur  $[0, +\infty[$  par continuité. Signalons enfin un curieux argument basé sur le fait « qu'un polynôme (lequel ?) ayant une infinité de racines est nul ».

**Q15** - Mêmes remarques qu'à la question **Q13**.

**Q16** - D'assez nombreux candidats ont bien traité cette question, en effectuant  $n$  intégrations par parties successives, et en notant que les termes tout-intégrés étaient nuls grâce à la question précédente.

**Q17** - Cette question a donné lieu à d'assez nombreuses escroqueries pour faire surgir miraculeusement la factorielle de  $n$ . Pour la traiter correctement, il fallait disposer du degré et du coefficient dominant du polynôme  $\psi_n$ .

**Q18** - Cette question délicate a rarement été abordée avec succès.

**Q19** - Beaucoup de candidats concluent abusivement en conjecturant (ce qui est vrai !) que la somme de la question précédente vaut  $\|f_k\|_\alpha^2$ .

Les questions suivantes ont rarement été abordées.

## 2.6 Mathématiques 1 - filière PSI

### 2.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet propose la preuve du théorème suivant.

*Soit  $E$  un espace vectoriel réel de dimension finie  $n$ . Soit  $V$  un sous-espace vectoriel de l'espace vectoriel des endomorphismes de  $E$ . On suppose que tous les éléments de  $V$  sont nilpotents et que  $V$  est de dimension  $n(n-1)/2$ . Alors il existe une base de  $E$  dans laquelle la matrice de tous les endomorphismes de  $V$  est triangulaire supérieure stricte.*

Ce problème, très long, mêle algèbre linéaire, réduction et algèbre euclidienne (afin d'éviter la dualité). Le niveau conceptuel de l'épreuve est élevé. La présence de nombreuses questions proches du cours a cependant permis une bonne évaluation des candidats.

Les résultats, théorèmes et techniques du programme ne sont pas toujours maîtrisés ; on ne saurait trop insister sur l'intérêt primordial qu'il y a à travailler le cours.

Les correcteurs ont été surpris par le manque de rigueur, ce qui est particulièrement flagrant en algèbre, ainsi que de soin dans la présentation. Les démonstrations, qualifiées d'évidentes, sont laissées au lecteur ; il n'est pas explicitement fait référence aux questions utilisées ; les quantificateurs sont utilisés de façon inadéquate ; les résultats et points importants sont rarement soulignés ou encadrés ; les copies sont trop souvent sales et pleines de ratures.

Nous conseillons vivement aux futurs candidats de tenir compte de ces diverses remarques.

### 2.6.2 Analyse détaillée des questions

**Q1** - Beaucoup de variantes sont possibles et la question est souvent assez correctement traitée.

**Q2** - La preuve du fait que  $\mathcal{N}_B$  soit un espace vectoriel est parfois incomplète, la dimension demande de faire référence à l'isomorphisme entre le sous-espace et l'espace des matrices triangulaires supérieures strictes. Pour le dernier point, il est nécessaire de montrer d'une part que l'endomorphisme est nilpotent, d'autre part que son indice est égal à  $n$ .

**Q3** - La liberté de la première famille est presque toujours bien traitée mais on voit des arguments du type : les vecteurs sont tous non nuls donc la famille est libre, les vecteurs sont positifs et la somme est nulle donc ils sont tous nuls...

La preuve de la liberté de la deuxième famille, nettement plus difficile, est quant à elle rarement correcte. Rappelons que la « concaténation » de deux familles libres n'est en général pas libre.

**Q4** - Pour l'inégalité, il faut ici faire appel à la question 3, et ne pas affirmer le résultat. Le deuxième point est très délicat et n'a été démontré que dans une poignée de copies.

**Q5** - Pour la dimension de  $\mathcal{L}(E, \mathbb{R})$ , nous avons eu des résultats folkloriques :  $(n-1)$ ,  $n(n-1)/2$ ,  $n(1-n)$ ... Le théorème du rang est même souvent invoqué. Pour montrer l'isomorphisme, il faut montrer que l'application est linéaire par rapport à la bonne variable, qu'elle est injective avec un argument d'orthogonalité et enfin qu'il y a égalité des dimensions entre l'espace de départ et l'espace d'arrivée. Nous avons sanctionné des arguments du type : en dimension finie, une application injective est bijective. En revanche, nous avons accepté les preuves faisant explicitement référence à la représentation des formes linéaires.

**Q6** - Il y a ici beaucoup de confusion entre les objets, qui commencent à devenir vraiment abstraits. Le caractère bijectif est très rarement vu.

**Q7** - La preuve demande de l'initiative, soit en ayant recours à une base orthonormée, soit en choisissant une base adaptée au problème. Elle a été traitée, avec plus ou moins de justesse, par un quart des candidats.

**Q8** - La formule du binôme, qui ne s'applique pas, est utilisée par une très grande majorité de candidats. Les correcteurs n'ont accordé aucun point à ceux qui l'utilisaient, que ce soit dans cette question ou dans les suivantes. Rappelons qu'il est toujours préférable de faire confiance à l'énoncé plutôt qu'à soi-même, surtout lorsqu'on trouve un résultat qui simplifie tout.

**Q9** - Il faut ici préciser que  $\mathcal{V}$  est un sous-espace vectoriel. Dans de nombreuses copies, il est dit que la somme d'endomorphismes nilpotents est nilpotente, ce qui est faux en général.

**Q10** - Les réponses sont incomplètes et utilisent de nouveau la formule du binôme. La question 1 et l'argument d'unicité pour les polynômes sont rarement donnés.

**Q11** - Pour traiter cette question et les suivantes, il faut un bon degré d'abstraction. Elle est traitée, au moins partiellement, dans quelques bonnes copies.

**Q12** - Il faut ici s'appropriier les notations. C'est rarement correct.

**Q13** - C'est une question presque toujours abordée, avec souvent des confusions sur la définition des espaces.

**Q14** - Il suffit ici d'appliquer deux fois le théorème du rang, ce qui est fait par une petite partie des candidats.

La suite du problème est rarement abordée, exceptée le début de la question 17, où l'argument de valeur propre est parfois trouvé.

## 2.7 Mathématiques 2 - filière PSI

### 2.7.1 Généralités et présentation du sujet

- Ce problème s'intéresse à l'ensemble  $\mathcal{E}_n$  des matrices normales de  $\mathcal{M}_n(\mathbb{R})$ , c'est-à-dire commutant avec leur transposée.

Après l'étude des exemples classiques des matrices symétriques, antisymétriques et orthogonales, il propose une démonstration circulaire de l'équivalence entre les quatre affirmations suivantes pour une matrice  $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{R})$  :

(C<sub>1</sub>) Il existe  $P \in \mathbb{R}[X]$ , tel que  ${}^tA = P(A)$ .

(C<sub>2</sub>) La matrice  $A$  est normale.

(C<sub>3</sub>) Pour tout  $X \in \mathcal{M}_{n,1}(\mathbb{R})$ ,  $\|{}^tAX\| = \|AX\|$ , où  $\|\cdot\|$  désigne la norme euclidienne usuelle de  $\mathcal{M}_{n,1}(\mathbb{R})$ .

(C<sub>4</sub>)  $A$  est orthogonalement semblable à une matrice diagonale par blocs de taille  $(1, 1)$  ou  $(2, 2)$  du type  $rT$ , avec  $r > 0$  et  $T \in \text{SO}_2(\mathbb{R})$ .

Puis, il définit l'exponentielle d'une matrice  $A$ , notée  $\text{Exp}(A)$ , comme la limite de la suite vectorielle

$\left( \sum_{k=0}^p \frac{1}{k!} A^k \right)_{p \in \mathbb{N}}$  dans l'espace normé  $(\mathcal{M}_n(\mathbb{R}), \|\cdot\|_\infty)$ .

Il propose enfin deux caractérisations de l'image de l'ensemble  $\mathcal{E}_n$  par l'application  $\text{Exp}$  et l'applique à une matrice de permutation.

- Le sujet, de difficulté progressive, requiert :
  - de solides connaissances d'algèbre linéaire (opérations sur les matrices par blocs, changement de bases) et surtout bilinéaire (produit scalaire, norme euclidienne, matrices orthogonales, réduction des matrices symétriques réelles) ;
  - de l'aisance dans l'usage des polynômes de  $\mathbb{R}[X]$  et des polynômes de matrices ;
  - des notions sur les séries numériques ;
  - une bonne maîtrise des espaces vectoriels normés de dimension finie (convergence, topologie).
- Alors que les dix premières questions sont largement abordables à condition de faire preuve de rigueur et de clarté, les suivantes demandent davantage d'engagement et d'initiative (notamment les questions 11, 12, 15, 20 et 21).

### 2.7.2 Commentaires généraux

Une majorité de candidats a concentré sa composition sur les questions 1 à 10, 13, 16 et 17 et, dans une moindre mesure sur les questions 14, 18 et 19. Plus rares sont les candidats ayant abordé les questions de fin de parties **IV**, **V** et **VI**, souvent de manière très partielle et imprécise.

Dans un nombre non négligeable de copies, on rencontre des problèmes de quantification et les objets mathématiques utilisés ne sont parfois pas définis. La compréhension même du sujet a échappé à certains candidats (notamment la condition (C<sub>4</sub>)). La rédaction manque ainsi souvent de soin et de cohérence.

La notion de polynôme est mal maîtrisée par un bon nombre de candidats. Ainsi, on rencontre  $X^{-1}$ ,  $\bar{X}$  ou  $\text{Exp}(X)$  dans  $\mathbb{R}[X]$ . L'écriture  $P(X) = \sum_{k=0}^{+\infty} a_k X^k$  peut être envisagée à condition d'avoir précisé que la suite  $(a_k)$  est nulle à partir d'un certain rang.

### 2.7.3 Analyse détaillée des questions

- Q1.** La définition d'une relation d'équivalence est trop souvent méconnue et fait pourtant partie du programme de première année. Il manque ainsi fréquemment un à deux des trois items de la définition. Pour la symétrie et la transitivité, il est attendu de vérifier que les matrices  ${}^tQ$  et  $PQ$  sont orthogonales.

- Q2.** Dire que l'on considère le polynôme  $P$  tel que  $P(A) = A$  n'est pas une définition.  
 Dans une bonne partie des copies, le recours au produit scalaire est systématique pour montrer que si  $A$  est symétrique ou antisymétrique,  $\|{}^tAX\| = \|AX\|$ , alors que ce résultat est quasi-immédiat en utilisant la définition de  $A$ .  
 Le « théorème spectral », et non le « théorème spectrale », précise non seulement qu'une matrice symétrique réelle est diagonalisable, mais qu'elle est **orthogonalement** semblable à une matrice diagonale. Une matrice diagonale étant diagonale par blocs de taille  $(1,1)$ .
- Q3.** Cette question est assez bien traitée. On attend ici une justification, même sommaire, du fait que  ${}^tAA = I_n$ . On rencontre trop souvent  ${}^t(A^tA) = {}^tAA$ .
- Q4.** Traitée par la plupart des candidats, à l'exception de la condition  $(C_1)$  pour  $T \in SO_2$ . La matrice  $T$  n'est pas antisymétrique lorsque  $\cos \theta \neq 0$ .
- Q5.** Abordée par presque tous les candidats. On attend ici une justification détaillée de la commutation de  $A$  et  $P(A)$ .
- Q6.** Cette question n'a pas posé de problème.
- Q7.** On trouve encore des problèmes de logique. Il s'agit ici simplement de montrer que si  $A$  vérifie  $(C_3)$ , alors ses coefficients vérifient les conditions énoncées. Il n'est pas question de mettre en place des équivalences. On s'étonne que de nombreux candidats n'aient pas bien lu l'indication qui permet d'éviter de se perdre dans des calculs complexes.  
 Deux erreurs très dommageables ont été observées de nombreuses fois :
- La condition  $b^2 = c^2$  n'implique pas  $b = c$ .
  - Pour  $a \neq 0$ , la matrice  $\begin{pmatrix} a & -b \\ b & a \end{pmatrix}$  n'est pas antisymétrique.
- Q8.** Question assez bien traitée, mais des candidats mélangeant les conditions  $(C_2)$  et  $(C_3)$ . Il est important, dans un calcul un peu long, d'indiquer clairement l'endroit où l'hypothèse est utilisée.
- Q9.** Il ne faut pas ici se contenter de montrer que, pour tout  $\lambda \in \text{Sp}(A)$ ,  $\text{Ker}(A - \lambda I_n) \subset \text{Ker}({}^tA - \lambda I_n)$ , mais envisager succinctement l'inclusion réciproque.  
 L'orthogonalité des sous-espaces propres a donné lieu à quelques faux pas, parmi lesquels la division par  $\lambda$  qui n'est pas, a priori, non nul.
- Q10.** On attendait ici une condition nécessaire et suffisante spécifique au contexte (comme par exemple «  $A$  symétrique ») et pas une généralité du type «  $A$  est diagonalisable si et seulement si la somme des dimensions des sous-espaces propres de  $A$  est égale à  $n$  ».
- Q11.** La traduction matricielle de la stabilité d'un sous-espace vectoriel est mal connue de la très grande majorité des candidats. Il s'agit, dans un premier temps, de montrer que  $A$  est ORTS à une matrice triangulaire supérieure par blocs, puis de montrer que le bloc supérieur droit est nul.
- Q12.** On attend ici de la précision dans la mise en place d'une récurrence double ou forte sur la taille  $n \geq 1$  (et non  $n \geq 2$  ou  $n \geq 3$ ) de la matrice  $A$ . Le jury ne peut se contenter d'une formulation abusive du type « par itération ». Parmi les candidats tentant d'écrire un raisonnement par récurrence, un trop grand nombre éprouve des difficultés à écrire une hypothèse correctement quantifiée sur la matrice  $A$ . Quant à l'hérédité, elle demande beaucoup de soin dans la manipulation des blocs et de la construction d'une matrice orthogonale de changement de base.
- Q13.** Cette question est mal traitée. Si l'unicité d'un polynôme satisfaisant la condition est établie par de nombreux candidats (avec parfois des erreurs sur le degré d'un élément de  $\mathbb{R}_{n-1}[X]$ ), son existence est souvent éludée. Quant au caractère réel du polynôme satisfaisant la seconde condition, il n'est que très rarement obtenu de façon honnête.
- Q14.** Attention,  $P(A)$  n'est pas la matrice de coefficient général  $P(a_{i,j})$ . Beaucoup de candidats n'utilisent pas l'indication et tombent dans cet écueil. Très étonnement, une large majorité ne parvient pas à

traiter avec succès le cas où  $\sin \theta = 0$ . Le théorème de la division euclidienne doit être formulé avec précision. Le théorème de Cayley-Hamilton est, quant à lui, le plus souvent bien utilisé. On a vu quelques candidats réussir cette question sans utiliser l'indication (en particulier via une formule explicite des coefficients d'un polynôme en  $R(\theta)$ ).

**Q15.** Il convient de définir ici un ensemble  $Z$  convenable, stable par conjugaison et contenant notamment les  $re^{i\theta}$  (qui ne sont pas tous les mêmes !) relatifs aux blocs diagonaux de taille  $(2, 2)$  de la matrice diagonale par blocs. Cette mise en place soignée n'est presque jamais rencontrée et est pourtant indispensable à l'existence du polynôme  $P$  permettant d'obtenir la condition  $(C_1)$ .

**Q16.** De nombreux candidats sont sanctionnés parce qu'ils ne majorent pas la **valeur absolue** des deux termes généraux. Quant à la série majorante, il convient de préciser qu'il s'agit d'une série usuelle convergente (de somme l'exponentielle). L'utilisation de la règle de d'Alembert sur des termes généraux pouvant s'annuler est sanctionnée.

Nul besoin ici de parler de série de fonctions (notamment de série entière, de rayon de convergence) et donc de convergence normale. Il s'agit de simples séries numériques, dont la convergence absolue s'obtient par un simple théorème de comparaison.

Les sommes des deux séries sont obtenues par un grand nombre de candidats.

**Q17.** Cette question, pourtant très classique, est fréquemment abordée mais trop souvent mal traitée. Il convient, dans un premier temps, de majorer  $|(AB)_{i,j}|$  indépendamment de  $i$  et  $j$ , puis d'utiliser la définition de la borne supérieure (ou du maximum) pour conclure.

**Q18.** La convergence normale des séries vectorielles n'étant pas au programme de PSI, il est indiqué ici de passer par la convergence des **suites coordonnées** de la suite matricielle  $((S_p(A))$  dans la base canonique de  $\mathcal{M}_n$  et non par la « convergence des termes de la suite  $(S_p(A))$  », ce qui ne veut rien dire.

L'« égalité exponentielle » demandée ensuite est bien souvent malmenée. La référence au théorème 2 est souvent absente et le passage à la limite doit être motivé, par exemple, par la continuité de l'application linéaire  $M \mapsto {}^tMQQ$ . Une simple locution du type « par unicité de la limite » ou « par passage à la limite » ne peut suffire.

**Q19.** Là encore, on trouve trop souvent des arguments flous comme ceux évoqués dans la question précédente. On attend des preuves précises mentionnant et justifiant la continuité des applications considérées. A noter que le caractère fermé de l'image réciproque du singleton  $\{0\}$  par une application continue qui n'est pas à valeurs réelles n'est pas au programme de PSI.

**Q20.** L'utilisation des sommes partielles et la référence à **Q16** sont, la plupart du temps, absentes. Exp n'est pas un polynôme !

Les rares candidats ayant abordé la deuxième partie de cette question se sont contentés d'établir l'inclusion de  $\text{Exp}(\mathcal{E}_n)$  dans l'ensemble décrit par l'énoncé, sans même avoir conscience qu'il s'agit ici d'une égalité ensembliste.

**Q21.** De très rares candidats ont esquissé quelques lignes sur cette question, sans discours véritablement probant, probablement faute de temps.

**Q22.** Très rarement abordée également. Le polynôme caractéristique  $X^n - 1$  de  $B$  (on rappelle qu'il doit être unitaire) n'est presque jamais obtenu.

#### 2.7.4 Conseils aux futurs candidats

L'énoncé doit être lu de façon approfondie de manière à s'appropriier l'esprit du sujet et respecter les notations qui y sont introduites. Par exemple, la transposée d'une matrice  $A$  est notée  ${}^tA$  et non  $A^T$ . Il est inutile de recopier les questions. En revanche, il convient de définir correctement les objets nécessaires au raisonnement. Les phases clés d'une démonstration doivent être mises en avant, notamment à l'occasion de la référence aux hypothèses, à une question antérieure ou à un résultat admis.

Pour rendre le discours crédible, il convient de soigner la graphie et de s'exprimer dans un français syntaxiquement correct et bien orthographié. Les accords de genre et de nombre sont trop souvent négligés. Il est vivement recommandé de ne pas mêler le français et le formalisme mathématique. Par exemple, le symbole «  $\implies$  » ne saurait se substituer à « donc » ou « par conséquent ».

Pour obtenir une bonne note, il est préférable de traiter une partie raisonnable du sujet avec un souci constant de rigueur et précision, plutôt que de parcourir de manière superficielle la totalité de l'épreuve. Par exemple, il est conseillé d'éviter les formules du genre « par une récurrence évidente » ou « en itérant ce procédé, on obtient... », en rédigeant proprement une démonstration par récurrence.

Il convient également d'éviter les affirmations dont on n'est pas convaincu et qui, de fait, ne convainquent pas le correcteur. Cette dérive s'apparente le plus souvent à du bluff et ne donne pas une bonne impression de la copie.

Quand un résultat de cours est utilisé, il doit être évoqué de manière précise et complète. Dans cette épreuve, le théorème spectral et le théorème de la division euclidienne sont trop souvent partiellement énoncés. Le fait que, pour  $X \in E_n$ ,  $\|X\| = 0$  implique  $X = 0_{E_n}$  s'appelle (l'axiome de) séparation de la norme. En l'absence d'une telle précision, le correcteur ne peut faire la différence entre une omission et du bluff.

Il est vivement recommandé d'utiliser les indications fournies. Elles facilitent en général l'accès au résultat demandé. Libre à chacun de faire autrement, mais dans ce cas, il convient de bien s'assurer de la solidité du raisonnement proposé.

### 2.7.5 Conclusion

Ce sujet permettait à chaque candidat de s'exprimer selon son niveau. De très nombreuses questions étaient abordables par tout étudiant ayant assimilé les bases du cours et ayant assuré un entraînement minimum. Le jury recommande vivement aux futurs candidats de prendre note des conseils précédemment formulés pour aborder dans les meilleures conditions les épreuves à venir.

## 3 Physique

### 3.1 Remarques générales

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 entonnés par le manque de soin ; beaucoup de copies ressemblent plus à un brouillon qu'à une épreuve de concours.

Il est indispensable de travailler en profondeur le cours de première et de deuxième année, de connaître les théorèmes avec leurs hypothèses.

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

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

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. 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 cadre 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 de participes passés (quand ils ne sont pas transformés en infinitifs) ne sont hélas pas en reste. Et que dire de ces étudiants qui après une année de Spé parlent encore d'équations de « Maxwelle » ? L'orthographe est juste une question de concentration et d'exigence vis-à-vis de soi-même. 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 ».

### 3.2 Physique 1 - filière MP

#### 3.2.1 Présentation du sujet

Ce sujet est composé de deux parties indépendantes. La première porte sur la visibilité et la couleur de la Lune au cours d'une éclipse totale. On y aborde succinctement la diffraction, puis la réfraction des rayons du Soleil par l'atmosphère terrestre. On s'appuie sur le modèle de l'atmosphère isotherme et sur l'électromagnétisme pour y décrire la propagation de la lumière. L'atténuation par interaction entre les molécules de l'atmosphère et le rayonnement solaire est également analysée. La déviation des rayons



lumineux par l'atmosphère est alors estimée et il apparaît qu'elle permet d'expliquer la visibilité de la Lune.

La seconde partie porte sur l'étude de l'écho d'un claquement de mains après réflexion sur l'escalier d'une pyramide maya. Après des rappels sur les spectres de signaux périodiques et leur résolution expérimentale, on étudie le spectre du cri d'un quetzal en fonction du temps. La réflexion de l'onde sonore produite par le claquement de mains sur les marches de la pyramide présente un spectre analogue. On interprète cette observation par l'étude du déphasage entre les ondes réfléchies par les marches successives.

### 3.2.2 Remarques générales

Pour cette épreuve de la filière MP, les copies sont dans l'ensemble agréables à lire (propreté, présentation, rédaction). La notation en gras des vecteurs est une commodité typographique pour l'énoncé. Au contraire, dans les copies, il est vraiment préférable d'utiliser la notation usuelle avec une flèche pour désigner les vecteurs.

Le jury tient à saluer le niveau globalement très correct de l'ensemble des copies, malgré les conditions difficiles de cette fin d'année scolaire, et la pugnacité des candidats et de leurs enseignants, qui se sont accrochés durant ces derniers longs mois.

### 3.2.3 Remarques sur les questions

**Q1** - Les réponses situant la Lune soit à la position 3, soit à la position 4 n'ont pas été acceptées.

**Q2** - La moitié des copies propose  $\theta_d = rL/TL$ .

**Q3** - Dans le cadre du programme de la filière MP, on pouvait traiter le début de la réponse de deux manières : soit en invoquant la loi de l'hydrostatique, soit le facteur de Boltzmann. Une très large majorité des copies a choisi la première solution. L'estimation de la hauteur  $H_c$  a régulièrement été erronée d'un facteur mille.

**Q4** - Beaucoup de copies proposent une estimation correcte des masses volumiques, comparent les valeurs obtenues au sommet de l'Éverest, mais concluent que le modèle de l'atmosphère isotherme est irréaliste, considérant que  $20^\circ\text{C}$  et  $-20^\circ\text{C}$  sont des températures bien différentes. Le jury invite les futurs candidats à réfléchir à la validité de ce modèle.

**Q5** - Souvent très bien traitée : la direction de polarisation est attribuée au bon champ et est très rarement confondue avec la direction de propagation. C'est très positif. Quelques copies donnent des champs complexes, sans en déduire leur expression réelle, pourtant explicitement demandée par l'énoncé. Une justification, même sommaire, à la relation  $B_m = E_m/c$  était attendue. La représentation graphique est plus délicate : même dans les copies ayant fourni des expressions théoriques correctes, les champs n'y sont pas toujours en phase (peut-être y a-t-il eu une confusion avec la structure d'ondes stationnaires à une interface métal-vide, chez certains). On note également que la notion de trièdre direct n'est pas bien acquise (les candidats en font bien mention dans la copie, mais la figure est incorrecte).

**Q6** - Le jury a été heureux de constater que cette question a été souvent également très bien traitée. Les candidats ayant utilisé la notation complexe dans la question précédente ont rarement conscience que cette notation ne peut pas être utilisée pour exprimer le vecteur de Poynting. Les unités du champ électrique sont incorrectes dans la moitié des copies. La mention « USI » n'est pas assez explicite pour être acceptée.

**Q7** - Une moitié des copies propose une combinaison du nombre d'Avogadro,  $M_a$  et  $\rho_a$  non homogène.

**Q8** - Correctement traitée par plus de la moitié des copies. Le bilan énergétique a été cependant difficile.

**Q9** - Les fautes de signe déjà sanctionnées à la question précédente n'ont pas été pénalisées dans cette question. En revanche, un nombre significatif de copies propose une expression de  $d_0$  dont le signe (global) n'est pas en accord avec l'équation différentielle obtenue dans la copie, ce qui a été pénalisé.

**Q10** - Souvent bien traitée, cette question a parfois donné lieu à des réponses inattendues. Tout argument relatif explicitement à une différence d'indice optique entre le vide et l'atmosphère, ou à la non-uniformité de l'indice optique de l'air dans l'atmosphère, a été accepté. En revanche, la dispersion ou la présence d'eau dans l'atmosphère ne constituent pas une justification valide. Nous n'avons également pas accepté une réponse du type « contrairement au vide, l'indice optique de l'atmosphère est strictement positif » proposée dans quelques copies.

**Q11** - Les erreurs les plus fréquentes ont été observées : sur le calcul du développement limité ; sur le calcul de la troisième relation, qui a donné lieu à des oublis de facteur  $1/Hc$  (ce qui conduit à une expression pourtant non homogène) ; sur le signe lors de la dérivation de l'exponentielle.

**Q12** - Une justification (même succincte), rarement proposée, sur le choix des bornes à 0 et  $\infty$ , était attendue.

**Q13** - Cette question pouvait être traitée de différentes manières : beaucoup de candidats ont fait un développement au premier ordre en  $\delta\lambda/\lambda$  ; d'autres, ayant peut-être vu dans le paragraphe suivant que  $\delta\lambda \approx \lambda$ , se sont limités à une soustraction. Le jury s'est adapté et les points ont été attribués à condition que le résultat soit cohérent avec la méthode choisie (signe, facteur numérique, puissance).

**Q14** - Question sélective. Les copies ayant fait l'effort de proposer un schéma représentant correctement les angles  $\theta_S$  et  $\theta_T$  ont été bonifiées, même si la conclusion n'était pas bonne.

**Q15** - Une moitié des copies indique que la Lune totalement occultée est bleue.

**Q16** - Si l'estimation de la fréquence du fondamental est quasiment toujours bonne, l'amplitude du pic 2 est plus délicate. Beaucoup de copies proposent  $20 \log(a_2) = -50$ .

**Q17** - L'estimation de  $T_a$  est presque toujours bonne. La formule de Shannon a posé plus de difficultés. Les valeurs erronées, fréquemment proposées, ont été 3 kHz (en ne considérant que le pic 1) ou 1,5 kHz (en divisant par 2 la fréquence du pic 2, par mauvaise connaissance de la formule de Shannon).

**Q18** - Question assez mal traitée. Les copies, se limitant à affirmer que le nombre de pixels est égal au produit  $\tau f_M$  sans justification, ne se sont vu attribuer qu'une partie des points.

**Q19** - La condition sur  $\tau_d$  a été assez peu correctement proposée. On ne pouvait pas se contenter d'affirmer « il faut  $\tau_d$  très grand » (sans préciser par rapport à quoi). La condition «  $\tau_d > T_a$  » n'est pas non plus suffisante. Quelques copies ont proposé une condition sur  $\tau_d$  liée à la résolution verticale. Les points ont été accordés à condition, là aussi, que la relation obtenue ne soit pas une simple inégalité, mais bien une comparaison des ordres de grandeur. Concernant la partie graphique, beaucoup de candidats ont utilisé le document réponse pour cette question. Le deuxième pic donne souvent lieu à un segment horizontal alors que le premier était bien associé à un segment oblique. Les fréquences en  $t = 0s$  et  $t = 0,5\tau_d$  n'étaient pas toujours indiquées.

**Q20** - Question plutôt bien traitée. Les erreurs courantes ont été : une surestimation de la durée du chant (les candidats n'ayant pas pris en compte que l'émission débute vers  $70ms$ ) ; une inversion des fréquences (les copies proposent la fréquence du fondamentale à  $2,2kHz$  et l'harmonique 4 à  $0,6kHz$ ).

**Q21** - Correctement traitée par la moitié des copies. Les fautes courantes ont été une erreur de signe dans la phase «  $t + dn/cs$  », l'oubli du facteur 2 dans  $\psi'$ . Quelques copies proposent une expression de  $\psi'$  sous forme d'une somme, tout à fait acceptable.

**Q22** - Bien traitée également par la moitié des copies avec les mêmes fautes que pour la question précédente.

**Q23** - Bien traitée.

**Q24** - Le jury s'est réjoui de constater que la condition d'interférences constructives est bien énoncée par une majorité de candidats. Quelques copies indiquent cependant que le déphasage doit être un

multiple de  $\pi$ . Certaines autres, n'ayant pas bien perçu le sens de la question, répondent en donnant un intervalle de valeurs correspondant aux fréquences du domaine audible pour l'oreille humaine.

**Q25** - Le jury a été déçu de constater que le calcul de  $d_n$  a posé de grandes difficultés pour beaucoup de copies, qui invoquent effectivement le théorème de Pythagore, mais en proposent une application erronée.

**Q26** - L'exploitation de la figure et du texte l'accompagnant ont pu poser des difficultés. Quelques erreurs sur l'estimation de  $d_N$ . La question a cependant souvent été bien traitée par les copies l'ayant abordée.

**Q27** - Question souvent bien traitée par les copies l'ayant abordée.

**Q28** - Question plutôt bien traitée par les copies l'ayant abordée (positionnement de  $t_1$  et  $t_N$  corrects, fréquences en  $t_1$  et  $t_N$  correctes). Les copies présentant des segments de droite ont été un peu pénalisées.

### 3.3 Physique 2 - filière MP

#### 3.3.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet s'intéresse à la loi de *WIEDEMANN-FRANZ* qui lie conductivité thermique,  $\lambda$  et conductivité électrique  $\gamma$  :  $\lambda/\gamma = \kappa T$

Il est découpé en trois parties indépendantes entre elles.

- La première partie s'intéresse à la mesure expérimentale de  $\gamma$  via la mesure de la résistance d'un fil de cuivre, et explore les difficultés liées à la mesure d'une résistance faible.
- La deuxième partie modélise à l'échelle microscopique la conduction électrique puis la conduction thermique pour faire le lien entre les deux.
- La troisième partie exploite des données expérimentales utilisant la méthode « flash » pour déterminer  $\lambda$

Ce sujet permettait d'évaluer les candidats sur différents points du programme et différents thèmes (électricité, mécanique, thermodynamique, ...).

#### 3.3.2 Commentaires généraux

Les correcteurs ont été déçus de la qualité des copies, de nombreux candidats ayant renoncé dès les premières difficultés alors que beaucoup de questions étaient abordables et les parties totalement indépendantes. Les bases ne sont pas maîtrisées pour la plupart des candidats.

Le soin apporté à l'argumentation est un élément fondamental de l'évaluation, en particulier lorsque la question consiste à démontrer un résultat annoncé par l'énoncé (cas des questions **Q6** et **Q9** de ce sujet) : les tentatives de démonstrations peu rigoureuses ne sont pas convaincantes, et il est préférable d'admettre clairement le résultat plutôt que de tordre la logique pour l'obtenir.

Lorsque les questions sont des questions de cours (cas des questions **Q16** et **Q17** dans ce texte), il est attendu une argumentation précise, rigoureuse, respectueuse des notations : ne pas confondre  $\frac{\partial}{\partial x}$  et  $\frac{d}{dx}$ , définir explicitement le système étudié, nommer les principes utilisés, établir proprement le signe des constantes des équations différentielles, ...

Dans ces questions comme dans les autres, seules les réponses argumentées sont prises en compte, le manque de justification fait perdre beaucoup de points à certaines copies.

Rappelons que les applications numériques ne sont valorisées qu'assorties d'une unité adéquate.

Certaines erreurs de calcul sont facilement identifiables, en particulier celles qui conduisent

- à un résultat visiblement non homogène, par exemple  $R_2 = \frac{R + R_v}{RR_v}$  ;
- à une faute de signe manifeste, par exemple  $\lambda < 0$  ;
- à un résultat qui égalise vecteur et scalaire ;
- à un résultat qui égalise grandeur finie et différentielle ;

- à une application numérique manifestement aberrante.

Les candidats sont invités à avoir un peu de recul sur leur résultat pour corriger ces erreurs qui les pénalisent lourdement.

La forme aussi doit être soignée : nous déplorons certaines copies prises pour des brouillons avec de nombreuses ratures, des écritures illisibles, une syntaxe approximative et une orthographe qui laisse à désirer. A l'inverse certaines copies sont très agréables à lire, ce qui prédispose favorablement les correcteurs, qui envisagent de prendre davantage en compte le soin lors des prochaines épreuves.

### 3.3.3 Analyse détaillée des questions

**Q1** - Si le choix du calibre est très souvent juste, mais pas toujours argumenté, les extraits de notice des instruments étaient sans doute peu familiers pour la plupart des candidats et les notations auraient gagné à être redéfinies. Néanmoins, avec un peu de bon sens et avec la pratique de Travaux Pratiques pendant les deux années de préparation, il était possible de répondre de façon cohérente et d'apprécier au moins en ordre de grandeur les erreurs, dont les dimensions devaient évidemment être les mêmes que la grandeur mesurée. Ainsi  $L$  ne pouvait être ni une longueur ni une inductance pour mesurer une erreur sur une résistance. Les correcteurs ont été attentifs à valoriser toute démarche cohérente.

**Q2** - Calculs d'électrocinétique élémentaires sur des montages courte et longue dérivation qui n'auraient pas dû poser de problème. Les courbes attendues permettaient de conclure sur le choix de la méthode à condition d'évaluer explicitement les erreurs (soit numériquement soit en positionnant  $R$  sur les courbes). Les justifications «  $R$  petit » ou  $R \ll 1$  n'ont pas de sens,  $R$  devant être comparé à une résistance ( $R_A, R_V$ , idéalement  $\sqrt{R_A R_V}$ )

**Q3** - Application numérique correctement réalisée pour  $R$ . Les candidats ont souvent confondu erreur systématique, liée au choix de la méthode, avec erreur aléatoire liée aux instruments de mesure utilisés.

**Q4** - Confusion fréquente entre conductivité et conductance.

**Q5** - Question bien réussie en général. Attention toutefois au respect de la notation vectorielle et au signe de la charge de l'électron.

**Q6** - La réponse dans le texte a favorisé toute sorte de justifications plus ou moins obscures pour cette relation. Il fallait justifier les probabilités de collision ou non, et le gain en quantité de mouvement en l'absence de collision. Les correcteurs ont là aussi valorisé toute démarche pertinente.

**Q7** - Le terme  $\sum p_{io}^{\vec{+}}$  est souvent escamoté sans justifications, la moyenne sur tous les électrons n'est pas toujours explicite.

**Q8** - Question peu réussie, l'indication « approche semblable » ayant été mal comprise. Le caractère non normé de la probabilité  $\Pi$  a pu perturber certains candidats, qui doivent réfléchir au sens de leurs calculs.

**Q9** - Pour cette question, qui demandait d'établir une relation donnée, de nombreuses démonstrations « tirées par les cheveux », et dès lors évidemment très mal justifiées, ont été proposées. Beaucoup sont basées sur un bilan entre deux sections quand il s'agit ici d'évaluer un flux au travers d'une section unique, les paramètres  $n, v...$  sont introduits sans justification. Ces tentatives hasardeuses de démonstrations n'ont donné lieu à aucun point.

**Q10** - La validité du développement limité n'est pas toujours correctement justifiée (rappelons que, s'agissant d'une grandeur dimensionnée,  $v\tau \ll 1$  n'a pas de sens) mais les candidats trouvent en majorité la bonne expression de  $\lambda$ . Néanmoins trop de candidats trouvent une conductivité thermique négative sans que cela ne les gêne.

**Q11** - Le caractère *monodimensionnel* du gaz est souvent mal pris en compte.

**Q12** - Le passage de *monodimensionnel* à *tridimensionnel* n'est que partiellement pris en compte par beaucoup de candidats, qui introduisent ainsi un facteur 9 quand un facteur 3 est attendu.

**Q13** - Le modèle quantique aurait dû, conformément au texte, être basé sur un gaz tridimensionnel, ce qui n'a pratiquement jamais été vu.

**Q14** - Nous attendions une réfutation claire et argumentée du modèle classique, qui donne par hasard un résultat satisfaisant.

**Q15** - Question ouverte qui demandait un peu de bon sens et une certaine habitude des Travaux Pratiques. Cette question a permis à de nombreux candidats de faire preuve d'une grande créativité. Le jury n'a retenu que les solutions raisonnables dans le cadre d'un laboratoire standard, pas celles mettant en jeu du cuivre liquide, ni celles amenant à manipuler un cube de  $1m^3$  de cuivre par exemple. Les protocoles et le vocabulaire de la calorimétrie sont peu maîtrisés, ainsi certains candidats confondent thermostat et enceinte adiabatique.

**Q16** - Question de cours : la rédaction doit être soignée, le système explicitement défini, les signes maîtrisés. Ne pas confondre  $D$  et  $1/D$  ni  $1/D^2$ .

**Q17** - Si la séparation des variables est généralement bien connue et comprise, la résolution des équations différentielles est plus aléatoire. En particulier la justification du signe de la constante est souvent absente, ou peu convaincante. Ainsi la fonction  $f$  ne diverge pas sur son domaine d'étude, c'est bien la non-divergence de  $g$  qui impose le signe. Assez peu de candidats mènent cette question, proche du cours, avec la rigueur attendue.

**Q18** - La linéarité de l'équation est rarement évoquée, ainsi que les conditions aux limites et initiales pour justifier la recherche de la solution sous forme d'une superposition de modes propres.

**Q19** - Question très mal traitée, les réponses ont souvent été devinées grâce à **Q20** et **Q21** mais rarement correctement justifiées. Notons que la notion de parité d'une fonction définie sur  $[O, L]$  n'a pas de sens, et que  $\sum \omega_n k_n = 0$  n'implique pas  $\omega_n = 0$ . Il fallait prendre en compte la dépendance en  $t$  pour conclure. L'honnêteté intellectuelle est mise à mal sur ces questions.

**Q20** - Question rarement traitée. Les coefficients  $u_n$  se calculaient facilement en utilisant le formulaire donné en fin de texte, il n'était pas nécessaire de connaître des formules de calcul de coefficients de Fourier. Ces calculs étaient plus faciles pour des candidats de la filière MP ayant déjà rencontré ce type de calcul dans le cadre des mathématiques.

**Q21** - Question correctement traitée, en admettant (plus ou moins explicitement) les résultats de **Q19** et **Q20**.

**Q22** - La relation attendue relevait d'une exploitation simple de la courbe *figure 2*.

**Q23** - Ici c'est le graphe de la *figure 3* qui devait être exploité, le flash fixant l'origine des temps.

**Q24** - Question rarement abordée, qui nécessitait de rapprocher les résultats théoriques obtenus dans la partie II avec les résultats expérimentaux de la partie III.

### 3.3.4 Conseils aux futurs candidats

Nous conseillons aux candidats d'arriver au concours avec une parfaite maîtrise de leur cours, qui leur permettra de se sortir des situations classiques mais aussi inédites en toute confiance.

Nous leur conseillons de maintenir leur sens critique en éveil tout au long de leur composition, et de prendre le temps de réfléchir lorsque les questions n'admettent pas de réponse immédiate : ne pas se décourager à la première difficulté rencontrée. Et se méfier des questions où la réponse est donnée, qui doivent être résolues avec encore plus de rigueur que les questions ouvertes.

### 3.3.5 Conclusions

Réalisée dans des conditions difficiles liées à la crise sanitaire de ce printemps 2020, à un calendrier des concours compliqué et fatigant pour les candidats, cette épreuve s'est avérée assez décevante. Néanmoins des copies de bonne facture montrent une bonne maîtrise de la physique et des outils mathématiques nécessaires.

Le jury invite les futurs préparateurs à tenir compte des conseils de ce rapport et des conseils que ne manqueront pas de leur donner leurs professeurs.

### 3.4 Physique 1 - filière PC

#### 3.4.1 Présentation du sujet

L'épreuve de Physique 1 portait sur l'étude de deux phénomènes naturels observables facilement, et ayant trait à la culture précolombienne des Mayas : l'écho produit par la grande pyramide de Chichén Itzá, et la coloration des éclipses de Lune. Pour ce faire, le sujet aborde en 29 questions différents domaines du programme de première et deuxième années traitement du signal, propagation d'un signal ondulatoire, interférences, diffraction, thermodynamique, champ électromagnétique, bilans. Il propose une démarche de difficulté progressive au sein des parties, mêlant tour à tour des questions de cours, des exploitations graphiques, l'élaboration de modèles simples suivis de calculs applicatifs, et des discussions argumentées des ordres de grandeur estimés sans calculatrice.

#### 3.4.2 Commentaires généraux

Cette épreuve a permis d'opérer une distinction claire entre d'une part, les candidats qui ont su faire preuve de rigueur dans la modélisation, ainsi que d'esprit critique au vu de leurs résultats, et d'autre part les candidats qui ont parfois enchaîné des calculs sans tenir compte de ce qui les précédait, ni des attendus de la modélisation des phénomènes étudiés. De façon générale, le barème tenait autant compte de résultats calculatoires que de la discussion chiffrée et argumentée, ce qui n'a pas été compris par tous les candidats, qui se sont trop souvent contentés de donner des réponses sans justification ni recul critique, parfois même sans application numérique à discuter, ce qui limite singulièrement les chances de réussite à l'épreuve. Le jury tient cependant à féliciter un certain nombre de candidats ayant proposé d'excellentes copies et qui ont explicité avec soin leur démarche et tiré grand profit d'une comparaison réfléchie des nombreux ordres de grandeur abordés par ce problème.

Les défauts les plus récurrents rencontrés dans les copies restent ceux déjà énoncés dans les rapports précédents, ce qui incite à penser que les candidats qui décident de suivre ces conseils peuvent faire la différence avec les autres, et tirer grand profit de la lecture attentive des rapports des épreuves de Physique. Le jury rappelle ainsi que la présentation de chaque réponse doit être d'une grande clarté (grands schémas annotés, hypothèses et théorèmes énoncés, résultats encadrés, applications numériques discutées quand cela est pertinent). De même, les résultats inhomogènes, ou avec des unités fausses, voire absentes, sont sanctionnés.

Par ailleurs, les candidats doivent avoir en tête que les copies sont numérisées (en très bonne qualité couleur) en vue de leur correction sécurisée. Il est donc important de ne pas écrire au crayon papier ou aux crayons de couleurs, ni avec un stylo d'encre peu visible. De même, une copie qui mélangerait l'ordre de questions oblige le correcteur à un va-et-vient qui ne facilite pas la lecture cohérente des réponses proposées. Il est notable, surtout cette année, qu'une écriture peu lisible, trop souvent constatée dans les copies, ainsi que les fautes d'orthographe ou de syntaxe, altèrent significativement la compréhension et orientent défavorablement la lecture de la copie.

Enfin, il est rappelé qu'une partie du barème porte sur le commentaire argumenté des résultats ou sur les questions dites « qualitatives », qui sont toujours les plus difficiles. En effet, l'enjeu dans ces questions est de démontrer que le candidat connaît en profondeur les hypothèses de la démarche entreprise, et qu'il est capable d'en tirer des conséquences chiffrées et des conclusions cohérentes avec le reste de l'épreuve. Il est parfois intéressant de mettre à jour une contradiction, qui permettra de critiquer le modèle employé, ou au contraire de valider telle ou telle étape du raisonnement. Les candidats qui ont su faire preuve de recul critique ont toujours été valorisés.

### 3.4.3 Analyse détaillée des questions

**Q1** - Question très mal réussie. Le calcul d'amplitude du pic 2 après exploitation du spectre d'amplitudes en dB n'est pas maîtrisé par la majorité des candidats.

**Q2** - Le critère de Shannon est majoritairement mal compris des candidats. Il ne s'agit pas de réciter une formule aux termes interchangeable. La réflexion et le recul critique portés à cette question ont souvent été à l'image de l'ensemble de la copie.

**Q3** - Question plutôt réussie. Il est cependant bon de retenir que le nombre de pixels d'un écran est a priori entier, et en aucune façon plus faible que l'unité.

**Q4** - Le tracé du sonogramme simplifié a posé problème. Le lien entre le fondamental ( $y$  compris variable dans le temps) et les harmoniques est souvent mal compris.

**Q5** - Lecture graphique plutôt réussie. Une erreur fréquente a consisté à inverser l'ordre des harmoniques.

**Q6, 7 et 8** - Erreurs de signe récurrentes pour comptabiliser correctement le retard de phase dû à la propagation de l'onde acoustique. Le facteur 2 lié à l'aller-retour de l'onde est rarement pris en compte. Les candidats maîtrisant la notion de déphasage n'ont pas eu de souci avec ces questions.

**Q9** - Le concept d'interférences constructives a été généralement bien traduit.

**Q10** - Cette question a été très discriminante, notamment sur le bon usage du théorème de Pythagore. Un grand nombre de candidats calculent la distance  $SSn$  parcourue par l'onde en sommant  $SS0$  et  $S0Sn$ , comme si la suppression ne se propageait pas en ligne droite de  $S0$  à  $Sn$ , mais en montant les marches de la pyramide une par une. La capacité du candidat à découpler le contexte (architectural ou autre) d'une situation et la mise en œuvre d'outils mathématiques de base a pu être mise en valeur sur cette question.

**Q11 et 12** - Trop peu de candidats ont tiré profit de l'exploitation du graphe fourni. L'habileté des candidats à faire plusieurs estimations numériques (à 20 % près) a été grandement valorisée. Le jury rappelle qu'une application numérique (notamment tirée d'une exploitation graphique) ne doit pas être fournie sous forme de fraction. La perte de temps de certains candidats sur ces considérations est dommageable, et un entraînement spécifique (modeste mais récurrent) mérite d'être mené au cours des deux années de préparation aux concours.

**Q13** - Question relativement peu abordée, alors que les tracés de courbes et leur exploitation sont toujours payants. Les tracés proposés étaient souvent exagérément simplifiés par des droites.

**Q14** - Question qualitative ; la comparaison proposée était souvent sommaire, mais la discussion avec le quetzal adulte plutôt cohérente.

**Q15** - Question majoritairement réussie, mais peu argumentée.

**Q16** - La démarche suggérée par l'énoncé méritait que l'on y réfléchisse, pour comprendre de quelle façon la diffraction pouvait jouer sur le phénomène. Les candidats qui ont spontanément proposé un schéma ont généralement mieux saisi les enjeux de l'hypothèse testée. L'angle de diffraction qu'il fallait estimer est inconnu de beaucoup de candidats. De nouveau, la discussion des ordres de grandeur correctement estimés a été fortement valorisée, dans la mesure où elle constitue un outil méthodologique majeur du physicien.

**Q17 et 18** - Questions de cours, très majoritairement réussies par les candidats sérieux. Attention cependant à la définition et au chiffrage de la longueur caractéristique du profil de masse volumique dans l'atmosphère isotherme.

**Q19** - Autre question de cours. Les hypothèses d'utilisation de la relation de structure, bien que restrictives, sont rarement évoquées. De même pour la relation entre les amplitudes des champs électrique et magnétique. Le tracé de l'évolution spatiale (et non temporelle) des champs a donné lieu à des réponses très variées, parfois étonnantes, illustrant sur ce point de cours l'écart-type important constaté sur l'ensemble des copies.

**Q20** - Nouvelles questions de cours. La définition du vecteur de Poynting est parfois méconnue. Le jury rappelle par ailleurs qu'en tant que grandeur énergétique, il s'agit d'une grandeur réelle, bien que son calcul puisse se faire avec des champs réels ou complexes. La question du moyennage dans le calcul d'intensité est parfois mal comprise. L'unité du champ électrique est très souvent méconnue. Le choix de l'énoncé d'utiliser des caractères gras pour les vecteurs a parfois introduit de la confusion chez les candidats.

**Q21** - Question plutôt réussie. Cependant certains candidats se reposant uniquement sur l'analyse dimensionnelle ont proposé des expressions erronées d'un facteur  $10^{23}$ .

**Q22 et 23** - La majorité des candidats ne maîtrise pas la méthodologie de construction d'un bilan, mélangeant parfois aléatoirement les différents termes fournis par l'énoncé, plutôt que de procéder à l'analyse physique claire de la situation à l'aide d'un schéma. En particulier, beaucoup de candidats affectent un signe différent à deux termes responsables de la diminution de l'intensité. Les candidats qui ont mené cette étude avec rigueur ont été valorisés. Attention, une écriture peu soignée des lettres grecques peut conduire à des confusions ( $\eta$  et  $\rho$  pouvant être confondues avec  $n$  et  $P$ ).

**Q24** - Question majoritairement réussie.

**Q25, 26 et 27** - Beaucoup de candidats ont abordé cette dernière partie de l'épreuve, mais peu ont fait preuve de la rigueur nécessaire pour mener à bien ces trois questions calculatoires guidées.

**Q28 et 29** - Questions assez simples, qui ont été réussies par les candidats qui avaient pris du recul et bien compris le problème étudié.

#### 3.4.4 Conseils aux futurs candidats

Les meilleures copies font la différence avec les autres en respectant les conseils suivants :

- La lisibilité d'une copie (écriture aérée, schémas et graphes annotés, syntaxe correcte et orthographe rigoureuse) donne le ton d'une copie, faisant montre d'une pensée claire.
- La lecture complète de l'énoncé est une occasion à saisir pour s'imprégner de l'approche proposée par le sujet, repérer les éléments de réponses des premières questions distillés plus loin dans l'énoncé, et s'assurer de ne pas manquer les données chiffrées fournies.
- Tout résultat littéral doit être soumis à une analyse dimensionnelle de la part du candidat, qui évitera ainsi de perdre les points précieux des applications numériques.
- Les copies qui négligent les applications numériques se privent ainsi d'une grande partie de la discussion, et ont par conséquent beaucoup de difficultés à obtenir une note correcte.
- Les résultats chiffrés doivent être donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent (un résultat plus précis que les données de l'énoncé est pour le moins aventureux).
- La discussion des résultats, notamment numériques, est le fil conducteur de toute épreuve de Physique, même lorsqu'elle n'est pas explicitement demandée : elle permet de valider ou non les hypothèses du modèle utilisé à chaque question, de façon à comprendre l'organisation de l'énoncé.
- Enfin, les tentatives malhonnêtes pour retrouver à toute force un résultat donné par l'énoncé sont fort mal considérées. Il est conseillé de notifier l'écart entre les calculs obtenus et la suggestion de l'énoncé, pour proposer une discussion qui pourrait justement mettre en valeur les arguments et l'esprit critique du candidat.

### 3.5 Physique 2 - filière PC

#### 3.5.1 Généralités et présentation du sujet

Après une première partie portant sur le pouvoir de résolution de l'œil, le sujet proposait d'étudier différentes méthodes de microscopie optique : la microscopie de Van Leeuwenhoek, la microscopie à



contraste de phase et la microscopie non linéaire à deux photons. Un certain nombre de questions étaient proches du cours et ont pu être abordées par un grand nombre de candidats alors que d'autres nécessitaient une maîtrise approfondie des notions abordées et une bonne analyse du sujet et des documents fournis. Les trois premières parties traitaient d'optique géométrique et ondulatoire alors que la dernière partie portant sur la microscopie à deux photons faisait appel en partie à des notions de mécanique. Des qualités différentes ont donc pu être testées au cours de cette épreuve. La longueur raisonnable du sujet a permis à une majorité de candidats d'aborder la quasi-totalité des questions.

### 3.5.2 Commentaires généraux

Un nombre important d'applications numériques disséminées dans l'énoncé, indispensables aux conclusions physiques, étaient demandées. Le jury rappelle que les applications numériques rapportent des points mais que pour cela le calcul doit être mené à son terme avec l'unité éventuelle. Merci aux futurs candidats de ne pas écrire le résultat numérique sous forme d'une puissance de dix non entière, d'un produit de fraction, d'une racine non estimée ou d'un multiple de  $\pi$ .

Le jury a remarqué et apprécié qu'une majorité de copies soient bien rédigées et présentées. Les résultats sont encadrés ou mis en valeur et les schémas sont réalisés avec une règle. Néanmoins, de trop nombreuses copies restent mal soignées voir difficilement lisibles. Les futurs candidats sont invités à soigner leur production en s'assurant de sa lisibilité et à mettre en avant les résultats obtenus.

Le jury invite les candidats à toujours se questionner sur la cohérence avec l'énoncé des ordres de grandeur trouvés après des applications numériques. De plus, lorsqu'une application numérique conduit à un résultat aberrant, il est appréciable de ne pas la laisser sans commentaire.

Les questions qualitatives où une explication d'un phénomène physique est attendue nécessite une argumentation claire dans un français correct. Beaucoup de candidats tentent leur chance sur ces questions ce qui donne lieu à des paragraphes hors sujet qui ne rapportent pas de points. Le jury attend du candidat qu'il réussisse à extraire les points importants de son explication afin de construire sa réponse.

### 3.5.3 Analyse détaillée des questions

**Q1** - L'estimation de la distance moyenne entre deux cônes a donné lieu à beaucoup d'expressions non homogènes. La conversion des radians en minutes d'arc a parfois posé problème.

**Q2** - Bien que le critère de résolution était précisément décrit dans une annexe, le jury a très souvent retrouvé une erreur de facteur 2 dans l'expression de  $\alpha_2$ . Une précision suffisante dans l'application numérique était nécessaire pour conclure.

**Q3** - Certains candidats ont confondu distance focale de l'œil et *punctum proximum* dont la valeur était donnée en annexe. Des ordres de grandeur aberrants ou exemples d'objets inadaptés vu le contexte de l'exercice ne font pas sourciller certains candidats. Le jury invite les candidats à être vigilant à la cohérence des ordres de grandeur calculés.

**Q4** - Très peu de schémas représentent effectivement une image virtuelle, agrandie et non inversée. On rencontre parfois des copies présentant la lentille boule comme équivalent à deux lentilles convergentes car il y a une interface air-verre et une interface verre-air. Le jury rappelle que c'est déjà le cas pour une lentille mince.

**Q5** - L'approximation de Gauss a parfois été éludée conduisant les candidats à mener des calculs lourds sans simplifications.

**Q6** - Le jury regrette la rareté d'une discussion claire et argumentée du choix de la bonne expression de la distance  $\overline{CA}$  parmi les deux possibilités. Un certain nombre de candidats ont montré des difficultés à manipuler les grandeurs algébriques.

- Q7** - Le moyen d'obtenir expérimentalement une onde monochromatique a généralement été bien précisé mais la mise en forme spatiale pour obtenir une onde plane l'a rarement été. Beaucoup de candidats ont traité cette question dans l'approximation des petits angles alors qu'il était attendu de rester dans un cas général.
- Q8** - Le jury rappelle qu'une tangente n'a pas d'unité et que 0,6 n'est pas très petit devant 1.
- Q9** - Question relativement bien traitée. Une construction propre avec des traits droits était attendue.
- Q10** - Beaucoup d'erreurs sur les expressions de  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  montrant que la notion de retard de phase reste floue pour un grand nombre de candidats alors que l'expression du déphasage  $\varphi'$  était en général correcte.
- Q11** - Une justification physique était attendue. Le jury rappelle que dire qu'une grandeur tend vers zéro n'a pas de sens physique, il faut préciser devant quoi elle est petite.
- Q12** - Question qui a été globalement bien réussie même si un certain nombre de copies contiennent des expressions non homogènes.
- Q13** - Très peu de bonnes réponses à cette question.
- Q14** - Question très rarement abordée et encore plus rarement réussie. Une appropriation approfondie de l'énoncé était nécessaire.
- Q15** - Question dans la suite des précédentes et donc très rarement abordée.
- Q16** - Des candidats, après avoir obtenu la bonne équation différentielle, ont étudié l'équation caractéristique associée à celle-ci, confondant ainsi régime transitoire et régime sinusoïdal forcé. D'autres remplacent directement la dérivée première de  $x$  par  $i\omega x$  en passant en complexe sans penser que l'on cherche une superposition de deux fonctions harmoniques complexes conjuguées. Ils se retrouvent alors embêtés pour justifier la deuxième partie de la solution proposée. Des tentatives de mise sous le tapis du problème ne jouent pas en faveur du candidat.
- Q17** - Question relativement bien traitée. Certains candidats confondent dérivée et primitive ou énergie électrostatique et énergie potentielle. Pour l'étude de la symétrie, rappelons qu'une fonction qui n'est pas paire n'est pas nécessairement impaire !
- Q18** - Le jury a constaté quelques démonstrations illégales. On rappelle que bien qu'une grandeur soit beaucoup plus petite qu'une deuxième, on ne peut pas forcément négliger l'accélération de la première devant celle de la deuxième.
- Q19** - Explications souvent confuses, beaucoup d'erreurs sur les contributions fréquentielles du carré d'un signal.
- Q20** - Calcul souvent absent ou faux avec beaucoup d'erreurs de signe.
- Q21** - Question très mal comprise par une majorité de candidats ce qui a donné lieu à des explications souvent très confuses et erronées.
- Q22** - Curieusement, pour un nombre important de candidats,  $\Delta\nu = c/\Delta\lambda$ . Beaucoup d'erreurs sur l'évaluation de  $\Delta\lambda$  à partir de la courbe fournie.
- Q23** - Question globalement bien traitée malgré des erreurs fréquentes dans les unités. Une pulsation s'exprime en  $\text{rad.s}^{-1}$ .
- Q24** - La justification de l'intérêt de comparer les carrés des champs a été très souvent hors sujet. Peu de candidats traitent correctement la suite de la question et arrivent à évaluer le rapport demandé.
- Q25** - Calcul de  $z_R$  relativement bien réalisé mais le commentaire physique ne suit pas toujours.
- Q26** - Beaucoup de formules littérales fausses.
- Q27** - Question peu souvent bien traitée à cause de nombreuses erreurs de calcul.
- Q28** - Explication souvent confuse et peu claire.

### 3.5.4 Conseils aux futurs candidats

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

### 3.5.5 Conclusions

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

## 3.6 Physique 1 - filière PSI

### 3.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de Physique 1 se proposait, sous le prétexte d'explorer la *Physique au temps des Mayas*, d'évaluer la maîtrise des connaissances et savoir-faire relatifs à l'*analyse spectrale* des signaux périodiques, la *propagation*, la condition d'*interférence constructive* et la *diffraction* des ondes, l'équilibre isotherme d'un *gaz parfait* dans le champ de pesanteur, la propagation d'une *onde électromagnétique* et le transport de puissance associé.

Le sujet testait aussi certaines compétences techniques et mathématiques : lecture d'un *diagramme logarithmique*, géométrie dans un *triangle* (rectangle), *bilan unidimensionnel* d'une grandeur extensive en régime permanent, intégration d'une *équation différentielle* (linéaire du premier ordre), *développements limités*; construction et interprétation d'une courbe *point par point* et bien sûr évaluation et étude de pertinence d'*ordres de grandeur* numériques.

### 3.6.2 Commentaires généraux

La variété des questions posées ainsi que la prise en compte de manière très détaillée de tous les niveaux de réponse à ces questions ont permis un très bon étalement des notes. Dans les circonstances exceptionnelles du concours 2020, le jury a eu à cœur de contribuer à un classement aussi fiable que possible des candidats aux concours.

Les correcteurs ont eu le plaisir de lire d'excellentes copies, ayant traité une partie très significative des questions posées et qui ont donc eu logiquement une très bonne note. Elles sont cependant l'exception, les autres copies étant régulièrement réparties sur toute l'échelle des notes disponibles, y compris des prestations faibles ou très faibles. Elles donnent une image un peu décevante des compétences des candidats sur certains sujets qui semblaient pourtant simples *a priori*.

La qualité de la présentation reste également variable : à côté de bonnes copies (soignées sur le fond de la rédaction, phrases complètes bien rédigées) et sur la forme (écriture soignée, résultats encadrés), le jury a rencontré des rédactions confuses ou brouillonnes, raturées ou parfois complètement illisibles.

### 3.6.3 Analyse détaillée des questions

**Q1 à 5** - La lecture d'un diagramme logarithmique et la conversion en volt d'une valeur en décibel ne sont pas des compétences universellement acquises. De même, si l'énoncé « formule » du théorème de Nyquist-Shannon est en général connu, la signification de la grandeur qui est nommée «  $f_{\max}$  » n'est pas connue de tous.

Le lien de proportionnalité entre fréquences des harmoniques et du fondamental, lorsqu'il est nécessaire à un tracé (Q4) ou confronté à un spectrogramme expérimental (Q5), n'est pas non plus une évidence pour tous les étudiants.

**Q6 à 9** - Ces questions ont été mal traitées par beaucoup de candidats, un peu à la surprise du jury ; même ceux qui ont compris que la propagation « aller » augmente la phase retard du signal ont souvent fait « remonter » la phase lors de la propagation retour. Enfin, le tiers environ des copies ayant abordé la Q9 n'affirment même pas que le déphasage des ondes qui interfèrent constructivement est  $\Delta\phi \equiv 0 [2\pi]$ .

**Q10** - Un grand nombre de copies remplacent ici l'inégalité triangulaire par une égalité, un peu comme si l'onde sonore montait l'escalier, ce qui est d'autant plus surprenant que l'emploi du théorème de Pythagore était fortement suggéré par la formulation même des questions posées.

**Q11 à 14** - Certains candidats ont su utiliser le diagramme (fourni) de  $d_n g(n)$  pour parvenir à un tracé raisonnable du spectrogramme du signal d'écho, même si presque aucun n'a pensé à justifier la forme des courbes  $f_i(t)$ . Les commentaires de la Q14 étaient, en revanche, souvent pauvres et mal argumentés.

**Q16** - Un très grand nombre de candidats se contente d'affirmer une valeur numérique pour l'ouverture angulaire due à la diffraction, comme si elle était universelle et bien connue, par exemple  $10^{-3}$  rad,  $1^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $\pi/4$ ... ou même 100 rad (*sic*).

**Q17 et 18** - Ces calculs classiques d'équilibre de l'atmosphère sont en général bien traités, sauf par les candidats qui débutent par une hypothèse d'incompressibilité... pour évaluer une variation de masse volumique ou qui tombent dans les pièges classiques des unités (gramme ou kilogramme, bar ou pascal...).

**Q19 à 21 et 24** - Ces questions sont le plus souvent plutôt bien traitées.

**Q22 et 23** - Le bilan de puissance demandé ici s'est révélé assez discriminant. De bonnes copies proposent une définition explicite du système étudié et décrivent correctement les trois quantités entrante, sortante et perdue. Bien d'autres mélangent un peu tout ou abandonnent en cours de route un raisonnement peu clair pour le correcteur.

**Q25 à 27** - Ces questions, assez formelles et techniques, ont permis à quelques étudiants de marquer des points sans avoir forcément bien maîtrisé les parties précédentes.

**Q28 et 29** - Très peu abordées, ces deux questions relevaient pourtant d'une simple lecture de document à reproduire sous la forme d'un schéma ou d'une courbe, permettant de conclure rapidement et aisément.

### 3.6.4 Conseils aux futurs candidats

À chaque fois qu'un candidat pense avoir répondu à une question, au lieu de se précipiter sur la suite du sujet, nous lui conseillons de procéder à une *relecture* attentive de ce qu'il vient de rédiger : est-ce clair, convainquant, complet, pertinent et homogène ?

Lorsque l'énoncé demande un commentaire à la suite d'un résultat, celui-ci ne peut se résumer à une *simple affirmation* (fut-elle, peut-être accidentellement, juste) : « les résultats sont compatibles ». Une argumentation, éventuellement appuyée sur une estimation numérique, est toujours attendue.

Enfin, les applications numériques sont essentielles en Physique ; elles sont donc justement valorisées par le barème. Rappelons qu'un résultat inachevé (comme  $1/7$ ,  $\sqrt{6}$  ou  $10^{-2,5}$ ) n'est pas pris en compte. Les résultats doivent aussi être accompagnés de l'unité associée, dans une forme acceptable (un champ électrique ne s'exprime pas en  $\text{W}^{1/2} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1/2}$ ) pour être considérés.

### 3.6.5 Conclusions

Bien sûr les conseils usuels restent de mise et le jury n'a pas peur de se répéter : apprenez *le cours*, *réfléchissez* à la question posée et à son lien avec le reste du sujet, faites des *schémas*, ... et c'est presque gagné!

Concentrant en quelques heures de travail écrit, la synthèse de deux années de préparation, les candidats devraient avoir à cœur de fournir un travail irréprochable dans la forme comme sur le fond. Force est de constater que ça n'est pas souvent le cas. Avec des sujets comportant une trentaine de questions et souvent trois fois plus d'items au barème, la perte des points qui en résulte peut être très importante, même pour ceux qui ont l'impression d'avoir « balayé » une bonne partie du sujet. Les correcteurs aiment donner à une copie tous les points qu'elle mérite, aux candidats de leur en donner l'occasion.

## 3.7 Physique 2 - filière PSI

### 3.7.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet porte sur la lévitation acoustique. Il est constitué de deux parties largement indépendantes : la première traite de la lévitation grâce à une onde sonore à proprement parler et la seconde s'intéresse à l'alimentation du transducteur qui permet de générer les ondes requises pour la lévitation acoustique. Le sujet permet donc d'aborder des domaines variés du programme, de la mécanique des fluides à l'électrocinétique. La longueur du sujet a permis à plusieurs candidats d'aborder l'ensemble des questions. De nombreuses questions classiques en début de parties permettent à la plupart des candidats de commencer l'épreuve en confiance tandis que des questions qui demandent davantage de réflexion et d'autonomie ont permis de valoriser les meilleurs candidats.

### 3.7.2 Commentaires généraux

Le jury déplore à nouveau l'orthographe et la présentation de trop nombreuses copies. À ce niveau d'étude, il n'est en particulier pas tolérable de ne pas maîtriser l'orthographe du vocabulaire de la Physique (« principe fondamentale de la dynamique », « poids », ...). Il y a également des copies avec énormément de ratures : une copie ne saurait être un brouillon où l'examineur doit essayer de deviner les résultats démontrés par les candidats. Le jury a constaté cette année énormément de copies qui présentent de très nombreuses questions abordées alors que les erreurs s'enchaînent ou qui sont des paraphrases des questions sans apporter d'éléments nouveaux. Cela n'apporte évidemment pas de points. Par ailleurs, de trop nombreux candidats ne répondent que partiellement à la question ou ne justifient pas leurs résultats, parfois en recopiant seulement les résultats établis sur leur brouillon. Cela ne permet évidemment pas d'obtenir la totalité des points. Il est toutefois possible d'atteindre le niveau d'exigence attendu. Cette année encore, le jury a eu l'occasion de lire d'excellentes compositions, où l'ensemble du sujet était abordé avec détails et qualité. Pour finir, le jury rappelle encore que les résultats doivent être soulignés ou encadrés.

### 3.7.3 Analyse détaillée des questions

**Q1** - Les hypothèses de l'approximation acoustique sont souvent méconnues.

**Q3** - Certains copies négligent les forces de pression ou n'écrivent qu'une seule force surfacique. Au repos, soit en l'absence de perturbation, la surpression  $p_1(z, t)$  est nulle.

**Q4** - Les expressions linéarisées sont demandées.

**Q5** - L'obtention de l'équation de D'Alembert ne peut s'obtenir qu'à partir de formules correctes aux questions précédentes. Il ne faut pas « forcer » les calculs pour obtenir le résultat mais utiliser le calcul pour se rendre compte des erreurs éventuelles faites précédemment.

**Q6** - La donnée de l'énoncé indiquant que l'on cherche une fréquence maximale ne doit pas exonérer les candidats de démontrer le sens de l'inégalité. Trop de candidats imposent le sens de l'inégalité sans la justifier physiquement.

**Q7** - Certains candidats ne connaissent pas la définition d'une amplitude. L'application numérique doit être menée jusqu'au bout et être accompagnée d'une unité. Les candidats qui souhaitent exprimer le résultat en  $\mu m$  se trompent régulièrement. Ce genre de conversion simple ne doit pas faire l'objet d'erreur à ce niveau d'étude.

**Q8** - Comparer  $Z_m$  à  $h$  est ici non pertinent.

**Q9** - Beaucoup de candidats ont postulé une onde résultante comme étant progressive sans prendre en compte la propagation dans un milieu qui présente des conditions aux limites.

**Q11** - Le volume d'une sphère doit être connu et ne doit pas être confondu avec la surface d'une sphère. Attention le passage de l'onde de vitesse à l'onde de pression en utilisant l'impédance acoustique se fait facilement pour des ondes planes progressives harmoniques mais n'est pas valable pour une onde stationnaire.

**Q12** - Dire que  $V_1$  est « trop élevée » ou « grande » ne suffit pas et n'a pas de sens sans comparaison à une autre vitesse caractéristique pertinente.

**Q13** - Si les candidats arrivent à la réponse par une analyse dimensionnelle, celle-ci doit être explicite et il est préférable de ne pas confondre dimensions et unités.

**Q14** - Écrire que la résultante des forces de pression compense le poids implique une égalité, pas une inégalité. Beaucoup de candidats confondent force et énergie potentielle. La détermination d'une position d'équilibre ne correspond ni à un point d'inflexion ni à un extrémum de la courbe  $F(z)$ .

**Q18** - Un nombre surprenant de candidats est en difficulté pour reconnaître un onduleur. Les différents dispositifs de conversion de puissance sont souvent confondus (hacheur, redresseur, ...), parfois le vocabulaire est complètement approximatif (« onduleur »). Les applications proposées sont souvent exotiques quand elles ne sont pas complètement fausses. Les réponses traduisent une méconnaissance des éléments fondamentaux d'un réseau électrique (les prises ne comportent pas d'onduleur VF : les prises prévues pour les PC sont connectées à un onduleur).

**Q19** - Cette question a été très souvent abordée mais les réponses manquent de précision. Quand une séquence d'états d'interrupteurs est demandée, il faut veiller à être exhaustif et précis : par exemple la description des états des interrupteurs pour avoir  $u(t) = 0$  a souvent été oubliée. Ou bien le candidat indique deux combinaisons possibles sans indiquer leur correspondance avec la valeur de  $u$ .

**Q20** - Une simple reformulation de la question ne saurait être une réponse. L'imparité d'un signal ne permet pas de justifier que les coefficients pairs du développement en série de Fourier sont nuls. Le choix de l'origine des temps ne permet pas d'annuler une éventuelle composante continue.

**Q21** - Une comparaison des amplitudes sous la forme d'une application numérique explicite était attendue.

**Q22** - Un grand nombre de candidats semble considérer que la tension efficace est toujours égale à l'amplitude du signal divisée par  $\sqrt{2}$  ? Rappelons que ceci n'est valable que pour un signal sinusoïdal de valeur moyenne nulle.

**Q23** - Plusieurs candidats perdent un temps précieux en utilisant les lois de Kirchhoff alors qu'un simple pont diviseur de tension mène à la fonction de transfert.

**Q24** - L'expression générale de la tension filtrée est très souvent fautive. Certains candidats n'ont pas compris que l'étude se fait en régime forcé et qu'il est donc inutile de tenter de résoudre complètement l'équation différentielle. C'est une question pour laquelle les réponses sont extrêmement décevantes : beaucoup de candidats n'ont pas compris les idées de base du filtrage linéaire et sont incapables d'écrire la série de Fourier du signal filtré.

### 3.7.4 Conseils aux futurs candidats

Il est conseillé aux candidats d'être en permanence vigilants quant à l'homogénéité des expressions littérales. Une analyse rapide, qui peut souvent se faire « à vue » ou au brouillon, alerte sur des oublis ou des erreurs de calcul.

Pour finir, le jury conseille à nouveau aux candidats de s'entraîner au calcul et aux conversions, afin de gagner les nombreux points d'applications numériques.

### 3.7.5 Conclusions

Les thématiques abordées dans les épreuves écrites du concours appellent à des développements physiques fins. En conséquence, un survol ou traitement superficiel des questions est souvent la cause des raisonnements faux observés. Le jury conseille donc aux futurs candidats d'être encore plus précis et attentifs au contexte et aux hypothèses des énoncés dans leurs réponses.

## 4 Chimie

### 4.1 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.

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. Enfin, le jury rappelle que les règles de l'orthographe et de la grammaire s'appliquent aussi dans une copie scientifique. En dépit du nombre de fois où le mot « soufre » est écrit dans l'énoncé, le jury a souffert (avec deux « f »...) de ne le voir orthographié correctement que dans une minorité de copies.

### 4.2 Chimie - filière MP

#### 4.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet avait pour thème l'élément chimique de numéro atomique  $Z=64$ , le gadolinium, dont certaines applications étaient données en introduction. Il s'articulait autour de 3 parties indépendantes : la première sur l'ion  $Gd^{3+}$ , la deuxième sur le gadolinium à l'état métallique et enfin une dernière partie sur l'électrodéposition de l'hydroxyde de gadolinium. Les domaines abordés étaient variés : atomistique et chimie des solutions dans la partie A), cristallographie et thermochimie dans la partie B) et oxydoréduction dans la partie C).

#### 4.2.2 Commentaires généraux

Dans la première partie, de nombreuses questions s'appuyaient sur des bilans de matière que le candidat devait réaliser pour pouvoir répondre correctement aux questions. Des questions fondées sur l'analyse de documents à caractère expérimental permettaient d'évaluer l'aspect pratique et la compréhension des phénomènes chimiques sous-jacents. Les réponses nécessitant l'exposé d'un raisonnement sont souvent peu claires voire obscures.

Dans la seconde partie, les questions de cristallographie ont été très souvent abordées par les candidats avec, en général, de bonnes réponses. Les questions concernant les équations de réaction à écrire nécessitaient un peu de culture chimique, ce qui a amené l'écriture de réactions souvent erronées. Les réponses aux questions de thermodynamique chimique demandaient aux candidats d'effectuer quelques calculs ; le jury apprécie et encourage l'écriture d'une expression littérale avant l'application numérique. La troisième partie, bien que comportant des questions classiques, a été peu abordée : pH de début de précipitation, réduction de l'eau, schéma d'un montage simple d'électrochimie.

La présentation des copies est prise en compte dans le barème de notation, les résultats doivent être soulignés ou encadrés, les phrases explicatives doivent être simples et compréhensibles.

#### 4.2.3 Analyse détaillée des questions

**Q1** - Question qui n'a pas toujours été bien traitée, de nombreux candidats perdent du temps à



rappeler les règles pour établir la configuration fondamentale alors qu'elles ne sont pas demandées ou se contentent de recopier la configuration de l'énoncé.

**Q2** - La règle de l'octet souvent évoquée comme justification n'est pas recevable, la « stabilité » présumée de l'ion  $Gd^{3+}$  (sans plus d'explication) non plus.

**Q3** - Une partie des candidats n'a pas pris en compte le fait que la première acidité était forte, ce qui a souvent entraîné un décalage dans l'attribution des domaines de prédominance.

**Q4** - Il est nécessaire de faire des phrases simples pour expliquer l'évolution des courbes en précisant les longueurs d'onde maximales d'absorbance. Trop de candidats considèrent qu'il s'agit d'une translation du pic d'absorbance alors qu'un pic diminue (suite à la consommation d'une espèce) et qu'un autre augmente (conséquence de la formation du complexe). On note assez régulièrement une confusion entre « couleur absorbée » et « couleur de la solution ».

**Q5** - Les candidats maîtrisant l'écriture d'un bilan de matière et la loi de Beer-Lambert ont bien réussi cette question.

**Q6** - Cette question ne nécessitait aucun calcul et privilégiait une approche « chimique » sur la notion d'équivalence et de proportions stœchiométriques.

**Q7** - Peu de candidats ont réussi à établir correctement la relation donnée dans l'énoncé.

**Q8** - La technique de linéarisation, classique en chimie, est en général connue des candidats mais les explications sont souvent confuses (par exemple, avec des propositions d'expériences de cinétique chimique par exemple, qui n'avaient pas leur place ici).

**Q9** - Peu de courbes correctes ont été proposées par les candidats.

**Q10** - Lorsque cette question est abordée, elle a été bien traitée par les candidats, en particulier pour trouver la valeur de  $z$ .

**Q11** - La cohérence de la méthode d'analyse a souvent été bien justifiée.

**Q12** - Cette question portait sur la coordinence dans une structure cubique centrée : le jury déplore la grande confusion concernant les notions de coordinence, compacité et population.

**Q13** - Cette question est bien traitée mais l'application numérique (très chronophage) n'était pas demandée.

**Q14** - La condition de contact est connue de la majorité des candidats. Lorsque la valeur du rayon trouvée est visiblement éloignée de celle de référence, il est apprécié et honnête de conclure qu'elles sont différentes !

**Q15** - Quelques candidats ont trouvé l'équation de réaction demandée, une majorité a envisagé des sous-produits parfois très surprenants !

**Q16** - Le déplacement d'équilibre dû à la faible pression a rarement été évoqué.

**Q17** - Les candidats qui ont pris le soin de convertir la température en Kelvin et d'analyser le tableau de données sur les températures de changement d'état ont réussi le début de la question. La question portait sur l'enthalpie libre standard de réaction  $\Delta_r G^\circ$ , beaucoup de copies s'arrêtent à celui de l'enthalpie standard de réaction  $\Delta_r H^\circ$ . La lecture précise de l'énoncé permettait ici d'apporter une réponse complète et non pas partielle. Attention à ne pas confondre l'enthalpie libre de réaction  $\Delta_r G^\circ$  et l'enthalpie libre de réaction  $\Delta_r G$  : c'est cette dernière qui permet de prévoir le sens d'évolution d'un système chimique.

**Q18** - Peu de bonnes réponses.

**Q19** - Ce calcul classique de pH de début de précipitation doit être maîtrisé par plus de candidats. Le jury rappelle que certains hydroxydes métalliques peuvent précipiter à des pH inférieurs à 7.

**Q20** - Trop de confusions dans l'écriture de la réduction de l'eau qui est tantôt l'auto-protolyse ( $2H_2O = HO^- + H_3O^+$ ), tantôt l'oxydation en dioxygène  $O_2$  et trop rarement sa réduction en  $H_2$  !

**Q21** - Pour effectuer une électrolyse, un générateur est indispensable, un voltmètre ne le permet pas.

**Q22** - Question peu abordée.

#### 4.2.4 Conseils aux futurs candidats

Le premier conseil est 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 (par exemple : une application numérique faite alors qu'elle n'est pas demandée).

Lorsqu'une question s'appuie sur un document fourni, il est nécessaire de l'analyser et la réponse ne doit pas se résumer à sa paraphrase en des termes compliqués. Les phrases simples sont souvent les meilleures pour exposer clairement sa démarche.

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 l'épreuve sur le gadolinium, il fallait notamment :

- Savoir établir une configuration électronique à l'état fondamental ;
- Savoir faire un tableau d'avancement ;
- Connaître la loi de Beer Lambert ;
- Connaître les définitions en cristallographie (coordinence, masse volumique, condition de contact) ;
- Savoir faire des calculs simples de thermochimie ;
- Savoir établir un diagramme de prédominance acido-basique et déterminer un pH de début de précipitation.

#### 4.2.5 Conclusion

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

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

### 4.3 Chimie - Filière PC

#### 4.3.1 Présentation de l'épreuve

L'épreuve de chimie (filière PC) de la session 2020 comportait deux parties bien distinctes regroupant 42 questions.

La première partie (19 questions) abordait certaines étapes de la synthèse d'une molécule d'intérêt pharmaceutique : la fusarisétine A. Cette partie comprenait des questions de spectroscopie (RMN et IR) et des questions relatives à la structure moléculaire des organométalliques.

La seconde partie (23 questions) proposait l'étude de certains aspects physicochimiques des composés du cobalt II et du cobalt III : équilibres en solution, oxydoréduction, cinétique chimique, cristallographie et thermodynamique.

La diversité des thèmes abordés permettait à chacun de s'exprimer au mieux.

#### 4.3.2 Conseils généraux

Le jury conseille aux futurs candidats d'avoir un regard rapide sur le sujet, d'apprécier les thèmes abordés afin de détecter éventuellement des domaines qui leur paraissent plus faciles à traiter. Il n'est pas prévu dans le barème de sanctionner un candidat qui privilégie une des deux parties. Néanmoins, il sera difficile d'obtenir une note élevée en se limitant à une demi-épreuve. Il est donc conseillé de maîtriser l'ensemble des notions exigibles au concours.

Les candidats doivent être convaincus qu'une épreuve est une démarche de communication scientifique qui doit de surcroît remplir des critères précis. Le premier est bien sûr la rigueur et la qualité du discours.

Cela nécessite des connaissances sûres et exactes. Cela implique aussi la maîtrise d'un vocabulaire précis qui doit délivrer une quantité d'informations maximale. Il faut ainsi privilégier les réponses les plus claires et les plus riches. Il est important d'être sûr de la formulation la plus adéquate. Par exemple, le terme « diastéréoisomères » est plus précis que le terme « stéréoisomères de configuration ». Dire qu'un appareil de DEAN-STARK permet d'augmenter le rendement d'une réaction est exact mais il est plus précis de dire qu'il permet de déplacer un équilibre en éliminant un des produits de la réaction.

Un des objectifs recherchés par le jury est de mesurer l'aptitude d'un candidat à raisonner ainsi que la qualité de son raisonnement. Ici aussi, la rédaction doit tendre vers cet objectif. Il convient de clairement exposer les éléments pris en compte, la démarche suivie et les conclusions qui en découlent. L'assignation des signaux d'un spectre RMN qui n'est pas accompagnée par des éléments de justification comme les déplacements chimiques et les couplages ne sera pas gratifiée à la hauteur de celle qui prendra soin d'apporter ces précisions.

Remplir cet objectif d'explication impose aussi, à cause des contraintes temporelles, d'être efficace. Tout verbiage inutile est une perte de temps qui empêche d'avancer dans l'épreuve. Trouver le meilleur compromis entre le temps passé et la densité et la qualité du discours est un objectif auquel les candidats auraient grand intérêt à réfléchir.

Enfin, nous attirons l'attention des candidats sur l'existence de certaines questions qualifiées d'ouvertes qui nécessitent une initiative, une démarche personnelle de leur part. Le jury est bienveillant et accepte donc tout effort, tout début de démarche scientifique constructive. Le barème est gradué et prévoit de valoriser toute tentative raisonnable. Il est bien entendu souhaitable de trouver un bon équilibre entre le temps consacré à ces questions plus complexes, et celui qui sera en conséquence disponible pour traiter des questions plus abordables.

### 4.3.3 Analyse de l'épreuve

Dans cette section, nous reprenons le fil de l'épreuve pour indiquer aux candidats les erreurs et maladresses commises, ou au contraire les réponses attendues par le jury.

**Q1** - Le jury apprécie la précision des termes employés : la fonction aldéhyde n'est pas la fonction cétone, les réactivités sont suffisamment différentes pour que les chimistes aient introduit la distinction entre ces deux fonctions. Il est surprenant de qualifier la classique coupure oxydante de LEMIEUX-JOHNSON réaction de rétro-WITTIG (à cet égard, voir aussi la remarque relative à la **Q3**).

**Q2** - Le jury accepte volontiers une écriture condensée de la molécule de citronnellal en se limitant à détailler les réactions intervenant au niveau de la fonction aldéhyde concernée par la réaction d'acétalisation. Le candidat doit néanmoins préciser le sens de sa notation. Il n'est pas ici souhaitable de proposer un mécanisme avec de la propanone alors que le produit de départ est un aldéhyde. Les différentes étapes du mécanisme demandé sont considérées comme des équilibres et il est donc préférable de le préciser. La description et l'explication du fonctionnement de l'appareil de DEAN-STARK doivent à la fois aller à l'essentiel et ne pas omettre les points importants : déplacement de l'équilibre par élimination d'un produit de la réaction par distillation hétéroazéotropique et principe du recyclage du toluène moins dense que l'eau qui retourne dans le milieu réactionnel.

**Q3** - L'orthographe correcte des noms propres associés à certaines réactions importantes est attendue. Le jury s'étonne de voir apparaître à la place de la référence à la réaction de WITTIG des propositions farfelues telle la réaction de rétro LEMIEUX-JOHNSON.

**Q4** - Les candidats doivent expliquer leurs démarches pour attribuer les différents signaux observés : interprétation de la multiplicité des signaux, utilisation des valeurs des constantes de couplage, utilisation des valeurs des déplacements chimiques. Le jury est conscient que le fait d'attribuer correctement l'ensemble des signaux observés ne relève probablement pas du simple hasard mais sanctionne de

façon très notable l'absence d'explications. L'utilisation de couleurs est appropriée à condition que ces dernières soient bien tranchées : après numérisation un point bleu est difficile à différencier d'un point vert par exemple, malgré la bonne volonté et les efforts des correcteurs. Si le candidat souhaite désigner des groupes de protons, un repérage par lettres (a, b, c...) s'avère alors plus judicieux.

**Q5** - Il ne suffit pas d'affirmer que l'étude des spectres infrarouge met en évidence la disparition de la fonction ester et l'apparition d'une fonction alcool. Il convient d'être plus explicite en indiquant que la disparition du signal à  $1720\text{ cm}^{-1}$  est attribué à la vibration de valence de la liaison C=O de la fonction ester et l'apparition du signal à  $3356\text{ cm}^{-1}$  est attribué à la vibration de valence de la liaison O-H.

**Q6** - Pour la réaction de formation d'un ester par action d'un alcool sur un anhydride en présence d'une amine tertiaire, il est peu raisonnable d'entamer le mécanisme par la déprotonation de l'alcool par l'amine : la différence de nucléophilie entre l'alcool et l'alcoolate ne compense pas la différence de concentrations entre les deux formes acido-basiques, différence due à l'écart des constantes d'équilibre acido-basiques (données en annexe).

**Q7** - Le jury attendait une attribution explicite, claire des signaux RMN intégrant pour 6 et 9 protons car leur disparition dans le spectre permettait de proposer la formule de l'alcool formé. Il est étonnant que certains candidats aient prêté au groupe *tert*-butyldiméthylsilyle (TBS) à la fois le rôle de groupe protecteur de la fonction alcool et d'activateur de celle-ci : il est difficile d'être à la fois l'un et l'autre.

**Q8** - Cette question concernant la position des substituants sur les centres stéréogènes pouvait se lire à plusieurs niveaux d'attente. Comme le texte indiquait que quatre centres stéréogènes étaient créés au cours de la formation de la décaline G, il était attendu que la configuration des quatre atomes de carbone concernés, et pas seulement ceux porteurs d'un astérisque, soit analysée et expliquée. La plupart des candidats se sont contentés de proposer une structure tridimensionnelle de la molécule à partir de l'indication des descripteurs stéréochimiques. Cela supposait une évocation des règles de CAHN, INGOLD et PRELOG, et l'indication à tout le moins de l'ordre de priorité des groupes sur la molécule proposée. Le jury a justement apprécié les efforts des candidats qui ont analysé les effets stéréoelectroniques intervenant dans le déroulement de la réaction afin de justifier la stéréochimie observée (stéréodescripteurs *R,R*) et en proposant une stéréochimie pour la jonction de cycle.

**Q9** - Indiquer que le trifluorure de bore jouait un rôle de catalyseur était une réponse insuffisante (et même contestable car on utilisait trois équivalents) : il fallait préciser d'une part qu'il jouait un rôle d'acide de LEWIS et d'autre part que son interaction avec l'alcène mis en jeu dans la réaction de DIELS-ALDER en augmentait l'électrophilie de ce dernier en abaissant sa BV, ce qui rendait cette réaction possible à température ambiante.

**Q10** - Le jury attendait des candidats qu'ils réinvestissent leurs connaissances de l'équilibre ceto-énolique pour proposer une structure raisonnable de la molécule en équilibre avec le cétoester. Le jury n'attendait pas une assignation exacte des signaux RMN, mais simplement d'indiquer dans la structure proposée les deux protons donnant naissance à ces deux signaux. A cet égard, rappelons qu'il n'y a pas bijectivité entre les valeurs des déplacements chimiques et les fonctions chimiques auxquelles appartiennent les protons. Un signal à 12,3 ppm peut être celui du noyau d'un atome d'hydrogène appartenant à une fonction acide carboxylique, mais ce n'est en aucun cas une certitude.

**Q11** - Cette question a été en général correctement traitée.

**Q12** - Comme la constante acido-basique du couple acide/base, dont le cétoester est l'acide, n'était pas donnée, il fallait faire l'hypothèse que la triéthylamine, présente en large excès, était une base suffisamment forte pour effectuer la déprotonation du cétoester (proton acide porté par le carbone situé entre la fonction cétone et la fonction ester).

**Q13** - Le jury a accepté de nombreux termes mais a tout de même énergiquement refusé celui « d'addition réductrice » pour l'étape 2. Trop de candidats n'ont pas justifié les évolutions du nombre d'oxydation de l'atome de palladium.

**Q14** - Une simple paraphrase de la figure n'était pas suffisante. Il était ici constructif de séparer les interactions à 4 électrons qui n'apportent pas de stabilisation des interactions à deux électrons qui sont stabilisantes.

**Q15** - Il fallait dans cette partie d'une part bien préciser la réactivité attendue, qui se déduisait facilement de la nature du réactif  $\text{Nu}^-$  utilisé lors de l'étape 3, et d'autre part indiquer dans quelle mesure la complexation sur l'atome de palladium permettait d'avoir un bon électrophile.

**Q16** - La régiochimie de la réaction se justifiait à partir de l'orbitale moléculaire du complexe mise en jeu lors de la réaction avec le nucléophile (BV du complexe).

**Q17 et 18** - Les tentatives d'explications sans aucun schéma, évoquant des positions « dessus », « dessous », « une gêne stérique à droite » ne peuvent pas être des réponses satisfaisantes : le jury attend une argumentation qui s'appuie sur les représentations des molécules. Force est de constater qu'elles furent très rares. Dans le premier exemple du document 1, l'utilisation du volumineux substituant *tert*-butyle permet de rendre très majoritaire les conformères cyclohexaniques de type chaise dans lesquels ce substituant est en position équatoriale. Le dessin des deux conformères prépondérants permet ensuite de constater que le groupement acétate ne réagit que s'il est positionné en axial.

**Q19** - Cette question un peu délicate n'a pas eu beaucoup de succès. Il était nécessaire de bien faire la synthèse des questions précédentes sur le rôle du complexe au palladium, et des résultats obtenus en utilisant le  $\beta$ -cétoster à la place du malonate de diméthyle.

**Q20** - Rappelons ici que le comportement général dans les blocs *d* et *f* est la moindre interaction des électrons *s* avec le noyau de l'atome. La configuration électronique des ions  $\text{Co}^{2+}$  et  $\text{Co}^{3+}$  est donc respectivement en  $3d^6$  et  $3d^5$ .

**Q21** - Pour assigner les quatre domaines, il fallait indiquer la démarche suivie, sans se tromper sur la géométrie des frontières séparant deux espèces chimiques où le cobalt est au même degré d'oxydation. Il était utile aussi de se référer aux données en fin de problème car elles indiquaient de façon implicite les espèces chimiques à prendre en compte. Le jury a été tolérant sur l'écriture de certains participants solides (B et C) : il a accepté les formulations  $\text{Co}(\text{OH})_2$  pour le domaine B (la notation la plus logique car les données évoquent le produit de solubilité de cette espèce), mais aussi  $\text{CoO}$  et  $\text{H}_2\text{CoO}_2$ .

Il ne suffisait pas d'évoquer de façon assez floue les couples de l'eau pour effectuer une assignation correcte des courbes (a) et (b) du diagramme potentiel-pH. Il fallait clairement et explicitement indiquer les couples d'oxydoréduction en cause. D'ailleurs certains candidats ont attribué de façon surprenante et bien sûr à tort, le couple dioxygène/eau à la courbe (a) et le couple eau/dihydrogène à la courbe (b).

Indiquons que l'utilisation des potentiels standard d'oxydoréduction impose d'écrire la demi-équation redox en milieu acide.

Établir l'expression de la relation liant potentiel et pH n'était pas une réponse acceptable pour la détermination de la valeur de la pente : il fallait clairement indiquer, commenter l'expression obtenue et donner explicitement la valeur de la pente avec la bonne unité.

**Q22** - Cette question a été correctement traitée par de nombreux candidats. C'est la comparaison avec le diagramme fourni qui a parfois posé problème. En effet, il ne suffisait pas d'annoncer qu'il y avait un bon accord pour convaincre le correcteur. Il fallait bien préciser à quels éléments du graphe il était fait référence. Une assignation correcte des domaines à la question précédente était bien sûr une condition nécessaire pour localiser la frontière dont on discutait la position. Enfin, pour rendre compte de la possibilité d'avoir des solutions de cobalt(II) en présence d'ammoniac à  $\text{pH} = 9,5$ , le jury a accepté toute approche convaincante : fixer une concentration en ammoniac *a priori* (par exemple une mole par litre) dont le pH était fixé et vérifier que la concentration résiduelle en ions  $\text{Co}^{2+}$  était plus faible que celle nécessaire pour voir apparaître le précipité d'hydroxyde de cobalt(II) ou bien trouver la concentration limite en ammoniac qui permettait d'éviter la formation du précipité.

**Q23** - Le jury a accepté toute méthode correcte qui permettait d'aboutir au résultat. Il était nécessaire dans ces questions de bien distinguer les ions  $\text{Co}^{3+}$  et les espèces solubles du cobalt au nombre d'oxydation +III (souvent notées globalement  $\text{Co(III)}$ ). Il était attendu des candidats qu'ils tirent les conclusions déductibles des grandeurs numériques calculées.

**Q22 et 24** - Le jury aurait aimé que les candidats fassent l'effort d'expliquer leur démarche et leurs hypothèses plutôt que, comme cela a été souvent vu, d'enchaîner et d'associer les différentes expressions des quotients de réaction jusqu'à isoler, un peu miraculeusement, une concentration.

**Q25 à 30** - Ces questions étaient relatives à la proposition d'un modèle cinétique qui rendait compte des mesures expérimentales. Le jury a été surpris par l'analyse contradictoire faite par certains candidats. D'un côté, ils ont constaté à juste titre que le tracé de la grandeur  $k_{\text{obs}}$  en fonction de la concentration en ions hydroxyde ne conduisait pas à une droite linéaire (= passant par l'origine). Mais d'un autre côté, ils se sont satisfaits du fait que le tracé de l'inverse de la constante en fonction de l'inverse de la concentration soit décrit par une droite passant par l'origine. Il était bien sûr important de noter que le tracé des inverses donnait une droite *ne passant pas par l'origine* et de s'assurer que le nouveau modèle permettait d'expliquer ce comportement.

De manière générale, le jury attend des candidats qu'ils utilisent leur esprit critique pour à la fois ne pas se satisfaire d'une modélisation à l'évidence inadéquate, mais aussi remettent en cause certaines approximations et/ou hypothèses.

**Q31** - Cette question ouverte était l'occasion pour les candidats d'essayer d'élaborer un schéma d'analyse. Toutes réflexions et démarches scientifiques ont été récompensées. Le jury n'attendait d'ailleurs pas une réponse certaine et péremptoire.

**Q32** - À partir d'observations expérimentales rapportées, le candidat devait proposer un schéma mécanique compatible avec les données. Le sujet étant élaboré à partir de documents de la littérature sans modification des données spectroscopiques, les candidats étaient invités à formuler leurs propositions avec une certaine prudence. Il était par exemple bienvenu de dire que le spectre d'absorption était ressemblant à celui de l'ion  $\text{CrCl}^{2+}$  ce qui conduisait à privilégier l'hypothèse de sa formation en solution. Il était important d'arriver à la conclusion que le transfert de l'ion chlorure ne se faisait pas par passage par la solution, mais que c'était bien le même chlorure initialement fixé sur le cobalt qui se retrouvait fixé au chrome. Certains candidats ont bien indiqué la structure binucléaire avec l'atome de chlore pontant comme intermédiaire de réaction.

**Q33 à 35** - Dans ces questions de cristallographie, il était nécessaire de bien préciser la maille sur laquelle la démonstration était conduite. Il n'était pas possible d'évoquer « la maille cfc » et « le » paramètre de maille sans plus de précision. Il a été fort étonnant de voir de trop nombreux candidats conduire une analyse sur une structure qui ne respectait ni la stœchiométrie de l'oxyde, ni l'électronéutralité du cristal. Le jury n'a pas été dupe d'un calcul faux qui conduisait par magie à une masse volumique correcte.

**Q36** - Les candidats ont toujours intérêt à recueillir le maximum d'informations présentes dans les documents proposés : la réaction à étudier est indiquée sur la figure 11 du texte. Rappelons que le critère d'équilibre est l'affinité chimique (égale à l'opposé de l'enthalpie libre de réaction) égale à zéro, et non l'affinité chimique standard égale à zéro. Il était nécessaire ici de prendre en compte la valeur de la pression partielle de dioxygène différente de la pression standard dans les conditions de la réaction.

**Q37** - Dans cette question, il suffisait de préciser que la quantité de matière restante de  $\text{Co}_3\text{O}_4$  était proportionnelle au volume restant, donc à la puissance 3 du rayon  $r(t)$ .

**Q38** - La présentation d'une loi impose la définition et la signification physique des grandeurs introduites.

**Q39 et 40** - Même sans avoir établi la nature de la fonction  $f_2(\alpha)$ , comme l'énoncé annonçait sa dépendance linéaire vis à vis de la variable temps, il était possible de répondre quant à la validité du modèle à partir de l'allure de la courbe de la figure 12.

**Q41 et 42** - Ces deux questions ne posaient aucune difficulté particulière. Certains candidats ont été déconcertés par l'unité de charge Ah, pourtant usuelle dans les piles et accumulateurs commerciaux.

#### 4.3.4 Conclusion

Le jury félicite les candidats qui se sont sérieusement investis lors de l'année de préparation et ont proposé des prestations riches et intéressantes.

Il encourage vivement les futurs candidats à se préparer de façon méthodique et réfléchie : leurs efforts seront valorisés par l'épreuve de chimie qui cherche à mettre en évidence leur intérêt pour cette discipline.

## 4.4 filière PSI

### 4.4.1 Remarques générales

Le sujet de la session 2020 avait pour thème la chimie du Gadolinium et abordait des aspects variés de la chimie générale. Le jury souhaite rappeler aux candidats quelques aspects essentiels quant à leur réussite :

- Une copie n'est pas un brouillon. De ce fait, le jury attend une réponse claire, en français correct, des expressions littérales propres, des applications numériques posées, des résultats mis en valeur (encadrés ou soulignés), le tout avec une écriture lisible.
- Une justification à la réponse est systématiquement attendue.
- Les applications numériques (à faire sans calculatrice) sont souvent fausses ou négligées. Il serait judicieux pour les candidats de s'entraîner tout au long de leurs années d'étude à réaliser à la main des calculs rapidement, en travaillant avec les puissances de 10 et les ordres de grandeur.
- Un résultat sans unité est évidemment compté faux.

Le sujet proposé était long, mais de nombreuses questions étaient indépendantes et portaient sur des thèmes variés, ce qui évitait aux candidats d'être bloqués en cours d'épreuve. Malgré cela nombre d'entre-eux n'ont répondu correctement qu'à très peu de questions, ce qui dénote un manque de travail en chimie en filière PSI.

### 4.4.2 Remarques particulières

**Q1** - Il est navrant de constater que beaucoup de candidats ne maîtrisent pas l'établissement de la configuration électronique d'un élément. D'autre part il est conseillé aux candidats de bien lire l'énoncé, et de ne pas perdre de temps à citer les règles pour établir cette configuration lorsque celles-ci ne sont pas demandées.

**Q3** - La notion d'acidité forte est mal comprise et la représentation du diagramme de prédominance des différentes espèces est souvent incorrecte.

**Q4** - Les candidats éprouvent des difficultés à déterminer la couleur d'un composé à partir de son spectre d'absorption. Un nombre conséquent de candidats n'a pas compris la démarche et pense que le spectre d'absorption du complexe correspond à l'ensemble des courbes.

**Q6** - La loi de Beer-Lambert est inconnue de la plupart des candidats, ce qui semble gravissime compte tenu du fait que cette loi est exposée depuis les premières années de lycée.

**Q5 et 7** - Un grand nombre de candidats éprouvent des difficultés pour établir correctement un tableau d'avancement.

**Q9** - Beaucoup de candidats confondent coordinence et compacité ainsi que coordinence et population.

**Q10 et 11** - Questions proches du cours qui ont permis aux candidats sérieux de gagner des points.

**Q12** - Des confusions entre eutectique et composés définis, dont la formule est rarement justifiée correctement.

**Q13** - On observe des courbes d'analyse thermique sans grandeurs portées sur les axes et oubli fréquent du palier eutectique. La variance n'était pas demandée.

**Q14** - Les candidats n'arrivent pas à trouver la valeur du coefficient directeur de la droite en  $x = 1$  et le calcul de la dérivée n'est pas maîtrisé.

**Q18** - Un bon début de calcul, mais rarement mené au bout.

**Q19** - La réduction de l'eau a souvent été confondue avec l'autoprotolyse de l'eau.

**Q21** - Des réponses fantaisistes.

**Q22** - Demandait une réflexion (pourtant mise en place dans le programme PSI), très peu de copies traitent convenablement, au mieux les candidats récitent une formule apprise par coeur.

#### 4.4.3 Conclusion

Le sujet proposé cette année était long et comportait quelques questions difficiles. En revanche, de nombreuses questions faciles et très proches du cours permettaient aux élèves ayant travaillé sérieusement la chimie lors de leurs deux années de CPGE d'obtenir une note très correcte à cette épreuve.

Le jury regrette que de nombreux candidats ne semblent pas avoir fait un effort suffisant dans cette matière. Nous tenons toutefois à féliciter les candidats qui se sont investis en chimie lors de leur préparation et ont ainsi su gérer correctement l'ensemble des questions.



## 5 Informatique

### 5.1 Informatique pour tous

Le sujet d'informatique commune portait cette année sur des techniques algorithmiques autour du thème de la discrétisation spatiale en facettes d'une scène de cinéma.

L'épreuve abordait, comme toujours, un large spectre des notions vues durant les deux années de préparation des candidats.

#### 5.1.1 Remarques générales

- Les copies sont très contrastées et l'épreuve a bien joué son rôle de classement, il y a en particulier un nombre non négligeable de copies qui montrent une bonne maîtrise du langage et une compréhension relativement bonne, et parfois excellente, des problématiques abordées.
- Certaines copies sont trop proches d'un brouillon, avec beaucoup de ratures réalisées sans soin. Si l'on est capable de comprendre qu'un candidat se reprenne sur une question particulière ou une ligne de code, il ne nous semble pas acceptable de croiser des copies contenant de nombreuses ratures sales sur toute la copie. Les candidats ont eu un temps de formation conséquent pour cadrer leurs productions écrites et doivent respecter le correcteur dans la mise en forme de leurs copies.
- Nous avons constaté un phénomène gênant qui prend de l'ampleur : certaines parenthèses, pourtant indispensables, tendent à disparaître. On a souvent lu `for i in range m` : ou encore `m = len L` par exemple. Si on peut le laisser passer une fois, nous l'avons sanctionné lorsque c'était trop redondant dans la copie.
- La première partie du sujet définissait des opérations algébriques simples sur les vecteurs. Il pouvait être tentant de dévier vers des réflexes propres à l'utilisation du module `numpy` (par exemple la multiplication d'un scalaire par un vecteur ?), mais il fallait résister à cette tentation : on rappelle en particulier qu'une opération de type `a*L` avec `a` un flottant et `L` une liste n'a pas de sens en python. Les candidats sont donc invités à réfléchir attentivement aux nombreuses différences entre les listes et les tableaux numériques (`ndarrays`).
- Une remarque déjà faite les années précédentes, mais que nous pensons nécessaire de renouveler : la syntaxe `L=L+[a]` est beaucoup moins efficace pour ajouter un élément à la fin d'une liste que `L.append(a)`. Il serait souhaitable que les étudiants privilégient systématiquement la deuxième solution au cours de leur formation.

#### 5.1.2 Commentaires spécifiques à chaque question

**Q1** - Trop de candidats ne maîtrisent pas la syntaxe d'une fonction d'agrégation, confondent `COUNT` avec `SUM`, ou n'utilisent pas la bonne relation.

**Q2** - Mieux réussie que **Q1**, sans doute parce que l'énoncé donnait un exemple de jointure à la question suivante.

**Q3** - Assez bien réussie, mais il manque souvent une information : selon l'axe  $x$ , ou la mention d'une largeur/longueur/taille.

**Q4** - Une simple expression était demandée, pas une fonction. On a pu constater quelques confusions avec la syntaxe `numpy` pour les indices (`L[0,0,1]` ne fonctionne pas pour une liste).

**Q5** - L'indexage du maillage ne correspondait pas à la numérotation des facettes sur la figure, il fallait donc être attentif et ne pas répondre **S2** trop vite.

**Q6** - L'`import` d'une fonction d'un module est une syntaxe importante et doit être maîtrisée.

**Q7** - On peut au choix se féliciter que 95% des candidats sachent reconnaître le calcul de la norme d'un vecteur, ou s'inquiéter que 5% des candidats n'y parviennent pas ?

**Q8** - Cette question d'apparence simple contenait pourtant un certain nombre de pièges. En particulier, on demandait explicitement une nouvelle liste : comme les listes sont mutables, on ne pouvait pas écrire `V[i]=a*V[i]` par exemple, qui modifiait la liste en argument. On ne peut pas non plus utiliser de syntaxe « à la numpy » comme `return a*V`. Enfin, un certain nombre de candidats tombent dans le piège classique d'initialiser une nouvelle liste vide (`W=[]`) puis tentent de la remplir avec `W[i]=?`

**Q9** - La définition du barycentre, explicitement au programme de physique de toutes les filières, n'est pas toujours maîtrisée.

**Q10** - Il y avait deux pièges sur cette question : il fallait éviter de recoder à la main une ou plusieurs fonctions données dans le module `operations_vectorielles` (surtout la soustraction), et on ne peut pas non plus utiliser de syntaxe « à la numpy » comme `return n/norme`.

**Q11** - Trop de candidats recodent à la main la fonction soustraction. On peut également souhaiter une syntaxe plus élégante ; on rappelle que la syntaxe suivante :

```
if bool :
return True
else :
return False
```

peut s'écrire plus simplement : `return bool`

Enfin, même s'il ne s'agit pas d'une épreuve de mathématiques, nous avons été surpris par le nombre de candidats confondant la norme d'une différence avec la différence des normes.

**Q12** - On a pu lire un nombre incalculable de fois « la fonction renvoie `True` si tous les sommets de `L` sont proches de `S1` », ce qui témoigne d'une mauvaise compréhension de l'algorithmique de base. De même, « la fonction renvoie `True` si `S1` et `S2` sont proches » n'était pas une réponse acceptable car le deuxième paramètre de la fonction était une liste `L` qu'il fallait impérativement évoquer.

**Q13** - Il fallait donner explicitement ce qui était renvoyé ; attention au type (beaucoup d'oublis du point pour les flottants). Nous avons bien entendu fait preuve de tolérance compte tenu de l'erreur d'indentation de l'énoncé, et accepté les réponses tenant compte ou pas de cette erreur. Nous demandions seulement la cohérence avec l'analyse de complexité à la question suivante.

**Q14** - Que de réponses affirmées sans aucune justification ! Il est capital de justifier proprement une analyse de complexité. Ici, il est attendu une description explicite du meilleur et du pire des cas avant la justification. Cette distinction a souvent été oubliée pour `mystere2`. De plus, trop de candidats justifient leurs complexités par le simpliste (et faux) « il y a une boucle `for` donc c'est de complexité linéaire » ? Il fallait remarquer que la complexité de `mystere3` ne pouvait dépendre que de `m` (taille de l'entrée) et pas de `n`, caractéristique d'une variable intermédiaire. Cette étude a très rarement été bien réalisée, erreur d'indentation ou pas. Enfin, on a encore retrouvé dans les copies quelques complexités en  $O(n!)$ ,  $O(3n)$  ou encore  $O(1/n)$  sans que cela paraisse gêner les candidats qui les proposent.

**Q15** - L'application numérique est régulièrement fautive (même avec une certaine tolérance), alors que le calcul posé est correct.

**Q16** - La gestion des chaînes de caractères n'est pas maîtrisée : il s'agit d'un objet non mutable (on ne peut pas écrire `ch[-1]="\n"` par exemple), pas de `append`, conversion en chaîne de caractères à l'aide de `str` non connue (on a lu un nombre incalculable de fois `"mat_h[i][j]"` pour cette conversion). Les candidats sont encouragés à s'entraîner sur la maîtrise de ce type de variable.

**Q17** - L'ouverture et l'écriture dans un fichier n'est pas maîtrisée.

**Q18 et 19** - Très peu de candidats ont compris la question (ou lu le paragraphe précédent).

**Q20** - La valeur absolue a souvent été oubliée. On ne demandait pas une fonction, mais un script/code.

**Q21** - La condition d'immersion n'a pas toujours été comprise (on attendait notamment le calcul de la hauteur des vagues au barycentre de la face). Beaucoup de candidats ont également calculé trois fois

le barycentre pour en extraire ses trois coordonnées, ce que nous avons sanctionné puisqu'une solution simple et plus économe existait.

**Q22** - Assez bien réussie ; on attendait des candidats qu'ils réinvestissent les fonctions définies précédemment.

**Q23** - L'opérateur + n'est pas adapté pour les listes (il les concatène). La projection sur l'axe vertical a parfois été oubliée.

**Q24** - On a pu croiser certaines structures en boucles imbriquées :

```
for i in range(len(L1)) :
for j in range(len(L2)) :
...
```

qui témoignent d'une mauvaise compréhension de l'algorithme de fusion de deux listes.

De manière générale, cet algorithme classique de cours devrait être mieux maîtrisé par les candidats. Parmi ceux qui connaissaient l'algorithme, beaucoup ont oublié de comparer les aires des éléments (facettes) et pas simplement les éléments eux-mêmes. Enfin, la version récursive de la fusion de deux listes nous semble à éviter absolument, car très peu efficace : nous encourageons les candidats à bien maîtriser (et présenter) la version itérative.

**Q25** - Le cas de base a souvent été oublié ou mal traité.

**Q26** - Le principe (tri puis extraction) a plutôt été maîtrisé, mais la condition sur le nombre de facettes a posé de nombreux problèmes. On pouvait très facilement vérifier soi-même la cohérence de l'expression sur de petites valeurs ( $\text{len}(\text{maillageG})=2$  et  $\text{len}(\text{maillageG})=3$ ) pour l'inclusion de la médiane.

**Q27** - Question assez simple si on avait bien compris le sujet et le principe de la méthode d'Euler. Nous avons fait preuve de tolérance concernant le type de variable utilisé (scalaire ou vecteur) en tenant compte de l'ambiguïté de l'énoncé.

## 5.2 Informatique option MP

### 5.2.1 Généralités

Le sujet s'inscrit dans le domaine de la compression de données. Il traite particulièrement le cas du comptage efficace d'occurrences de symboles (codes Unicode) dans un texte, puis comment coder, à l'aide d'un encodeur efficace, un texte dans une suite de bits.

Le sujet comporte 33 questions. Même s'il traite d'un unique problème de bout en bout, le sujet est découpé en deux parties indépendantes. Les candidats ont bien pris en compte cette séparation et ont bien su gérer le passage de l'une à l'autre en vue de répondre au maximum de questions.

En général, les candidats ont bien compris le problème posé. Ils répondent aussi bien aux questions de programmation et de complexité qu'aux questions portant sur des démonstrations et/ou des justifications rigoureuses.

Enfin, les correcteurs ont noté, avec satisfaction, qu'il y avait une diminution importante de compositions traitant exclusivement les questions portant sur l'écriture de programmes ou les questions portant sur des démonstrations.

### 5.2.2 Analyse Globale

Les candidats ont une bonne compréhension des structures complexes mises en œuvre dans l'énoncé du problème. Ils font un usage de la récursivité souvent clair et efficace. Le niveau des réponses et des copies est satisfaisant voire bon. Pour les questions programmation, les correcteurs ont pris en

compte l'exactitude algorithmique : bonnes valeurs initiales et bonnes valeurs héréditaires pour les programmes récursifs, bonnes bornes et bons indices dans les boucles, mises à jour des bonnes variables avec les bonnes valeurs.

Les petites erreurs de syntaxe qui seraient relevées immédiatement par un compilateur ne sont pas sanctionnées pour les questions les plus difficiles. Une partie non négligeable de candidats écrivent des fonctions OCaml imprécises. Il est important de distinguer la programmation fonctionnelle et la programmation impérative avec effets de bord. On trouve beaucoup de confusions entre quantités calculées renvoyées et arguments modifiés. A titre d'illustration, on peut mentionner :

1. les concepts de références à des variables en OCaml avec des confusions entre l'usage de `x`, `!x`, `:=`, `ref` et `let`
2. l'opérateur d'ajout `++` sur les listes qui est souvent vu comme un opérateur à effet de bord. Les manipulations en présence d'effets de bords restent moyennement maîtrisées par plusieurs élèves.

Un nombre important de programmes comporte des fonctions auxiliaires internes. Si certaines sont indispensables, beaucoup se révèlent inutiles et nuisent à la lisibilité des programmes produits. Il n'est pas pertinent d'implanter des fonctions auxiliaires récursives terminales, elles ne sont plus au programme et les compilateurs récents savent les gérer. Le recours à des noms de fonctions et de variables difficiles à interpréter (comme `aux`, `aux1`, `aux2`, et les accumulateurs `acc`) rend difficile la compréhension des programmes rédigés. Concernant les calculs de complexité, une mauvaise maîtrise de ces calculs est observée. Il arrive de trouver des expressions de la forme  $O(t + 1)$ . De plus, des calculs de complexité qui ne correspondent pas au programme rédigé sont souvent observés. Le mélange de programmes rédigés en Python et en OCaml dans une même copie a été constaté à plusieurs reprises. Les candidats doivent être vigilants sur le langage utilisé. Le sujet rappelle explicitement que ce langage est OCaml. Enfin, les correcteurs recommandent une lecture plus attentive de l'énoncé afin d'éviter des réponses ou des programmes inutiles et des réponses qui ne correspondent pas aux questions posées.

### 5.2.3 Analyse de Forme

De manière générale, les candidats présentent des programmes avec des retours à la ligne et des indentations qui facilitent la lecture. Il reste malgré tout plusieurs copies avec une présentation de codes médiocres, sans retour à la ligne, sans indentation, et avec plusieurs ratures. Ces copies sont extrêmement difficiles à décrypter.

De plus, les correcteurs ont constaté, sur plusieurs copies, l'utilisation d'encre trop claire qui réduit la lisibilité de ces copies.

Enfin, plusieurs copies renferment encore des expressions de la forme « C'est évident », « il est clair que ... », « Trivial ». Ces expressions ne sont pas acceptées lorsque la question exige une justification et/ou bien une démonstration qui doit être convaincante et rigoureusement établies.

### 5.2.4 Analyse par question

**Q1** - Question bien traitée par la majorité des candidats. Il faut penser à être rigoureux dans la rédaction de la récurrence.

**Q2 à 4** - Questions bien traitées par la majorité des candidats.

**Q5** - On attendait une caractéristique précise du texte pour l'estimation de la complexité et non un majorant trop grossier.

**Q6** - Il est demandé une caractéristique du texte et pas simplement un encadrement.

**Q7** - Question bien traitée par la majorité des candidats.

**Q8** - Beaucoup d'acrobaties ont été observées pour le calcul de l'indice de la case à incrémenter alors qu'une opération modulo suffisait.

**Q9** - Question bien traitée par la majorité des candidats. Le point clé était de comprendre comment retrouver la valence d'un texte à l'aide de sa table modulaire.

**Q10 et 11** - Ayant constaté qu'un grand nombre de candidats a eu de grandes difficultés à répondre à ces questions (qui n'étaient sans doute pas assez détaillées), les correcteurs ont décidé de ne pas sanctionner l'ensemble des candidats sur ces deux questions.

**Q12** - Question bien traitée par une majorité des candidats l'ayant abordée.

**Q13** - Au vu de l'emplacement de la question, on attendait une valeur pour optimiser en ordre de grandeur la complexité en mémoire.

**Q14** - Une quantité importante de raisonnements imprécis, voir qualitatifs et faux, sont produits. Si la majorité des candidats ont repéré qu'il s'agissait de propriétés sur les opérations entre ensembles finis, une bonne proportion de candidats ont affirmé sans justifier que I était à valeurs dans l'ensemble des lettres du mot w, sans le dépasser (ce qui était précisément la question posée).

**Q15 et 16** - Des démonstrations inachevées ont été observées pour ces questions. La notion de correction évoquée dans la question 16 (qui ne comportait pas de structure répétitive de par la question 15) était une invitation à vérifier l'absence de dépassement d'indice.

**Q17** - Un bon nombre de candidats confondent la syntaxe de tableau avec celle de quadruplet en OCaml. Il était pertinent d'utiliser une structure conditionnelle avec la fonction `est_present`, et de n'oublier la mise à jour d'aucune des composantes.

**Q18 à 20** - Questions bien traitées par la majorité des candidats ayant abordé ces questions.

**Q21** - Plusieurs confusions entre méthode « réaliste » et méthode « optimale » ont été relevées.

**Q22** - L'utilisation d'une fonction auxiliaire permettant de trouver le code d'une lettre simplifie l'écriture de la fonction demandée (et son calcul de complexité). Il est dommage que cette utilisation soit absente dans une quantité importante de copies.

**Q23** - Question bien traitée par la majorité des candidats ayant abordé cette question.

**Q24 et 25** - Plusieurs erreurs sur la portée de l'opérateur somme généralisée (?) ont été constatées, ainsi que sur le fait que la profondeur d'un nœud dans un arbre fils diffère de celle dans l'arbre père.

**Q26** - Elle est peu abordée. Il faut savoir faire le lien avec les notions de programmation dynamique et/ou de mémoïzation (programme de première année).

Le reste du sujet a été abordé par une petite minorité de candidats, à l'exception de la **Q28**(grappillage).

## 6 Sciences Industrielles

### 6.1 Remarques générales

L'épreuve a permis de classer les candidats. En effet, le jury a corrigé d'excellentes copies, preuve que le sujet était accessible, mais aussi beaucoup de copies très faibles. Il est à noter que les différentes parties ont toutes été abordées, mais pas forcément par tous les candidats.

En ce qui concerne la filière MP, le jury s'étonne du grand nombre de copies presque vides, alors que nombre de questions étaient classiques, sans réelle difficulté.

Le jury encourage fortement les candidats à traiter toutes les parties du sujet et à montrer qu'ils maîtrisent l'ensemble des domaines des sciences industrielles de l'ingénieur. Il est vivement conseillé aux futurs candidats de s'investir sérieusement dans toutes les parties du programme du concours et d'acquérir l'ensemble du corpus de connaissances des disciplines qui constituent les sciences de l'ingénieur. Ce travail nécessite un investissement durant les deux années de formation en CPGE.

Le jury constate trop souvent un manque de rigueur et de précision dans la rédaction des réponses. Notamment, les correcteurs s'attendent à trouver exposées les démarches de travail conduisant aux résultats proposés. Les réponses doivent être détaillées et argumentées : des résultats donnés directement, sans calcul, sans justification de principe, ne sont pas pris en compte.

Par ailleurs, trop souvent le soin apporté aux copies est insuffisant, rendant difficile voire impossible la lecture des réponses. Le document-réponses fourni est dimensionné pour que l'espace entre chaque question soit suffisant pour répondre. Cependant de nombreux candidats ne respectent pas cela. Il est nécessaire d'utiliser du brouillon avant de répondre sur le document-réponses. De plus les stylos à plume avec une encre trop claire sont à proscrire.

### 6.2 Présentation du sujet

Le support commun retenu est un manipulateur développé par la société FESTO. Ce manipulateur est utilisé dans l'industrie lorsque la rapidité et la précision de produits sont nécessaires.

C'est précisément pour répondre à ces exigences que FESTO a développé un manipulateur à grande vitesse pour des opérations dynamiques de manipulation et d'assemblage de petites pièces.

Le manipulateur est composé de deux axes qui permettent à un chariot d'atteindre une position quelconque dans un plan.

La cinématique de ce manipulateur est originale et innovante car elle est assurée par deux moteurs pas à pas qui entraînent une seule courroie crantée.

L'objectif global de ce sujet est d'étudier la faisabilité d'utiliser le manipulateur, muni d'un troisième axe de translation pour mouvoir une unité de vissage/dévisage sur une unité de production automatisée.

Pour atteindre cet objectif, différentes parties sont abordées :

- la première partie consiste à établir la logique de commande des actionneurs pour un mouvement défini ;
- la seconde partie vise à établir un modèle de connaissance de la structure et de l'asservissement en position du manipulateur ;
- la troisième spécifique aux PSI s'intéresse à l'analyse des guidages en translation ;
- enfin, la dernière partie a pour objectif de s'assurer de la compatibilité d'un troisième axe du point de vue des actions mécaniques.

#### **Pour le sujet PSI**

1<sup>re</sup> partie : établissement de la logique de commande.

- Compléter un graphe d'états afin de décrire un mode de fonctionnement ;
- Établir le modèle géométrique direct et inverse du manipulateur ;
- Compléter un algorithme afin de programmer un retour en position initiale.

2<sup>e</sup> partie : commande des axes du manipulateur.

- Compléter un modèle multiphysique ;
- Établir un modèle de connaissance du manipulateur ;
- Évaluer et valider les performances de la commande en position.

3<sup>e</sup> partie : guidage en translation.

- Analyser la structure cinématique.

4<sup>e</sup> partie : compatibilité axe Z.

- Évaluer les performances mécaniques de l'axe vertical et valider les performances vis-à-vis des exigences du cahier des charges.

### Pour le sujet MP

1<sup>re</sup> partie : établissement de la logique de commande.

- Compléter un chronogramme mettant en évidence les conditions de déclenchement d'un mode de fonctionnement ;
- Établir le modèle géométrique direct et inverse du manipulateur ;
- Vérifier que le programme de retour en position initiale est valide pour l'ensemble de l'espace de travail du robot.

2<sup>e</sup> partie : commande des axes du manipulateur.

- Établir un modèle équivalent à un système poulies-courroie élastique ;
- Établir un modèle de connaissance du manipulateur ;
- Évaluer et valider les performances de la commande en position.

3<sup>e</sup> partie : compatibilité axe Z.

- Évaluer les performances mécaniques de l'axe vertical et valider les performances vis-à-vis des exigences du cahier des charges.

Le sujet MP comprend 30 questions pour une durée d'épreuve de 3 heures.

Le sujet PSI, quant à lui, comporte 36 questions pour une durée d'épreuve de 4 heures.

Pour rappel, la calculatrice est toujours interdite.

En PSI étaient abordés les champs disciplinaires correspondant à :

- Cinématique : 3, 4, 5, 6, 7 ;
- Outils de description comportemental : 1, 2, 8, 9 ;
- Dynamique : 10, 11, 12, 13, 32, 33, 34, 35 ;
- Schématisation, analyse de mécanisme : 17, 29, 30, 31 ;
- Systèmes linéaires continus invariants : 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 27 ;
- Synthèse et validation du cahier des charges : 19, 22, 24, 28, 36.

En MP étaient abordés les champs disciplinaires correspondant à :

- Cinématique : 2, 3, 4, 5, 6 ;
- Outils de description comportemental : 1, 7, 8 ;
- Dynamique : 9, 10, 11, 26, 27, 28, 29, 30 ;
- Systèmes linéaires continus invariants : 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24 ;
- Synthèse et validation du cahier des charges : 20, 25, 30.

## 6.3 Analyse détaillé des questions

### Questions PSI

**Q1 et 2** - Ces deux premières questions permettaient de traduire le comportement du manipulateur pour passer dans un mode particulier : « mode sauvegarde ». L'outil utilisé pour décrire cela est

un graphe d'états qui était à compléter. De nombreux candidats ne connaissent pas la syntaxe pour compléter un graphe d'états et notamment la différence entre évènement et activité.

**Q3 à 6** - Ces quatre questions demandent de la logique et une analyse précise de la cinématique du manipulateur. Il y a eu de nombreux candidats qui ont fait une erreur de signe à la question 3. De ce fait l'expression à déterminer pour les consignes articulaires était inexacte.

**Q7** - Question bien traitée en générale. Il était possible d'y répondre même si les réponses aux questions précédentes étaient fausses.

**Q8** - Question bien traitée et faisable sans avoir répondu aux questions précédentes.

**Q9** - L'outil informatique pour réaliser des modèles acausaux n'est pas toujours connu par les candidats. Les symboles sont parfois positionnés sans aucune logique ni cohérence.

**Q11, 12 et 13** - La rédaction a été pour beaucoup catastrophique. Le manque de rigueur est étonnant à ce niveau. Les BAME sont quasi systématiquement incomplets, des isollements sans intérêt, l'énoncé des théorèmes généraux hasardeux.

**Q14** - Bien traitée dans l'ensemble.

**Q15** - Encore une question où les candidats doivent justifier un résultat. Les réponses sont souvent farfelues. Certains justifient le premier ordre en indiquant que la présence de pôles complexes conjugués se compensent et donc qu'il reste un premier ordre. Le jury souligne qu'il est inutile d'inventer des justifications et qu'il est préférable dans ce cas de ne pas répondre.

**Q16** - La réponse est correcte pour ceux qui ont juste à la **Q14**.

**Q17** - Beaucoup d'erreurs sur le nombre d'impulsions.

**Q18 et 19** - Un grand nombre de candidat n'a pas abordé ces questions qui sont pourtant classiques.

**Q20** - Plutôt correct même si certains candidats ont confondu la boucle de vitesse avec la boucle de position.

**Q21** - Question de cours qui n'a pas posé de problème.

**Q22** - De trop nombreux candidats donnent des résultats sans justifier leur réponse.

**Q23** - L'identification de la pulsation de cassure est souvent approximative et beaucoup trop de candidats ne savent pas lire les échelles logarithmiques.

**Q24** - Réponse satisfaisante à condition d'avoir trouvé le bon taux d'amortissement à la question précédente.

**Q25** - Rarement bien traitée à cause d'erreurs sur les applications numériques.

**Q26** - Question bien traitée dans l'ensemble.

**Q27** - La stabilité est souvent justifiée de manière incorrecte. La marge de gain est approximative et les tracés pas toujours présents.

**Q28** - Il ne suffit pas de répondre « le cahier des charges est validé » ! Encore une fois, il est nécessaire de justifier les réponses.

**Q29** - Le graphe de liaisons étaient souvent incomplet.

**Q30** - Les liens entre les liaisons sont bien souvent faux et ne correspondent donc pas au mouvement entre les classes d'équivalences. L'utilisation de couleur aurait été bénéfique pour les candidats. Enfin, le bâti est souvent oublié.

**Q31** - La méthode est à revoir. La formule pour déterminer le degré d'hyperstaticité d'un modèle n'est pas suffisante pour conclure. Il y a de nombreuses confusions dans la détermination de la mobilité et du nombre cyclomatique.

**Q32** - Question de cours qui a été bien traitée.

**Q33** - Trop d'erreurs sur la définition du moment dynamique pour un point autre que le centre de gravité.



**Q34** - Les erreurs les plus fréquentes concernent l'ensemble à isoler. À partir de cette erreur, les étudiants ont réalisé de nombreux calculs inutiles et de ce fait ont perdu du temps.

**Q35** - Des erreurs sur le maximum en intensité.

**Q36** - Rarement abordée.

### Questions MP

**Q1** - Le candidat devait compléter un chronogramme à partir de la lecture d'un diagramme d'états fourni. Beaucoup d'erreurs ont été commises : mauvaise lecture du diagramme d'états, confusions entre actions et évènements, manque de rigueur dans la rédaction du chronogramme.

**Q2 à 5** - Ces quatre questions demandent de la logique et une analyse précise de la cinématique du manipulateur. De nombreux candidats ont fait une erreur de signe à la question 2. De ce fait, l'expression à déterminer pour les consignes articulaires était inexacte.

**Q6** - Question bien traitée en générale. Il était possible d'y répondre même si les réponses aux questions précédentes étaient fausses.

**Q7 et 8** - La lecture d'un algorithme a visiblement posé un problème à beaucoup de candidats. De plus, il n'est pas certain que la lecture de la **Q8** ait reçu toute l'attention nécessaire à sa compréhension

**Q9, 10 et 11** - La rédaction a été pour beaucoup catastrophique ; le manque de rigueur est étonnant à ce niveau. Les isollements, lorsqu'ils sont énoncés, sont souvent fantaisistes, les bilans des actions mécaniques extérieurs sont quasi systématiquement incomplets, le principe fondamental de la dynamique est malmené, le théorème du moment dynamique étant souvent absent des réflexions des candidats.

**Q12** - Une majorité de candidat a réussi le calcul de la fonction de transfert.

**Q13** - La notion de pôle dominant est mal connue.

**Q14** - La réponse est correcte pour ceux qui ont juste à la **Q13**.

**Q15** - Beaucoup d'erreurs sur le nombre d'impulsion.

**Q16** - Assez étonnamment, un grand nombre de candidat n'a pas abordé cette question, pourtant classique.

**Q17** - Là encore, cette question sans grande difficulté a posé un problème à un grand nombre.

**Q18** - Question abordée sur beaucoup de copies, avec une certaine réussite.

**Q19** - Question de cours qui a laissé un tiers des candidats sans réponse.

**Q20** - Question plutôt bien traitée.

**Q21** - L'identification de la pulsation de cassure est souvent approximative et beaucoup trop de candidats ne savent pas lire les échelles logarithmiques.

**Q22** - La quantité d'erreurs sur la modification de la fonction de transfert en boucle fermée, par suite de l'ajout d'un correcteur proportionnel dans la boucle d'asservissement, illustre le manque de réflexion et de recul de beaucoup de candidats. Le lien entre taux d'amortissement et dépassement est souvent mal connu.

**Q23** - Question peu abordée.

**Q24** - La stabilité est souvent non justifiée ou justifiée de manière incorrecte. Les tracés font souvent défaut, les valeurs numériques sont trop fréquemment très approximatives.

**Q25** - Il ne suffit pas de répondre « le cahier des charges est validé » ! Il est nécessaire de justifier les réponses, en présentant avec soin les écarts entre calculs et exigences pour chaque critère du cahier des charges.

**Q26** - Question de cours, relativement bien traitée.

**Q27** - Sans même aller chercher les erreurs de calculs (lorsque ceux-ci sont présents), le jury relève une grande méconnaissance des formules issues du cours de dynamique des solides indéformables.

**Q28** - Question peu abordée, dans laquelle le jury relève que es erreurs les plus fréquentes concernent le choix de l'ensemble à isoler. À partir de cette confusion, les étudiants ont réalisé de nombreux calculs inutiles.

**Q29** - Question peu abordée, mais avec succès généralement.

**Q30** - C'est la question la moins traitée du sujet. Cependant, des réponses pertinentes ont été identifiées, indiquant de ce fait la faisabilité du sujet.

## 6.4 Conclusions

La rédaction des copies et la restitution de notions du cours (réduction d'ordre d'une fonction de transfert, stabilité, hyperstatisme, dynamique du solide) sont souvent très approximatives. Il est essentiel que les fondamentaux soient connus de manière exacte. Le jury invite donc les candidats à maîtriser parfaitement le cours et à faire preuve de plus de rigueur dans la rédaction de leur copie.

## 7 Français

### 7.1 Présentation du sujet

Les candidats étaient cette année invités à réfléchir à une proposition de John Dewey, dont une des thèses était récapitulée par Joëlle Zask, philosophe française, spécialiste et traductrice de John Dewey, ayant elle-même publié plusieurs ouvrages sur les formes démocratiques de la participation.

Le sujet était formulé de la manière suivante :

En démocratie, « le citoyen est toujours un élève ; car il ne demeure un citoyen que s'il conserve sa capacité d'initiative et d'action dans un monde complexe qu'il ne comprend pas automatiquement et dont il doit acquérir au fur et à mesure la connaissance ».

Joëlle Zask, Préface à *Démocratie et éducation* de John Dewey, 1975

Vous direz dans quelle mesure cette citation éclaire votre lecture des œuvres inscrites cette année à votre programme : *Les Cavaliers*, *L'Assemblée des femmes*, *De la démocratie en Amérique (II, 4)*, *Le Complot contre l'Amérique*.

#### 7.1.1 Remarques préliminaires

John Dewey (1859-1952) est un intellectuel américain qui s'est illustré dans plusieurs domaines : psychologie, philosophie, sociologie, pédagogie. Il s'interroge sur la manière de faire participer les individus à la vie des groupes dont ils sont membres. La démocratie est selon lui destinée à être mise à la portée de tous les citoyens, qui doivent y prendre part. Les gouvernants et les citoyens sont supposés interagir dans une coopération mutuelle, et cela ne doit pas être présenté au citoyen comme une contrainte, mais plutôt comme une opportunité d'œuvrer pour le bien commun, en y trouvant un épanouissement.

Pour lui, le public est animé par une soif de savoir étanchée par des guides (philosophes engagés, journalistes, sociologues, mais aussi artistes) qui ne sont pas des experts suivis aveuglément, mais des références que l'on peut contredire, au cours de dialogues qui viendront enrichir le débat démocratique. Il préconise donc « un climat de discussion, sous le signe de l'intelligence » (*La Démocratie créatrice*, 1939), et oppose par là même deux types d'éducation. Celle qu'il réfute s'apparenterait à un dressage, un conditionnement, menant à une forme de passivité, voire à la manipulation de l'élève. Celle qu'il préconise est une éducation accordant une large place à l'enquête, à l'expérience, poussant à trouver des solutions aux problèmes, guidés par des enseignants qui ne se positionnent pas en dominants, ni en savants qui auraient pour tâche de formater des ignorants.

Chacun doit donc être actif dans une démocratie que Dewey considère comme nécessairement délibérative, et non pas seulement représentative, au sein de laquelle l'école a un rôle primordial à jouer, pour former les futurs citoyens à réfléchir et à s'impliquer.

Notons que ces considérations sur John Dewey ne sont évidemment pas supposées faire partie du bagage des candidats. Nous les mentionnons pour montrer que l'analyse du fait démocratique exprimée dans le sujet recoupe des réflexions qu'ils avaient abordées en cours : rapport du citoyen à la démocratie, compréhension des enjeux démocratiques, appropriation du fonctionnement démocratique, éducation du peuple, modalités et nécessité de l'investissement citoyen, équilibre à trouver entre adhésion et critique, entre remise en cause et acceptation des systèmes établis, entre activité et passivité, entre complexité et simplification des mécanismes.

### 7.1.2 Analyse de la citation

La thèse de John Dewey, récapitulée ici par Joëlle Zask, est la suivante : en démocratie, le citoyen doit chercher à comprendre constamment le monde qui l'entoure. Cet effort de compréhension est la preuve de son esprit civique, en ce sens qu'il lui donne la possibilité d'être acteur de la démocratie.

Notre citation repose dans un premier temps sur une affirmation assez péremptoire que l'auteur va s'attacher à expliquer et à compléter dans un second temps : le citoyen en démocratie est « toujours un élève ». L'adverbe employé laisse entendre que la situation d'apprenant doit se pérenniser dans la vie d'adulte, lorsque l'individu devient un membre à part entière de la communauté politique. La présence de la conjonction de coordination « car » entre les deux éléments de la phrase indique que ce qui suit (ou une partie de ce qui suit, en l'occurrence la fin de la citation, à partir de « monde complexe ») est destiné à expliquer pourquoi le citoyen doit se considérer comme constamment en formation : il ne comprend pas spontanément le monde dans lequel il vit, d'où la nécessité d'en « acquérir » progressivement « la connaissance », d'observer et de saisir ses mécanismes. Ce processus de compréhension demande du temps, comme le suggère l'opposition entre l'adverbe « automatiquement » et l'expression « au fur et à mesure », mais il est présenté comme absolument nécessaire (emploi du verbe « devoir ») pour « conserver une capacité d'initiative et d'action », elle-même nécessaire pour demeurer un citoyen digne de ce nom.

Ainsi, pour John Dewey, si le citoyen en démocratie doit apprendre, et comprendre le monde complexe dans lequel il évolue, c'est d'abord que le monde démocratique n'est pas facilement déchiffrable. Il lui faut produire un effort pour en saisir la « complexité ». Cette posture d'apprenant est consubstantielle au statut de citoyen comme l'indique la négation restrictive (« il ne demeure un citoyen que s'il »). Les deux verbes employés (« demeure » et « conserve ») indiquent qu'un individu perdrait son statut de citoyen (comprendre de « bon citoyen », de « véritable citoyen »), s'il perdait sa « capacité d'initiative et d'action », elle-même liée à une capacité à comprendre.

L'acquisition de connaissances sur le monde qui l'entoure permet ainsi au « citoyen-élève » d'être un véritable acteur de la démocratie.

### 7.1.3 Problématisation

Notre citation nous invite à nous demander s'il faut, comme le soutient Dewey, considérer le citoyen comme un éternel élève, dans la mesure où, ayant du mal à saisir spontanément le monde démocratique qui se dessine autour de lui, il doit constamment apprendre pour être à même de participer. On pourrait ainsi formuler deux questions correspondant aux éléments d'analyse dégagés :

1. Le citoyen doit-il se considérer comme éternellement en situation d'apprentissage, posture qui lui permet de trouver les guides nécessaires pour comprendre les mécanismes du monde qui l'entoure et de participer efficacement à son édification ?
2. Partant, celui qui perd sa capacité à apprendre, qui se refuse à cet effort progressif et constant, risque-t-il, faute de comprendre le monde, de ne plus pouvoir agir, et de perdre ainsi sa qualité de citoyen acteur de la démocratie ?

## 7.2 Commentaires généraux sur les copies et rappels méthodologiques

Le jury tient d'abord à souligner l'effort fait par les candidats, qui, dans une période difficile, ont « profité » du temps supplémentaire avant les épreuves écrites pour relire les œuvres et les analyser au mieux. Ainsi, nous avons pu lire nombre de copies fournies, faisant souvent référence de façon précise aux quatre textes. Nous souhaitons cependant faire quelques remarques sur des défauts récurrents, remarques que nous assortirons d'exemples de « ratés », mais aussi de réussites et de rappels méthodologiques afin d'aider les futurs candidats à mieux se préparer. Nous reprendrons pour ce faire les étapes de la dissertation.

### 7.2.1 L'introduction

Les candidats peinent chaque année à commencer leur devoir, produisant des introductions soit microscopiques, soit à l'inverse beaucoup trop longues, détaillant déjà le contenu des œuvres, ce qui n'est pas nécessaire à ce stade.

- Une **amorce** est bienvenue pour éviter de poser directement le sujet sans l'amener habilement. Elle doit donc être évidemment liée (si possible explicitement) à la citation qui constitue votre sujet. Plus d'un candidat sur quatre a cette année utilisé la phrase de Lincoln présentant la démocratie comme « le gouvernement du peuple, par le peuple, pour le peuple ». Or, elle ne paraît pas a priori adaptée pour amener un sujet sur le citoyen-élève. Apprendre une citation qu'on songe à placer coûte que coûte au début du devoir, même si elle n'a aucun rapport avec le sujet, est pour le moins maladroit, voire contreproductif, dans la mesure où cela attire d'emblée l'attention sur l'incohérence du lien mal établi. Un candidat qui commence son devoir de cette manière : « Le mot démocratie vient du grec ancien « demos » et « kratien » signifiant respectivement « peuple » et « diriger ». Ainsi ce serait le peuple qui gouverne. Pourtant, Joëlle Zask affirme qu'« en démocratie le citoyen est toujours un élève », montre surtout qu'il lui est difficile de clarifier la logique d'une démonstration. Autre exemple d'amorce aberrante relevée au fil des corrections : « Selon Paul Auster dans son *Léviathan*, « la démocratie ne va pas de soi, il faut se battre pour elle ». Pour lui, la démocratie demande un effort de tout instant de la part de ses citoyens sous peine de la voir disparaître. Or, Platon dans *La République*, écrit qu'à la liberté la plus pleine et entière succède le despotisme le plus absolu. La lutte du citoyen démocratique préconisée par Auster consisterait donc pour le citoyen démocratique à lutter pour conserver sa liberté d'initiative et d'action. Ce constat de Paul Auster corrobore l'avis de Joëlle Zask qui affirme... ».

Alors même que la citation de Paul Auster pouvait, en étant mieux utilisée, mener intelligemment à la position de Joëlle Zask, elle est ici mal liée à une thèse de Platon qui n'a aucun rapport avec elle, et dévoyée pour parvenir à un sujet sur la liberté, sans doute celui que le candidat avait prévu a priori de traiter. Il est par conséquent inefficace de placer volontairement en amorce une citation qu'on sait inadaptée pour espérer pouvoir dévier sur un autre sujet : votre correcteur sait quel sujet vous a été donné ! Certains candidats ont préféré quelques mots de Rousseau, Platon, Aristote, Nelson Mandela sur l'intérêt d'éduquer le peuple, ou fait allusion à l'école de Jules Ferry et s'en sont trouvés bien inspirés. Votre correcteur n'attend d'ailleurs pas forcément une citation en début de devoir : un fait historique, un livre ou un film en lien avec le sujet peuvent tout à fait convenir. On a ainsi rencontré des mentions fécondes de fictions sur l'inconnu démocratique, qui mettent en effet en scène des « élèves » confrontés au monde : parmi eux, *Ruggles of red gap* de Leo McCarey ou *Mr Smith goes to Washington* (M. Smith au Sénat) de Frank Capra. Précisons qu'il paraît mal venu de sélectionner une citation du programme en guise d'entrée en matière (ces citations sont à garder pour le corps du devoir), et que l'explicitation d'un événement réel récent mettant en scène des citoyens pouvait remplacer utilement une citation céléberrime, ou celle du concours passé la semaine précédente, ne serait-ce que pour se distinguer d'une masse ayant retenu sa leçon.

- La **citation** qui sert de fondement à notre sujet doit être correctement insérée après l'amorce et non placée en tête de copie puis oubliée. Il convient donc de la recopier ici entièrement (trop de candidats en écrivent seulement les premiers mots suivis de points de suspension) et le nom de son auteur doit être mentionné. Les correcteurs se sont étonnés cette année de constater que l'on ait pu prendre Joëlle Zask pour un homme, alors que le prénom Joëlle ne laissait aucun doute sur le fait qu'il s'agit bel et bien d'une femme.
- La citation fera ensuite l'objet d'une **analyse approfondie**, en définissant les termes, en analysant la syntaxe, la formulation, et en dégagant les enjeux. Encore une fois, il ne s'agit pas ici de « tirer » la citation vers un autre sujet auquel on était mieux préparé. Par exemple, beaucoup de copies réorientent directement le sujet vers la liberté ou l'égalité. Par des phrases comme : « avoir une capacité d'action, c'est être libre », ou « être élève, c'est avoir un maître qui nous domine, ce

qui vient s'opposer à l'égalité démocratique », certains candidats se croyaient autorisés à dévier d'emblée sur un cours ou une dissertation menée durant l'année qu'il suffisait de réciter. Or, **un sujet est unique**. Si la réutilisation de raisonnements appris durant la préparation est évidemment possible et souhaitable, il faut adapter toutes vos démonstrations à notre citation en particulier, en reprenant et en glosant les termes pour ne pas manquer le sujet proposé par le jury (ce n'est pas le candidat qui choisit son sujet).

- Après l'analyse, vient **la problématique**, complète, qui doit être formulée clairement et gagne même à être reformulée par le candidat, reformulation lui permettant de confirmer qu'il a vraiment compris ce sur quoi porte précisément le sujet. Il ne s'agit pas de faire se succéder quatre ou cinq questions s'en éloignant de plus en plus, jusqu'à parvenir à un thème vague (« Qu'est-ce qu'un bon citoyen ? »), mais au contraire de circonscrire avec précision le sujet. La problématique doit soulever un problème, non être la reprise sous forme interrogative des données de la citation (« Dans quelle mesure les citoyens sont-ils des élèves ? »). Parfois, elle s'est malheureusement transformée en une question plus thématique, au demeurant intéressante, mais qui déplaçait le problème en empêchant d'en situer l'enjeu exact (« Quel rôle joue la démocratie en matière d'éducation ? »).
- Vient enfin le moment d'annoncer (sans faire de faute) les **titres et les auteurs des œuvres** sur lesquelles porte la dissertation (il est inutile et peu stratégique du point de vue de la gestion du temps de « présenter » chaque œuvre dans l'introduction : en rappeler les titres et les auteurs suffit), puis le **plan** qui sera suivi dans le développement. Attention : l'annonce d'un plan vague et interchangeable (valable indifféremment pour tout sujet) n'est d'aucune utilité. Ainsi, le candidat qui propose le plan suivant : « Dans un premier temps, nous étudierons en quoi les œuvres au programme pourraient nous laisser penser que c'est effectivement le cas puis en quoi cette assertion est fausse » ne donne aucune preuve à son correcteur qu'il a compris le sujet.

Une introduction claire et rigoureuse, en un seul paragraphe (la fragmentation de l'introduction en plusieurs paragraphes ne favorise pas la cohérence du propos), dont les cinq étapes sont liées l'une à l'autre de façon logique et qui cerne le sujet sans en dévier, met votre correcteur dans de bonnes dispositions pour amorcer la lecture de votre développement.

## 7.2.2 Le développement

### Sur la forme

- Le développement comporte idéalement trois grandes parties (si un plan en deux grandes parties est possible, il parvient rarement à proposer un tour complet de la question, en dépassant l'aporie liée au débat entre la thèse et l'antithèse), elles-mêmes divisées en deux ou trois sous-parties. Ces parties et sous-parties doivent être visibles dès le premier coup d'œil de votre correcteur. Il est donc très important de présenter correctement votre copie (alinéa au début de chaque paragraphe notamment). On doit distinguer clairement l'introduction, les grandes parties et les deux ou trois paragraphes composant chacune d'entre elles, la conclusion. Les sauts de lignes sont nécessaires entre l'introduction et le début de la première grande partie, entre les grandes parties, et entre la fin de la dernière grande partie et le début de la conclusion. Pas de saut de ligne entre les paragraphes d'une même partie (l'alinéa suffit à les distinguer). Attention : aller à la ligne à chaque exemple donne l'impression que vous commencez un nouveau paragraphe et donc que vous ne confrontez pas les trois auteurs dans chaque paragraphe, ce qui est sévèrement sanctionné.
- En effet, trop de candidats semblent encore ignorer qu'ils doivent rédiger une dissertation dans laquelle il s'agit de confronter les trois auteurs dans chaque paragraphe. Évidemment, une copie qui exclut (ou presque) une des trois œuvres d'une grande partie (a fortiori du devoir complet) sera d'emblée considérée comme extrêmement insuffisante, quel que soit son intérêt par ailleurs. S'il peut arriver que seuls deux de nos auteurs correspondent à l'argument proposé dans une sous-partie, cela reste exceptionnel. Dans l'idéal (vers lequel vous devez tendre), chaque paragraphe comporte donc trois exemples, tirés de chacune des œuvres au programme (cette année de l'une ou l'autre

des pièces d'Aristophane, de l'essai de Tocqueville et du roman de Philip Roth), et ces exemples comportent un point commun qui vous autorise à les placer dans la même sous-partie (ce point commun constituant l'argument). À ce titre, l'emploi du connecteur « de plus » entre les exemples semble fort maladroit, suggérant l'ajout d'une nouvelle idée là où on aimerait trouver une idée sinon parfaitement identique, du moins ressemblante, sans effacer les nuances qui s'imposent pour éviter les amalgames.

- Quand bien même on ne saurait en faire une loi générale, il apparaît que, dans la mesure où le sujet appelle à être précis à propos des termes qu'il convoque, et réclame a priori une discussion, une copie de trois ou quatre pages n'était guère suffisante. De fait, les candidats ayant fait le choix de la brièveté ont fait aussi l'économie de l'analyse du sujet ou bien des exemples, ou encore ont évité toute complexité.
- Les exemples doivent être suffisamment développés et correctement référencés. Nombre de candidats avaient appris des citations intéressantes qu'ils ont utilisées correctement, en les analysant (il est en effet rare qu'une citation se suffise à elle-même). Mais certaines copies ressemblent à des répertoires appris par cœur sans qu'on ait pris la peine de les comprendre ni de les contextualiser. Pendant l'épreuve, il semble alors s'agir, pour certains candidats, de placer à tout prix leurs citations, quand bien même ces dernières ne s'intégreraient pas dans le raisonnement ou ne nourriraient pas ce dernier. Songez qu'on ne peut se contenter d'apprendre des citations de façon systématique, sans chercher par ailleurs à s'appropriier les œuvres pour parvenir à les mobiliser judicieusement.

### Sur le fond

- Il faut se garder de sélectionner ce qui, dans le sujet, vous semble le plus aisé à traiter. Tout mérite d'être pris en compte ici : le fait que le citoyen doit toujours rester un élève, le fait que cette posture d'élève lui permet de comprendre un monde complexe, le fait que c'est à ce prix qu'il peut conquérir sa capacité d'initiative et d'action. Peu nombreuses ont été les copies à s'intéresser à ces trois aspects de la citation, et à montrer leur intrication. Parfois l'apprentissage était étudié, mais l'idée de monde complexe était négligée. Certaines copies se sont focalisées sur la première partie de la phrase, oubliant l'initiative et l'action, d'autres ont fait l'inverse. Beaucoup de copies n'ont étudié la question du citoyen-élève qu'en troisième partie. Rappelons que toute la citation doit être envisagée, dès la première partie.
- Trop de copies ne présentent pas d'antithèse, alors que la dissertation est avant tout un travail critique. Tout doit y être discuté au sein d'un véritable débat. Nombre de candidats proposent un plan du type :
  - I - les citoyens doivent s'instruire et agir ;
  - II - d'ailleurs l'inaction, l'ignorance et l'apathie sont dangereuses pour la démocratie.

Or, leur deuxième partie, si elle présente un réel intérêt, va en fait dans le sens de la première, et ne doit pas être ici considérée comme une antithèse. Certaines introductions posent d'ailleurs en principe que la démocratie nécessite un apprentissage, et semblent alors présupposer que la formule de Joëlle Zask est de l'ordre de l'évidence, qu'il suffirait d'illustrer. Même idée dans ce sophisme qui commence une dissertation : « La connaissance complète n'existe pas, chaque homme continue d'apprendre. Donc cela est vrai dans tous les domaines, en particulier celui de la citoyenneté ». Les copies montrant que la démocratie sécrétait elle-même l'inaction, l'apathie et l'uniformisation des études, voire le goût pour les idées simples, ont été valorisées : elles se rapprochaient davantage de la pensée critique attendue.

- Le rapport problématique du citoyen-élève avec ses guides, maîtres ou tuteurs, dans un régime politique qui exige par ailleurs son engagement par l'action, n'a pas toujours été pris en compte. Certains candidats juxtaposent des parties qui développent des généralités sur les dangers possibles liés à la pratique démocratique. Le sujet n'est alors qu'effleuré, et l'absence de progression démonstrative à partir d'un problème clairement identifié transforme rapidement la dissertation en exposé, fondé sur des souvenirs de questions traitées en cours.

- Cette année, nous avons apprécié les raisonnements qui filaient la métaphore de l'élève (bon ou mauvais élève, élève désireux d'apprendre, élève investi) en montrant le lien entre cette volonté, cette capacité d'apprendre et la possibilité de s'investir en démocratie. Certaines copies, beaucoup moins bonnes, ont caricaturé l'image d'un élève assimilé d'emblée à un cancre. Un candidat se propose ainsi de montrer que Joëlle Zask a raison car le citoyen est effectivement un élève puisqu'il est « soumis, spectateur et insouciant » (thèse supposée), mais que contrairement à ce qu'elle affirme (antithèse supposée), « un citoyen est capable de prendre des initiatives et d'agir, contrairement à ce que ferait un élève ». Cette définition médiocre de l'élève, sans prise en compte du lien établi entre éducation et capacité à s'investir, a donc poussé notre candidat à démontrer l'inverse de ce qu'il fallait démontrer. Une tendance, s'appuyant sur une autre vision terriblement négative de l'école, a aussi amené nombre de candidats à assimiler l'élève à un esclave, ce qui faisait à nouveau aller la copie vers un hors-sujet : « On pourra alors se demander dans quelle mesure la démocratie favorise les libertés de ses citoyens ».

### 7.2.3 La conclusion

- La conclusion doit permettre, après avoir dressé un **bilan de la démonstration, de répondre à la problématique dégagée en introduction**. Il ne s'agit pas de trouver une solution intermédiaire, qui aurait pour visée de satisfaire tout le monde, ainsi que le propose ce candidat : « En conclusion, le rôle du citoyen démocratique varie d'une démocratie à une autre. Il peut être celui d'un élève, mais ne le reste pas pour toujours », ni de dévier totalement du sujet, comme dans cette copie : « Pour conclure, une société démocratique est constituée de citoyens. Quand le peuple n'est pas un peuple citoyen, la démocratie se fragilise et le remède le plus efficace semble être la volonté d'inclure les pauvres ».
- Une **ouverture** est ensuite la bienvenue. Peu d'étudiants se plient à cette exigence, et lorsqu'ils le font, l'ouverture est parfois maladroite :  
Le candidat peut décider de placer une citation en ouverture : il faut alors bien vérifier qu'un lien cohérent existe entre le sujet et la citation proposée (sinon, le même défaut que celui dénoncé pour l'amorce dans l'introduction se produit) ;
  1. Le candidat peut décider de placer une citation en ouverture : il faut alors bien vérifier qu'un lien cohérent existe entre le sujet et la citation proposée (sinon, le même défaut que celui dénoncé pour l'amorce dans l'introduction se produit) ;
  2. Le candidat peut choisir de formuler une problématique qui prolongerait la réflexion, mais attention alors à ne pas proposer un point qui aurait dû être étudié dans le devoir, parfois même la problématique initialement attendue, ce qui révèle davantage encore l'oubli du sujet. En témoigne cette ouverture malheureuse : « Finalement, pour être un citoyen, ne faut-il pas rester un élève toute sa vie ? ».

### 7.2.4 Quelques remarques sur l'expression

La syntaxe et l'orthographe doivent être soignées. En effet, il n'est pas supportable qu'un futur ingénieur fasse continuellement des fautes. L'orthographe d'usage est trop souvent malmenée (barbarismes fréquents), l'orthographe grammaticale est sinistrée : morphologie et accord du participe passé, homophonies grammaticales (a/à ; ce/se?), mode subjonctif parfois ignoré ou mal orthographié, confusion entre les désinences du futur et celles du conditionnel... La syntaxe est souvent défaillante : propositions relatives construites avec « dont » mal maîtrisées, juxtaposition maladroite voire fautive de plusieurs propositions indépendantes, ponctuation hasardeuse voire inexistante. Beaucoup semblent tout ignorer des interrogatives indirectes, de l'existence de relatifs composés. Trop de questions



sont présentées dans des formules lourdes voire incompréhensibles, le tour « est-ce que » devenant systématique et entraînant de nombreuses erreurs de construction. En attestent ces quelques exemples relevés çà et là :

- Mais alors vient la question c'est qui est ce professeur ?
- Nous questionnerons comment le statut d'élève du citoyen peut-il mener à son assujettissement ?
- On se demandera sur la façon la plus efficace pour sauver la démocratie de ses désirs.

Les candidats ne doivent pas non plus ignorer comment orthographier le nom des auteurs des œuvres étudiées, des personnages évoluant dans ces œuvres, des lieux ? On a relevé cette année des erreurs difficilement admissibles pour qui prétend s'être livré à une étude sérieuse du programme : \*Tocqueville, \*Touqueville, \*Toqueville, \*Tocqville, \*Tockeville, \*Routh, \*Rothe, \*Philips, \*Proxogora, \*Chramès, \*le Paphlagolien, \*Blébyros, \*Lindberg, \*Lindenberg, \*Lindeberg, \*Linberhg, \*Manhwihy, \*Roosvelt, \*Athène , ...

Ces erreurs sont en général de mauvais augure et font en tout cas, d'emblée, mauvaise impression. On ne saurait trop recommander pour 2021 un lourd travail de mémorisation des noms des témoins de *La Supplication*. Il faudra aussi s'exercer à orthographier correctement Nietzsche et Alexievitch. C'est évidemment un minimum.

Précisons aussi que la familiarité n'est pas de mise. Joëlle Zask ne doit pas être appelée Joëlle, Tocqueville ne doit pas être appelé Alexis, encore moins Alex ! On invite au respect du registre soutenu qui bannira l'emploi d'expressions ou de phrases comme : « se griller les méninges », « il en a ras-le-bol », « il s'est fait avoir », « il ne faut pas tout gober », « il va au ciné », « Démos perd la boule », « le démocrate est un bosseur qui court après les libertés », « dans *L'Assemblée des femmes*, il y a une discrimination positive envers les vieux ».

Le pronom « je » désignant l'étudiant qui rédige doit être remplacé par le « nous » de modestie.

Enfin, de nombreuses copies sont bardées de ratures et deviennent peu agréables à lire (voire à déchiffrer au sens propre).

En annexe, le lecteur trouvera un **exemple de dissertation rédigée**. Nous conseillons vivement aux futurs candidats de le lire attentivement.

### 7.2.5 Conseils aux candidats, bilan et perspectives

La méthode doit être strictement appliquée. Le candidat est donc supposé la connaître parfaitement et la mettre en pratique sans en dévier, s'attachant à rendre des devoirs lisibles et clairs, correctement présentés, signe du respect accordé à son travail et à son correcteur. Cet effort, s'il est fait en début de préparation, portera ses fruits sur tous les travaux de l'année et le candidat ne pourra alors qu'améliorer ses performances dans l'application d'une théorie qui ne varie pas d'un devoir à l'autre.

Certains candidats semblent avoir fait le deuil d'une expression soignée, étant depuis des années en difficulté sur ce plan. Ce raisonnement est dommageable. Non seulement, il vous fait perdre des points aux concours, en lettres et dans d'autres matières, mais il obère votre capacité à communiquer dans le futur, et ne manquera pas de vous discréditer à l'avenir face à vos équipes, vos partenaires, vos clients ? Faites donc l'effort de vous corriger sur ce point et vous en serez récompensés pour longtemps. L'écriture quotidienne de quelques lignes (cela peut être l'analyse ou le résumé d'un petit passage d'une de vos œuvres) durant une dizaine de minutes, vous fera finalement progresser de façon assez spectaculaire si vous vous y tenez.

Les candidats sont amenés pour l'année 2020-2021 à analyser des œuvres difficiles. Il faut veiller à les lire et les relire au cours de l'année scolaire afin de bien les connaître et de pouvoir les utiliser sans faire de contresens. L'essai de Nietzsche notamment exige un effort réel pour en saisir la subtilité. L'œuvre de Svetlana Alexievitch demande un intérêt porté au détail de chaque témoignage pour ne pas les

confondre, et pour les exploiter au mieux. Le recueil de Victor Hugo suppose une mise en contexte des poèmes pour en percevoir la portée humaine, sociale, politique, artistique.

C'est dans la confrontation personnelle aux textes (et non à des résumés, ou à des analyses prétendument prêtes à l'emploi) que le futur candidat trouvera la possibilité d'établir des liens entre les trois auteurs, et comprendra la logique du parallélisme exigée par l'exercice de notre dissertation. Dans cette optique, il n'est pas inutile de constituer au cours des lectures et des études menées, des « trios » permettant d'anticiper sur les points de convergence entre trois œuvres qui n'ont a priori rien à voir entre elles.

Ainsi, un travail régulier sur le programme, accompagné de la rédaction de plusieurs dissertations et de l'analyse de sujets divers au cours de l'année, doit permettre aux étudiants, aidés par leurs professeurs, de mener une réflexion autonome sur les œuvres et de réussir notre épreuve. Ce succès constituera un appui incontestable pour la réussite aux concours que nous leur souhaitons.

## 8 Langues Vivantes

### 8.1 Anglais

#### 8.1.1 Modalités de l'épreuve

Le format de l'épreuve reste inchangé par rapport aux années antérieures, permettant aux candidats de bénéficier de l'expérience de leurs prédécesseurs par une lecture attentive des rapports de jury des sessions précédentes, lecture essentielle pour tout préparatoire. L'épreuve se compose donc de trois exercices à réaliser en 1h30, sans que soit prescrite une quelconque durée de composition pour chacun des exercices. Les questions appellent à différentes compétences attendues des futurs ingénieurs :

1. Le thème (sur 8 points). Cet exercice de traduction (d'un texte littéraire ou journalistique) évalue la capacité des candidats à bien comprendre le texte-source en français pour ensuite produire un texte-cible en anglais. Le jury peut ainsi évaluer les connaissances lexicales, syntaxiques et grammaticales des candidats dans la langue-cible.
2. La question de compréhension (sur 4 points). À partir de la lecture d'un texte journalistique portant sur un sujet d'actualité de l'année universitaire en cours, les candidats doivent répondre à une question de compréhension portant sur un aspect du texte. En s'efforçant de limiter leur propos à 80 mots (avec une tolérance de plus ou moins 10%), les candidats doivent non seulement opérer une sélection des informations les plus pertinentes pour répondre à la question, mais également les reformuler dans un anglais correct. C'est ainsi que les correcteurs peuvent s'assurer de la bonne compréhension des éléments textuels repérés.
3. La question d'expression personnelle ou « *essay* » (sur 8 points). Pour cette dernière question, le texte proposé n'est qu'un prétexte à une réflexion plus large sur les enjeux qu'il fait valoir. Il ne s'agit plus à ce stade de revenir au contenu informationnel du texte, mais bien de mener une réflexion personnelle, un tant soit peu organisée, argumentée et reposant sur des exemples choisis judicieusement, le tout dans le cadre du sujet d'« *essay* » proposé. Il va sans dire que le sujet doit être soigneusement analysé pour éviter les scories. L'« *essay* » doit comporter 180 mots (avec une tolérance de plus ou moins 10%) et peut donc s'ouvrir sur une phrase de contextualisation mettant au jour l'actualité de la question, suivie d'une courte problématisation (mais sans aller jusqu'à annoncer un plan). Ces étapes préalables ont pour but de poser le cadre d'un propos argumenté, d'une démonstration dynamique et toujours étayée par des exemples personnels et approfondis. La reprise de l'argumentaire du texte n'est pas souhaitable.

#### 8.1.2 Remarques générales

Cette année, le jury a bien pris la mesure de l'angoisse qu'ont pu susciter les conditions particulières d'un concours ayant eu lieu après une période relativement anxiogène et dans un contexte particulier où seules les épreuves écrites étaient prises en compte pour l'admission. Pourtant, les candidats semblaient pour la plupart avoir poursuivi une préparation très sérieuse, avec une meilleure gestion de leur temps de composition (même si certains ont manifestement manqué de temps, au point de sacrifier l'un des trois exercices). Le thème, notamment, a été plutôt mieux réussi cette année. En revanche, les correcteurs s'accordent tous à souligner les défaillances formelles de la plupart des copies. À titre d'illustration, les textes sans ratures deviennent désormais l'exception plutôt que la norme. Malgré les préconisations du rapport de jury 2018 et 2019, les nombreuses copies sont encore rédigées à l'encre bleu pâle et/ou dans une écriture laborieuse à déchiffrer voire complètement illisible, le tout agrémenté de nombreuses ratures et taches. C'est inacceptable. Le jury insiste sur le fait qu'une présentation claire et lisible est loin d'être superflue : de nombreuses copies ont été lourdement pénalisées lorsque par exemple l'enchaînement des idées devenait difficile à percevoir du fait de toutes les ratures qui

émaillaient le devoir, ou encore lorsque les « o » ressemblaient trop à des « a » ou des « e » dans des verbes comme *come / came* ou *knew / know*... Heureusement, certaines copies, excellentes et bien présentées, ont été un plaisir pour l'œil et pour l'esprit.

### 8.1.3 Thème

Le texte à traduire cette année était un extrait du roman policier de l'écrivain suisse Joël Dicker intitulé *La Vérité sur l'affaire Harry Quebert*. Si le lexique, relativement courant, était tout à fait accessible, la présence d'un dialogue au cœur de l'extrait narratif a pu révéler des lacunes dans l'usage des temps, des aspects et des conventions typographiques et syntaxiques propres au dialogue. Les correcteurs tiennent donc à souligner les efforts fournis par les candidats sur l'acquisition du vocabulaire, ou, faute de mieux, leur capacité à éviter les lacunes avec une certaine élégance. L'aptitude des étudiants à visualiser la scène leur a par exemple permis de proposer des alternatives intéressantes à la traduction de « sa femme fit irruption » : là on l'on aurait pu attendre « *his wife burst into the office* », le jury n'a pas hésité à accepter des propositions telles que « *his wife suddenly came into the office* », où le passage par l'adverbe a permis de contourner habilement la difficulté. La bonne maîtrise des temps et aspects a même permis aux meilleures copies de prendre des risques en proposant des formes idiomatiques tout à fait opportunes, telles que « *No sooner had Jay hung up the phone than he picked it up again* » (pour « Immédiatement après avoir reposé le combiné, Jay le reprit en main... »).

Du fait que la qualité des copies était cette année plus homogène que lors des sessions précédentes, les erreurs grammaticales et syntaxiques ont été d'autant plus préjudiciables pour les candidats. Les points suivants mériteraient notamment d'être repris :

- le génitif (*\*his sister birthday*) ;
- les propriétés morphosyntaxiques des adjectifs, invariables en anglais, et des adverbes ;
- le choix entre l'article zéro et *the* ;
- l'aspect HAVE +EN ; l'alternance prétérit / pluperfect (pour marquer l'antériorité) ;
- les verbes irréguliers : *think* (devenant *\*thank, \*thunk, \*though, \*thought*), *tell, come* ou encore *say* ;
- la syntaxe des énoncés négatifs ou interrogatifs : de nombreuses erreurs, d'étourderie sans doute, ont donné lieu à des énoncés comme *\*what did he told you exactly ?* ou *\*he didn't finished*, y compris dans les meilleures copies.

Par ailleurs, la ponctuation s'est avérée redoutable pour bien des candidats. Des virgules intempestives peuvent ainsi apparaître (comme dans « *Immediately, after he put down the phone...* ») et certains candidats se dispensent d'indiquer le point d'interrogation dans les interrogatives directes. Dans 80% des cas, les conventions propres au dialogue dans un texte en anglais sont méconnues. Rappelons que les guillemets s'ouvrent et se ferment à chaque fois que la partie dialoguée reprend ou s'interrompt et surtout qu'il faut revenir à la ligne à chaque changement de locuteur. Lorsque les répliques s'enchaînent sur la même ligne en faisant fi de ces conventions, le lecteur se perd et les omissions de segments du texte-source commencent à apparaître... Enfin, trop nombreux ont été les candidats qui se sont cru autorisés à réécrire des parties voire la totalité du texte. Certains ont été jusqu'à ajouter systématiquement des verbes introducteurs dans le dialogue (absents du texte-source) tels que *\*answered Jay Caleb ou Stern said*. Le thème invite certes à restituer le sens du texte original, mais il ne faut pas pour autant sacrifier sa morphologie, sa composition et les choix énonciatifs de l'auteur. Le registre de langue ne doit pas non plus être altéré par des termes comme « *figured* » (pour « *think* ») ou « *cops* » (pour « *police* ») qui n'ont pas leur place dans une prose d'un registre plutôt courant. Un entraînement répété à l'exercice de traduction et la rédaction de textes en anglais pourrait permettre aux futurs candidats, au cours de leur préparation, de dresser une liste personnalisée des erreurs linguistiques qu'ils commettent électivement. Cette liste serait un outil précieux car elle favoriserait une relecture bien plus efficace et ciblée le jour du concours.

#### 8.1.4 Question de compréhension

La question de compréhension portait cette année sur un article extrait de l'hebdomadaire britannique *The Economist* sur le thème des cigarettes électroniques et de leurs méfaits. Il était demandé aux candidats de s'interroger plus particulièrement sur l'approche la plus favorable que les gouvernements devraient adopter pour répondre au problème du vapotage, en prenant soin de restituer le point de vue de l'article tout en le reformulant (la consigne est on ne peut plus explicite à ce sujet). Le jury note cette année que la question a été dans l'ensemble bien comprise, et que les éléments de réponse ont été relativement bien repérés. La compréhension écrite n'est donc pas en cause pour de nombreuses copies. Les candidats doivent en revanche se souvenir des exigences méthodologiques (et de bon sens !) : en un nombre de mots si limité, il n'est pas souhaitable de proposer d'introduction ni de conclusion. De plus, pour cette question, il s'agit de faire valoir le point de vue du journaliste (« *according to the journalist* ») et non pas celui du candidat : c'est en effet la capacité de ce dernier à bien entendre et à restituer un propos argumenté qui est sollicitée ici. Les ajouts d'information et autres commentaires personnels sont donc à proscrire, tout autant que les formulations lourdes et peu efficaces telles que « *according to the journalist from The Economist* », « *in the journalist's opinion* » et autres « *the journalist gives his point of view* ». Ce type de métalangage est stérile et dessert le candidat, délayant inutilement un propos qui au contraire doit viser à un équilibre entre concision et densité. De même, les phrases de conclusion commençant par « *in a nutshell* » (à proscrire), « *all in all* », voire « *to cut a long story short* », outre leur inélégance, sont absolument hors de propos dans le cadre de cette question. Il n'est cependant pas interdit de structurer sa réponse, ce qui dans le cas de la question de cette année était tout à fait possible et permettait d'éviter un désagréable effet de liste. Pour rendre compte des stratégies gouvernementales à mettre en place du point de vue du journaliste, les meilleurs candidats ont commencé par expliquer que la prohibition s'avérait délétère dans la lutte contre les cigarettes électroniques pour en arriver logiquement (en suivant la démonstration de l'article) à l'idée selon laquelle c'est la mise en place de réglementations qui devrait plutôt prévaloir. Enfin, la question doit être lue attentivement afin d'éviter le hors-sujet : il ne s'agit pas de résumer tout le texte mais bien de répondre à une question précise par un repérage des éléments de réponse pertinents. Les candidats des futures sessions du concours doivent donc continuer à travailler la compréhension écrite (de meilleure qualité cette année), maintenir leurs efforts de reformulation mais reprendre les points méthodologiques cités ci-dessus plus rigoureusement.

#### 8.1.5 Expression personnelle ou « *essay* »

Cette année, la question invitait les candidats à s'interroger sur l'assertion suivante : « *Health is a matter for the individual, not for the state* ». Les candidats les mieux préparés ont bien perçu la nécessité d'explicitier les enjeux d'une telle affirmation et de faire émerger la problématique sous-jacente, à savoir les rapports entre le rôle des États et la responsabilité individuelle dans le domaine de la santé. Les meilleurs *essays* ont bien pris soin de confronter liberté individuelle ou individualisme, à la notion de solidarité ou de « *nanny state* ». Les candidats les mieux notés ont eu à cœur d'illustrer leurs remarques par des exemples concrets et pertinents, comme le stipulait la consigne (« *Discuss, illustrating your answer with relevant examples* »). Ces derniers ont su mobiliser dans leur argumentaire des débats contemporains qui animent nos sociétés : l'avortement, l'euthanasie, les drogues douces, la vaccination, et bien sûr, les réactions des États et des individus face à la pandémie de COVID-19. Le sujet a manifestement plu aux candidats, qui ont développé des idées fort intéressantes lorsqu'ils parvenaient à ne pas focaliser leur démarche argumentative sur la seule thématique du texte de *The Economist*. En effet, il ne s'agissait pas d'évaluer uniquement le bien-fondé ou non des campagnes anti-tabac. Cet aspect pouvait certes servir d'exemple, mais seulement dans le cadre d'une discussion plus générale sur les responsabilités individuelle et étatique en matière de santé. Cette année, un nombre non négligeable de candidats a partiellement ou totalement modifié l'éclairage de la question, proposant dans l'introduction une problématique qui altère plus ou moins significativement le sens du

sujet : est-ce que l'État se soucie du bien-être de ses citoyens ? Que fait l'État pour assurer la santé ? Quelle est la différence entre les services de santé publics ou privés ? Est-ce qu'un système de sécurité sociale est utile ? Ces questions latérales sont bien souvent pour les candidats une manière peu adroite de « replacer » des connaissances acquises sur le **NHS** ou les programmes **Medicare** et **Medicaid**, ou bien de réduire « *health* » à « *healthcare* », d'où l'importance d'une analyse précise des termes du sujet pour en faire émerger les enjeux.

Par ailleurs, un phénomène se fait de plus en plus jour au fur et à mesure des années et mériterait une interrogation critique (voire éthique) de la part des candidats : la tendance à donner dans une forme d'antiaméricanisme de mauvais aloi. S'il est évident que la présidence Trump a considérablement modifié le paysage politique américain et contribué à une interrogation profonde sur l'identité et les valeurs américaines, sa dénonciation souvent caricaturale ne doit pas devenir un passage obligé de toute réflexion personnelle comme c'est trop souvent le cas. Le risque est non seulement de passer à côté du sujet, mais d'évoluer dans une réalité caricaturale, sans nuance, où c'est l'opinion (tyrannique, pour paraphraser John Stuart Mill dans *On Liberty*) qui fait force de loi.

Rappelons en outre qu'en si peu de mots, il est superflu d'ouvrir le devoir par des généralités ou des platitudes telles que « *We want to live and not to die* », « *Health has always been a major concern for people* », ou pire : « *\*You can ask yourself is public health an individual or is public health a state matter. Yes, it is an individual matter, but it is also a state matter. I will examine the two problems, first why it is an individual matter and after that why it is also a state matter* ». Dans ce dernier exemple, pas moins de 52 mots sont pour ainsi dire perdus. Or, pour cet exercice, chaque mot compte ! À l'inverse, il n'est pas souhaitable de commencer *in medias res* (avec une affirmation sortie de nulle part telle que « *for me, health is a matter for the State* »). Le lecteur doit savoir sur quoi porte la réflexion du candidat, quel éclairage il veut apporter à la question, comment celle-ci a été entendue : tout ceci doit être clarifié en introduction, sans qu'il soit besoin d'annoncer de plan. Dans le décours du devoir, chaque idée principale doit faire l'objet d'un paragraphe. Les textes qui se présentent comme un seul bloc ne sont pas satisfaisants : ils donnent l'image d'une accumulation confuse d'arguments et d'une juxtaposition d'exemples qui se succèdent sans qu'aucune logique soit perceptible. Il peut même arriver que la réponse à la question posée ne soit toujours pas explicite, même après lecture de la conclusion (quand il y en a une...).

En conclusion, le jury se réjouit que le nombre de copies inachevées demeure cette année encore relativement faible, même si la bonne gestion du temps ne doit pas se faire aux dépens de la présentation de la copie : les textes qu'il est malaisé de lire s'avèrent très pénalisants pour leurs auteurs. Le jury tient tout de même à féliciter les candidats capables, dans un temps limité, de proposer des réponses fines et pertinentes, d'une facture remarquable, et ce, en dépit des conditions de préparation inédites et pas toujours favorable.

## 8.2 Allemand

Le jury d'allemand déplore cette année un net recul du nombre de candidats, or cette épreuve reste valorisante pour celles et ceux qui ont choisi l'allemand comme langue à l'écrit. En effet, la grande majorité des copies est de bon, voire très bon niveau et un candidat qui a préparé sérieusement l'épreuve, maîtrisant bien les modalités des trois exercices proposés, rendant une copie complète, doit pouvoir s'octroyer une note honorable. Nous ne pouvons qu'encourager tous les germanistes à oser faire de leur allemand un atout pour ce concours par ailleurs exigeant. Aussi, à l'aune de ce cru 2020 très spécial étant donné la crise sanitaire qui a bouleversé les agendas, le jury se permet de rappeler quelques conseils et de soumettre quelques propositions, en espérant que les futurs candidats y trouveront une aide et une motivation supplémentaires.

### 8.2.1 Thème

Comme de coutume pour ce concours, le texte proposé était tiré du roman d'un auteur contemporain et cette année, il s'agissait du Prix Nobel Patrick Modiano, *Encre Sympathique* (Gallimard, 2019) : le narrateur, Jean Eyben, enquête pour le compte de l'agence de détectives « Hutte » sur une femme qui a disparu, Noëlle Lefebvre. Même si l'extrait à traduire était relativement long (longueur dont a tenu compte le jury dans son barème), les difficultés de traduction étaient classiques, tant en ce qui concernait le vocabulaire, que la conjugaison du verbe ou la syntaxe. Par conséquent, seules les traductions non abouties ou comportant des passages non traduits ont été de facto pénalisées. A l'inverse, beaucoup de traductions – la plupart même – a fait preuve de ténacité et d'inventivité pour trouver des équivalents de traduction tout à fait intéressants quand le ou les termes originaux n'étaient pas connus, sans toutefois faire un décalque du français. Nous rappellerons ici un conseil simple : le candidat a tout intérêt, le jour du concours, à commencer par la traduction plutôt que par l'expression écrite, et ne doit pas hésiter, malgré les difficultés rencontrées, à traduire TOUT le texte. Une rapide relecture du texte traduit doit pouvoir éviter non seulement de fâcheuses omissions, mais aussi les fautes d'orthographe parfois déroutantes pour une bonne compréhension :

in den letzten Teigen	in den letzten Tagen
im	ihm
stehlen (a,o ;ie) = voler	stellen = poser
unbequäm	unbequem
verschlegte	verschluckte
argwonisch	argwÖhnisch = méfiant
ändern	anderen (Fragen)
Gesteig	r GeHsteig (-e) = le trottoir ; r Bürgersteig

Ce **conseil de relecture** (rapide, mais très utile) vaut pour les exercices d'expression écrite. La majeure partie des copies montre une assez bonne maîtrise de la syntaxe, de l'ordre des mots dans la phrase et de la ponctuation. En revanche, deux domaines ont particulièrement été mis à mal dans les copies : le présent et le **prétérit** ainsi que le **participe II** des **verbes, forts** en particulier !

laß, lieste, liebte, ließ, leste	las (lesen, las, gelesen ; liest)
eintretet	eintrat (ein/treten (a,e ;i)
schon, scheinete	schien (scheinen)
fiel	fühlte
stahden	standen (stehen, stand, gestanden)
hebte	hob (heben, hob, gehoben)
sprechte	sprach (sprechen, sprach, gesprochen)
stiegte	stieg (steigen, stieg, gestiegen)
wieß, weiße, wisst (man)	weiß (wissen ? man weiß)
sass mich	saß (être assis) setzte mich (s'asseoir)

aufgeht	aufgehoben
eingetritt	eingetreten
gelest	gelesen
angewortet geantworten	geantwortet
gesitzen, gesaßen	gesetzt
anbekommt	angekommen

Et voici ce que l'on pourrait trouver sous les plumes des préparateurs, même non bilingues : Er hatte mich nicht eintreten sehen / er sah mich nicht hereinkommen / und las weiter. Ich wusste nicht (mehr), wie ich meine Frage stellen / formulieren sollte. (Sollte ich) ihm bloß die Postkarte mit dem Namen Noëlle Lefebvre / im Namen von N L/ die von N. L. unterzeichnete/unterschiedene Karte (hin)reichen / hinhalten ? Mich störte diese Rolle, die mich Hutte spielen ließ, / Diese Rolle, die mich Hutte spielen ließ, war mir unangenehm/peinlich und die schlecht/nicht zu meiner Schüchternheit passte. /, denn sie passte schlecht / nicht mit meiner Schüchternheit. /, denn sie war schlecht/nicht mit meiner Schüchternheit vereinbar. Er hob den Kopf zu mir empor. / Er hob den Kopf in meine Richtung. / Er blickte auf. ?Haben Sie / Hätten Sie nicht vielleicht in den letzten Tagen Noelle Lefebvre gesehen?? Mir war, / Mir kam vor, als spräche ich zu schnell / als ob ich zu schnell spräche / Mir schien, dass ich zu schnell sprach, so schnell, dass ich nuschelte / dass ich / die Wörter verschluckte / verschlucken würde / nicht richtig aussprach / nicht artikulieren konnte. ?Noëlle? Nein.? / Eigentlich nicht.? Er hatte so kurz und knapp / so schlicht geantwortet / Seine Antwort war so kurz angebunden, dass ich versucht war, ihm weitere Fragen in Bezug auf / über jene Person zu stellen. / jene Person betreffend. Ich befürchtete aber, / Dabei fürchtete ich aber, sein Misstrauen / seinen Argwohn zu erregen / erwecken / wecken / bei ihm Misstrauen (Argwohn) zu erwecken / zu wecken. / Doch ich hatte Angst, dass er misstrauisch wurde /würde. Ich setzte mich an einen Tisch auf der kleinen Cafétterasse, die bis auf den Bürgersteig hinausging/hinausragte /, die sich bis auf den Bürgersteig/bis zum Bürgersteig erstreckte. Er kam für die Bestellung. Das war ja der richtige Moment/der geeignete Augenblick, mit ihm zu sprechen/reden, /,wo ich mit ihm sprechen konnte / für ein Gespräch /, um mehr darüber zu erfahren / davon zu wissen. Nichtssagende/Harmlose/Unbedeutende Sätze schwirrten mir im Kopf herum / flogen mir im Kopf herum, die von ihm/seinerseits genaue Antworten hätten mit sich bringen können. Ich werde trotzdem auf sie warten. / „Ich werde doch (noch) auf sie warten. Bei Noelle weiß man (ja) nie./ Mit Noelle kann man ja nie wissen”

### 8.2.2 Expression écrite

Le texte de référence cette année a visiblement intéressé et même inspiré la grande majorité des candidat.e.s : il était tiré du site internet du grand hebdomadaire Die Zeit et portait sur l'ouverture à Berlin du « Futurium », un musée interactif « de l'avenir » ?

#### Quelques conseils de méthode

- Pour plus de rapidité, lisez tout d'abord les premières lignes du texte journalistique pour en noter le thème général, puis, dans la foulée, les deux QUESTIONS posées par le jury, auxquelles il faut répondre ! Quelques candidats, aussi rares soient-ils, font, dans un premier temps, un résumé global du texte, et, dans un deuxième temps, en guise de réponse à la deuxième question, reprennent le texte en le citant parfois ? Or, si la première question porte sur le texte et demande une réponse courte (80 mots), la deuxième question, qui est un essai, exige une prise de position personnelle sur un enjeu plus largement défini. Le candidat doit alors se détacher totalement du texte, ne plus y faire référence, mais puiser dans sa culture personnelle pour apporter des exemples qui feront le socle de son argumentation.
- La question 1 portait sur les différents buts recherchés par ce musée d'un nouveau genre (Ziele : la forme était au pluriel !) ; Deux défauts sont apparus dans certaines copies : d'une part, certains candidat.e.s ont tenu à introduire la problématique par une phrase très générale sur la question de l'avenir. Or, il faut répondre directement à la question posée. D'autre part, certains ont cité le texte, ou pire encore les paroles du directeur du musée interviewé : abstenez-vous de tout cela, et rédigez avec vos propres mots en listant les différents aspects évoqués par le texte.
- La question 2 (essai) : tenez compte de la question posée et uniquement de celle-ci' Il n'est pas rare que le candidat reformule la question après une courte introduction. Or une autre formulation du sujet implique parfois d'autres enjeux sur la question. Certes, une accroche (mise en contexte, citation d'un grand philosophe, ...) est bienvenue, mais ensuite, il faut montrer comment votre



réponse va s'articuler, en ouvrant différentes perspectives. Ainsi, la répétition de la question posée par le jury devient même accessoire.

**Contenu**

- Question 1 – La hiérarchisation des différents buts suivis par le Futurium a été appréciée : Das Futurium - oder ?Haus der Zukünfte? - erlaubt 1- eine Grundüberlegung über die Zukunft / 2- eine bessere Selbstkenntnis des Menschen, sowohl auf moralischer (Zusammenleben, gesellschaftliche Beziehungen) als auch konkreter Ebene (Alltagsleben, Essgewohnheiten) / sogar 3- Einwirkung auf die Zukunft, Gestaltung der Zukünfte / 4- Synthese der verschiedenen Wege/Richtungen dieser Zukunft. Ont été sanctionnées du point de vue du contenu les copies qui ont trop largement repris la description du musée lui-même.
- Question 2 – La plupart des essais ont été très intéressants, montrant des connaissances solides sur les grands défis du monde contemporain (Konsum - Hungersnot ? Biodiversität ? nachhaltige Landwirtschaft - KI ? Digitalisierung / Datenschutz ? Flüchtlinge ? Fremdenhass ? Gesundheit ? Corona-Krise - Toleranz ? Frieden ? Schutz der Demokratie, usw.) ainsi que des références culturelles précises et amenées avec pertinence (Max Weber, Heidegger, Nietzsche, Hannah Arendt ?) ; L'essai est compté « hors sujet » lorsqu'il est commentaire du texte journalistique (voir plus haut, conseils de méthode) ou réponse à une tout autre question posée, comme « Wie kann man einen Krieg vermeiden ? » ?

**Forme/Langue : à reprendre !**

Les noms de pays et de villes :

Syria	Syrien
Sweden	Schweden
Chinesa	China
Ägypt	Ägypten
Australia	Australien
In Balears	AUF den Balearen (Inseln)
Palestinen	Palästina
Irak	Der Irak → im Irak (wo ?)
Tokyo / Japan	Tokio / Japan

Le genre des noms : Beaucoup trop de noms neutres dans les copies.

Das Luft	Die Luft (¨-e)
Das Zukunft	Die Zukunft (¨-e)
Das Reichtum	Der Reichtum (¨-er)
Das Macht	Die Macht (¨-e)
Das Erde	Die Erde
Die Umweltschutz	Der Schutz die Umwelt der Umweltschutz

En résumé, pour améliorer votre allemand, un travail systématique sur les formes verbales, le genre des noms ainsi que sur les noms de pays et de villes, mais enfin aussi sur les répositions + cas est nécessaire, et peut se faire de manière autonome et régulière, par exemple à partir 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.

Bonne continuation – und Viel Erfolg !

## 8.3 Arabe

### 8.3.1 Remarques générales

Le jury estime que l'épreuve dans son ensemble a été, cette année contrairement à l'année précédente, moins bien réussie. Il n'empêche que de nombreux candidats ont témoigné d'une bonne maîtrise de la langue et notamment d'une précision lexicale appréciée. Cependant, un certain nombre d'entre eux ne semblent pas avoir été suffisamment préparés à cette épreuve, d'où les difficultés à exécuter la totalité de l'épreuve dans le temps imparti. Par ailleurs, certains n'ont pas été assez conscients que la performance attendue ne se limite pas à une bonne maîtrise de la langue mais exige un entraînement régulier à l'art difficile de la traduction et nécessite le respect des règles méthodologiques propres à chaque exercice et une culture générale indispensable pour traiter la deuxième question de l'expression écrite.

### 8.3.2 Expression écrite

#### Question 1

Bien que la majorité des candidats ait répondu correctement à la question, le jury regrette qu'un certain nombre de copies aient eu recours au plagiat, qui constitue parfois la majeure partie de certaines réponses. Ce procédé est à proscrire absolument. Les candidats doivent faire appel à une expression personnelle fondée sur une bonne interprétation du texte et non se borner à en recopier des fragments. La question posée, cette année, invitait les candidats à dégager les différents arguments avancés par l'auteur de l'article expliquant le désintérêt que manifestent les jeunes marocains à l'égard de la politique. Si une réponse exhaustive n'était pas obligatoire, le jury s'attendait à ce que les candidats évoquent plusieurs éléments clés présents dans le texte. Or cela n'a pas toujours été le cas, ce qui a fait perdre de précieux points à beaucoup de candidats. 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 ou un commentaire personnel.

#### Question 2

L'essai, certes court, n'en obéit pas moins à des règles strictes : une introduction, même très brève, pour formuler la problématique ; 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. La question posée cette année invitait les candidats à expliquer comment les réseaux sociaux influencent le rapport qu'entretient la jeunesse arabe avec la politique, en dégageant les aspects positifs et négatifs qu'implique ce rapport d'influence. Le jury déplore dans de nombreuses copies l'absence d'introduction ou/et de conclusion. Le jury a pénalisé les copies dont la réponse est constituée d'une seule traite sans paragraphe.

A ce propos, le jury invite les candidats à procéder à une analyse serrée et rigoureuse de l'énoncé pour élaborer un plan afin de les aider à concevoir une réponse structurée et organisée. D'ailleurs, c'est cette absence de plan qui a conduit plusieurs candidats à traiter la question posée de façon très inégale et donc superficielle en s'attardant trop longtemps sur ses aspects positifs et en ne faisant qu'effleurer

ses aspects négatifs. Signalons aussi qu'un nombre important de copies s'est contenté de reproduire scrupuleusement les exemples du texte sans rien proposer d'autre que ce que l'article contient déjà.

Dans ce type d'exercice, le jury évalue la capacité des candidats à produire un discours logique et nuancé ainsi que la culture générale personnelle sans parler naturellement du niveau de langue et de la richesse du vocabulaire. Comme le signale le jury tous les ans, le non-respect du nombre de mots pour les deux questions d'expression est fortement sanctionné.

### 8.3.3 Thème

L'extrait proposé cette année était tiré du roman de Mahi Binebine, *Le fou du roi*, paru chez Stock en 2018. Le jury a constaté que le niveau de français de beaucoup de candidats laisse à désirer, ce qui explique certainement le nombre important de traduction partielle voire lacunaire sans parler des traductions aberrantes. On ne le redira jamais assez, la maîtrise du français 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 « L'Etoile de l'Orient », traduit par : « نجمة الغرب » au lieu de « كوكب الشرق » 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. 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 :

- a - la traduction qui confine au calque (exemple : « la divine Oum Kalsoum » traduit par الإلهية أم كلثوم au lieu de المطربة الكبيرة / العظيمة ou au non-sens (« leur intima l'ordre » traduit par « أمرهم بسرية » au lieu tout simplement de « أمرهم ») ;
- b - la lecture hâtive à cause de laquelle certains candidats ont pris un terme pour un autre (le poète de la Rouge : qui s'est transformé en « الشاعر الأحمر ») ;
- c - une mauvaise compréhension du texte qui a conduit la quasi-totalité des candidats à commettre un contresens, à quelques exceptions près, comme en témoigne le passage suivant : « Après son départ » traduit par : إثر رحيله au lieu de إثر رحيلها , car il s'agit d'Oum Kalsoum.

Enfin, des omissions, au grand dam du jury, ont été constatées, même dans de très bonnes copies telles que « la cantatrice » / « المطربة/المغنية » ; « l'illustre poète » / « الشاعر المرموق » ; « naguère » / « سابقا/ قديما/ منذ زمن غير بعيد » .

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

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

## 8.4 Espagnol

Une note très basse indique que la copie comporte de nombreux barbarismes et/ou des lacunes grammaticales : une méconnaissance de la conjugaison, de la concordance des temps, de l'utilisation des prépositions...

### 8.4.1 Thème

Le texte choisi pour la traduction présentait des difficultés tout à fait abordables pour des candidats entraînés à cet exercice. L'utilisation du passé simple, de la concordance supposait une connaissance appropriée du système verbal espagnol (par exemple : Si un employeur avait parlé (...)elles auraient hurlé... : Si un empleador hubiera hablado (.....) habrían puesto (...); l'accentuation verbale relève en espagnol d'une règle bien précise qu'il faut respecter.

Voici quelques exemples de bonnes traductions attendues :

- L'emploi de « lo » lorsque « todo » est COD : « Paul lo preparó todo ? »
- Le verbe « pensar » est suivi de la préposition « en ».
- A devant le COD de personne « encontrar a una niñera ».
- Lorsque l'on veut exprimer un futur après « cuando » il faut utiliser le présent de subjonctif en espagnol : « cuando hagas las entrevistas »

Le vocabulaire basique (se plaindre, remercier, conseil, trouver terrible) a donné lieu à des traductions maladroites.

### 8.4.2 Expression écrite

L'article proposé cette année, avait été publié dans El País le 11/08/2019. Le journaliste y évoque la situation critique dans laquelle se trouvent les journalistes mexicains qui sont menacés ou tués à cause des informations qu'ils divulguent dans la presse. L'auteur évoque plusieurs cas précis et souligne que l'arrivée au pouvoir de Andrés Manuel López Obrador ne semble pas mettre un frein à cette situation. La première question de compréhension a permis de vérifier si chaque candidat avait saisi la problématique des journalistes au Mexique. L'énoncé amenait le candidat à répondre en restructurant les informations. Il fallait absolument éviter la paraphrase du texte en guise de réponse.

La seconde question invitait le candidat à mener une réflexion sur les conséquences de cette situation pour la presse mexicaine. Les correcteurs ont apprécié les copies qui ont mis en avant le problème de la corruption des élites mais aussi le rôle des cartels. La culture générale du candidat ainsi qu'une réponse organisée et rédigée dans un espagnol soigné ont fait la différence. Il est impératif que les candidats soient capables d'argumenter à partir d'exemples tirés de l'actualité. Les candidats doivent donc suivre l'actualité du monde hispanique afin de présenter des exemples concrets.

Pour finir, les correcteurs rappellent qu'il est indispensable de respecter le nombre de mots imposé pour chaque réponse : cette consigne permet d'observer dans la copie les qualités de synthèse du candidat. De plus, les correcteurs attendent un vocabulaire riche et varié qui rend les propos des candidats plus précis.

## 8.5 Italien

### 8.5.1 Considérations générales

Pour la session 2020, 35 candidats ont choisi l'Italien dans le cadre de l'épreuve écrite de Langue Vivante. L'éventail des notes attribuées (de 06,5 à 18,75) atteste de la grande disparité des copies, mais aussi d'une bonne moyenne (13,05).

11 copies sont d'un très bon niveau et obtiennent une note égale ou supérieure à 15/20. 18 copies ont une note comprise entre 11 et 14,75/20. 6 copies ont eu une note égale ou inférieure à 10,75/20. La moyenne générale de l'épreuve est donc très satisfaisante.

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

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

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

### 8.5.2 Observations sur la session 2020

Pour les deux exercices, les sujets de la session 2020 étaient les suivants :

#### Le thème

Le thème proposé était un extrait des *Contes de la montagne*, de Erckmann-Chattrian.

Le texte permet d'évaluer l'acquisition d'un certain nombre de points de grammaire courants, tant au niveau morphologique que syntaxique. Au niveau lexical, les termes courants ne devaient pas poser de problèmes aux candidats notamment le lexique concernant la nature (ciel, forêt, les vignobles), des adjectifs simples (beau, harmonieux, pur, gras), des verbes élémentaires (apprendre, courir, écouter, revenir, songer, vivre, voyager...).

On relèvera notamment les formes de l'indicatif, les adjectifs possessifs, l'enclise du pronom à l'impératif, les pronoms indéfinis « on », « niente » et « chacun »,... Les quelques difficultés lexicales pouvaient aisément être contournées par l'usage de synonymes ou de périphrases. On a pu aussi vérifier l'aisance et l'habileté des candidats dans les quelques cas où la structure de la phrase française ne pouvait être reproduite.

#### Expression écrite

Les candidats étaient invités à réfléchir sur un article de Vera Martinella, « Questione di pelle, De Luca, l'Italia che fa scuola con la medicina rigenerativa », publié le 3 novembre 2018 dans le *Corriere della sera*.

Cet article présente l'excellence italienne dans le domaine de la thérapie génique en médecine régénérative. La journaliste brosse le portrait de Michele De Luca, scientifique de renommée mondiale, connu pour ses recherches sur les cellules souches épithéliales qui a reçu en 2018 le prix international « Lombardia è ricerca » avec son équipe italo-allemande. Les recherches du scientifique avaient permis de guérir Hassan « l'enfant papillon » atteint d'épidermolyse bulleuse, il y a quelques années.

Le sujet ne devait pas dérouter les candidats, invités à relever, dans la première question, les défis de la science dans ce domaine médical spécifique.

La seconde question, comme il se doit, propose aux candidats d'argumenter personnellement sur les progrès de la médecine et les dangers possibles de la science en général.

À l'exception de quelques très belles copies, la traduction a été moyennement réussie : beaucoup de fautes d'orthographe, de gallicismes et de non sens. Les candidats ont fait l'impasse sur des mots, comme « rendita » traduit par \*rento ; « vignoble » traduit par \*luvola, \*vigni, \*vignole ; « les coudées » traduit par \*codi ; « le Titien » traduit par \*Tito, \*Titino. Cela a horrifié le jury.

On a dû regretter la méconnaissance, chez certains candidats, de la traduction de certains verbes de base, à titre d'exemple, « peindre », « dessiner », « songer », « revenir » tout comme leur conjugaison

pourtant essentielle pour la bonne compréhension d'un texte.

Il faut faire plus attention aux formes les plus élémentaires de la conjugaison des verbes au présent, au passé simple, au futur de l'indicatif tout comme le participe passé.

Dans quelques copies, ont été sanctionnées également des omissions de traduction parfois un mot, parfois même un groupe de mots.

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.

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.

### 8.5.3 Conseils

A l'adresse des futurs candidats, on ne peut que rappeler ici quelques conseils utiles pour bien se préparer à cette épreuve. Il importe de multiplier, en cours d'année, les exercices d'entraînement, tant pour le « Thème » que pour la partie « Expression écrite ». 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.

## 8.6 Russe

### 8.6.1 Remarques générales

En 2020, 16 candidats ont choisi le russe à l'épreuve écrite de Langue Vivante. Rappelons les modalités de l'épreuve écrite de Langue Vivante. Pour le russe, comme pour les autres langues, elle est composée de deux activités distinctes.

D'abord, il s'agit de l'expression écrite, qui repose sur deux questions : la première est une question de compréhension et permet de s'assurer que le candidat a bien saisi le sens des idées développées dans le texte ; la seconde est une question dite d'ouverture, car elle invite le candidat à une analyse plus personnelle, à partir d'un sujet qui est toujours en rapport avec le texte proposé et en constitue dès lors un prolongement. En règle générale, le texte choisi par le jury est extrait de la presse et comporte 300 à 400 mots selon les complexités relatives de la thématique et du lexique.

Pour une meilleure différenciation des deux questions, la première doit comporter 80 mots ( $\pm 10\%$ ) et la seconde, 180 mots ( $\pm 10\%$ ).

Les réponses aux deux questions représentent 60% de la note de langue.

La deuxième activité est un exercice de traduction ; il s'agit d'un thème, épreuve pour laquelle le jury propose habituellement un court extrait de roman ou d'essai contemporains, d'un article de presse. Cet extrait est généralement d'une longueur variant de 150 à 200 mots et compte 40% pour la note finale.

### 8.6.2 Remarques particulières

#### Expression écrite

A la session 2020, le texte de l'épreuve d'expression écrite était consacré portait sur la pollution de la planète par les ordures ménagères et la nécessité de chercher des solutions urgentes au problème. C'était un article de Denis Dragounski paru sur le site du journal Gazeta.ru le 29.06.2019. Il était présenté dans une version abrégée. En répondant à la première question, le candidat devait dire avec ses propres mots ce qu'il avait appris dans le texte. Il n'était surtout pas demandé de donner son avis personnel ou de se référer à des informations autres que celles proposées dans l'article. La majorité des candidats ont bien compris la question et le texte, et ont répondu conformément à la règle. Ceux qui ont cité des fragments du texte, en revanche, n'ont pas respecté la consigne. La deuxième question (« Êtes-vous d'accord avec l'auteur en ce qui concerne les causes du problème ? Quelles solutions pourriez-vous proposer ? ») invitait les candidats à formuler une problématique liée au sujet et de donner leur opinion personnelle à travers une prise de position claire. Quelques références culturelles pertinentes et des exemples tirés de la connaissance du monde devaient étoffer le propos du candidat. Dans un essai, on demande au candidat d'éviter tout lieu commun ou toute évidence. Une bonne réponse suppose des ouvertures. Pour cette raison, la réflexion au sujet d'un article, misant moins sur les progrès technologiques dans le domaine de l'environnement que sur la révision des pratiques comportementales de l'homme, pouvait inclure des hypothèses en la matière, et leur critique. Il était également possible de formuler un avis sur la dernière phrase du texte : « ... **проснувшись утром, приводить в порядок свою планету** » qui est une citation adaptée du Petit Prince d'Antoine de Saint-Exupéry.

Or, certains candidats se sont limités à énumérer les moyens de lutte évidents contre la pollution sans proposer une argumentation proprement dite ni porter un jugement personnel. Notons à ce propos 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

La traduction du français vers le russe portait sur un extrait du roman de Patrick Modiano, *Pour que tu ne te perdes pas dans le quartier* (Gallimard, 2014), qui décrit une scène dynamique : les personnages arrivent à la gare de Lyon pour prendre un train. L'expression du mouvement en russe étant basée sur plusieurs éléments formant un système, il était particulièrement important d'envisager l'extrait à traduire comme un tout et non pas comme une suite de phrases autonomes.

- C'est en adoptant cette approche qu'il est possible de voir que le trajet décrit dans le texte – du parvis de la gare jusqu'au wagon – présente les caractéristiques d'un *déplacement unidirectionnel*, ce qui est primordial pour le choix des verbes de mouvement simples (sans préfixe). Ceux-ci ne peuvent être que *déterminés*.

Pour cette raison, la phrase « Il était difficile de marcher sur le trottoir devant la gare et à l'intérieur dans le grand hall » devait être traduite avec le verbe *идти* et non pas *ходить*...

→ *Было трудно идти по тротуару перед вокзалом...*

De même : « Le frère d'Annie portait les valises », → *Брат Анни нёс чемоданы* et non pas *носил*

- Pour marquer en russe le début d'un déplacement ou un nouveau départ (après une pause), on recourt généralement à l'emploi d'un verbe déterminé préverbé de *no-*. Il fallait s'en souvenir en traduisant la phrase suivante : « Ils étaient en retard, ils avaient couru jusqu'au quai, elle lui serrait très fort le poignet pour qu'il ne se perde pas dans la foule ». Avant de courir jusqu'au quai, les personnages s'étaient arrêtés au guichet pour acheter des billets, or maintenant il y a une nouvelle étape dans leur déplacement, un « nouveau départ », *Они опаздывали и побежали на перрон / Опаздывая, они побежали ...*
- En traduisant les verbes de déplacement, simples ou préverbés, il faut non seulement penser à l'opposition *déterminé / indéterminé* (pour les simples) ou *perfectif / imperfectif* (pour les préverbés), mais également aux particularités syntaxiques de leur emploi. Dans la phrase « Le frère

d'Annie les avait conduits en voiture à la gare de Lyon », l'élément « (il les) avait conduits » peut être traduit par *довёз* ou *привёз*. Cependant, selon le verbe russe choisi, les compléments qui en dépendent ne seront pas construits de la même façon :

*Брат Анни довёз их на машине до Лионского вокзала (довезти до) / Брат Анни привёз их на машине на Лионский вокзал (привезти в/на)*

- Il va de soi qu'après un verbe de déplacement, un complément de lieu introduit par les prépositions *в/на* est un complément de direction employé au cas accusatif. *привёз на → Лионский вокзал*
- En employant les verbes de position (équivalents de « mettre », « poser »), il ne faut pas oublier qu'en russe ils sont choisis suivant la position que prend l'objet (à plat, debout ou accroché). Pour cette raison, la bonne traduction de la phrase « il restait avec le frère d'Annie qui avait posé les valises » est :  
*он остался с братом Анни, который поставил чемоданы на пол*  
(et non pas *положил* emploi non justifié dans ce contexte).

Quelques autres remarques.

- Les prénoms étrangers (dont français) ne sont jamais traduits. On ne peut pas remplacer Annie par *Аня*. Les prénoms, mais également les noms, sont transcrits dans la traduction suivant leur prononciation dans la langue d'origine. Annie sera transcrit *Анни*, Jean *Жан*. (Certains prénoms féminins peuvent être russifiés par l'adjonction de « а » : Jeanne *Жанна*, Françoise *Франсуаза*, mais cela ne change pas la règle générale).

Attention : les lettres non prononcées dans la langue d'origine ne doivent pas être transcrites : Astrand *Астран*.

Les voyelles nasales sont rendues d'habitude par une voyelle respective (а, о...) + Н :

*Jean → Жан, Simon → Симон, mais Simone → Симона.*

- En traduisant les pronoms personnels, il est nécessaire de se rendre compte que leur emploi dans un texte peut être ambigu, comme ici : « Son frère avait déposé les deux valises à l'entrée du wagon et avait embrassé Annie. Et puis, il lui avait souri et lui avait dit à l'oreille : « Rappelle-toi bien ? Tu t'appelles Jean Astrand ». Malgré l'apparence, le pronom « lui » ne se rapporte pas à Annie, mais au troisième personnage de la scène qui est un homme. Il est possible de le deviner grâce au contexte et au fait que c'est ce personnage qui va dorénavant être appelé Jean Astrand *И потом он улыбнулся ему и сказал на ухо...*
- En russe, l'information nouvelle (portant l'accent logique de l'énoncé) est généralement contenue dans les derniers mots de la phrase. Il est nécessaire de s'en souvenir pour bien choisir l'ordre des mots dans la traduction. Voyons cette proposition : « Du monde dans le couloir ». Qu'est-ce qui y importe le plus ? La réponse à cette question nous permettra d'établir le bon ordre des mots. D'après l'auteur, le wagon où étaient montés les personnages n'était pas vide, il y avait « du monde ». La bonne traduction sera donc *В вагоне (в коридоре/в проходе) был народ / было много народу / былолюдно*. et non pas *Народ в коридоре*.

Pour conclure, soulignons que dans ce genre d'exercices, il s'agit de transmettre au lecteur le sens le plus exact possible du message et non de faire correspondre les unités lexicales. Ainsi le jury apprécie-t-il particulièrement les candidats qui n'ont pas traduit le texte mot à mot et ont pris le risque de faire preuve de recherche et de créativité.

### 8.6.3 Conseils

Rappelons comme chaque année, à l'adresse des futurs candidats, quelques conseils utiles pour bien se préparer à cette épreuve. Il importe de multiplier, en cours d'année, les exercices d'entraînement, tant pour le Thème que pour la partie Expression. Les efforts doivent porter en toute priorité sur la correction de la syntaxe et une connaissance scrupuleuse de la morphologie (conjugaisons et déclinaisons). Une



attention tout aussi sérieuse doit être accordée à la variété et à la précision du lexique, conditions indispensables pour éviter les pièges de la traduction et pour servir une pensée claire et un discours organisé.

Tous les mots doivent être bien orthographiés. Les écritures comme :

*опаздовать, поцеловать, послы, предложить* ,

sont sanctionnées par le retrait des points.

Il importe également de se souvenir que, dans les exercices écrits, il est indispensable de respecter les règles de ponctuation qui sont strictes en russe, mais souvent négligées dans l'apprentissage du russe en France. En voici les plus importantes. Contrairement au français, en russe on ne sépare pas par une virgule les compléments circonstanciels en début de proposition,

*Через час... / В Париже... / В этой далекой стране ...*

En revanche, il faut mettre une virgule devant les conjonctions *а, но, однако* (expression de l'opposition), mais également devant *чем et как* introduisant une comparaison.

On marque par une virgule la majorité des tournures participiales et gérondivales (participe ou gérondif + complément). Il faut également séparer par une virgule :

- les propositions coordonnées reliées par *и* (et d'autres conjonctions) au sein d'une phrase complexe ;
- la proposition principale et la subordonnée ; cette dernière est généralement introduite par *что, чтобы, который, когда, где, как, так как, потому что...*

Les candidats doivent être conscients que la qualité de la langue sous toutes ses formes (lexique, grammaire, style, ponctuation) est un critère essentiel de la notation pour l'ensemble des exercices.



## 9 Annexe - Exemple de dissertation rédigée

Lors d'une conférence se tenant à Paris le 10 avril 1870, Jules Ferry, alors député de Paris, soutient que « l'inégalité d'éducation est le plus grand obstacle que puisse rencontrer la création de mœurs vraiment démocratiques », posant ensuite une première condition à la propagation d'une vraie réforme démocratique dans le monde « qu'une certaine éducation soit donnée à celui qu'on appelait autrefois un inférieur, à celui qu'on appelle encore un ouvrier, de façon à lui inspirer ou à lui rendre le sentiment de sa dignité ». Un demi-siècle plus tard, John Dewey lui emboîte le pas et généralise son propos, en faisant de l'éducation de tous une condition *sine qua non* à l'implication nécessaire du citoyen dans une démocratie saine. Dans sa préface à l'œuvre de John Dewey : *Démocratie et éducation*, Joëlle Zask écrit que pour lui, en démocratie, « le citoyen est toujours un élève ; car il ne demeure un citoyen que s'il conserve sa capacité d'initiative et d'action dans un monde complexe qu'il ne comprend pas automatiquement et dont il doit acquérir au fur et à mesure la connaissance ». La thèse de John Dewey, récapitulée ici par Joëlle Zask, est la suivante : en démocratie, le citoyen doit chercher à comprendre constamment le monde qui l'entoure. Cet effort de compréhension est la preuve de son esprit civique, en ce sens qu'il lui donne la possibilité d'être acteur de la démocratie. Notre citation repose dans un premier temps sur une affirmation assez péremptoire que l'auteur va s'attacher à expliquer et à compléter dans un second temps : le citoyen en démocratie est « toujours un élève ». L'adverbe employé laisse entendre que la situation d'apprenant d'un enfant ou d'une jeune personne lors de son éducation (notamment au sein d'un établissement scolaire) doit se pérenniser dans sa vie d'adulte, lorsqu'il devient un citoyen, membre à part entièrement de la communauté politique. La présence de la conjonction de coordination « car » entre les deux éléments de la phrase indique que ce qui suit est destiné à expliquer pourquoi le citoyen doit se considérer comme constamment en formation : il ne comprend pas spontanément le monde dans lequel il vit, d'où la nécessité d'en « acquérir » progressivement « la connaissance », d'observer et de saisir ses mécanismes. Cela est présenté comme absolument nécessaire, avec l'emploi du verbe « devoir », pour « conserver une capacité d'initiative et d'action », elle-même nécessaire pour demeurer un citoyen digne de ce nom. Ainsi, pour John Dewey, si le citoyen en démocratie doit apprendre, et notamment comprendre le monde complexe dans lequel il évolue, c'est d'abord que le monde démocratique n'est pas facilement déchiffrable. Il lui faut donc produire un effort pour en saisir la « complexité ». Cette posture d'apprenant, désireux de comprendre un monde composé d'éléments si divers que l'esprit peine à les saisir, est dans notre citation consubstantielle au statut de citoyen comme l'indique la négation restrictive. Les deux verbes employés alors (« demeure » et « conserve ») indiquent que l'on pourrait perdre son statut fondamental de citoyen (comprendre de « bon citoyen », de « véritable citoyen »), si l'on perdait sa « capacité d'initiative et d'action », elle-même liée à une capacité à comprendre. L'acquisition de connaissances sur le monde qui nous entoure permet par conséquent au « citoyen-élève » d'être un véritable acteur de la démocratie. Cette analyse de notre citation nous invite à nous demander s'il faut, comme le soutient John Dewey, considérer le citoyen comme un éternel élève, dans la mesure où, ayant du mal à saisir spontanément le monde démocratique qui se dessine autour de lui, il doit constamment apprendre pour être à même de participer. En d'autres termes, le citoyen doit-il se considérer comme éternellement en situation d'apprentissage, posture qui lui permettrait de trouver les professeurs nécessaires pour comprendre les mécanismes compliqués du monde qui l'entoure et de participer efficacement à son édification ? Partant, celui qui perd sa capacité à apprendre, nécessaire pour déchiffrer le système complexe dans lequel il évolue, risque-t-il, faute de le comprendre parfaitement, de ne plus pouvoir agir, perdant du même coup sa qualité de vrai « citoyen », acteur de la démocratie ?

À la lumière des deux pièces d'Aristophane, *Les Cavaliers* et *L'Assemblée des femmes*, de la quatrième partie du tome II de l'essai d'Alexis de Tocqueville *De La Démocratie en Amérique*, et du roman de Philip Roth, *Le Complot contre L'Amérique*, nous montrerons d'abord que, comme le soutient John Dewey, le citoyen doit être considéré comme un élève tout au long de sa vie, afin de pouvoir saisir les mécanismes complexes d'un univers démocratique dans lequel il doit s'investir. Dans un

deuxième temps, nous envisagerons les dangers que fait néanmoins courir cette posture à l'autonomie intellectuelle du citoyen. Enfin, nous verrons que si le terme « élève » doit sans doute être modifié, le travail d'un citoyen actif, qui s'attache à progresser par lui-même dans sa compréhension d'une démocratie mouvante, n'est pas à remettre en cause.

Certes, comme le soutient John Dewey, en démocratie, le citoyen est en perpétuel apprentissage. Comprendre le monde complexe dans lequel il vit, avoir à cœur d'en saisir progressivement les mécanismes et le sens, est nécessaire pour qu'il demeure un véritable acteur de la démocratie.

En effet, le monde politique qui nous entoure est complexe : il faut se méfier de toute simplification pour pouvoir intervenir sainement et conserver sa capacité de réagir. Tocqueville explique que l'État peut malheureusement avoir intérêt à simplifier les lois qu'il met en place, car cela lui donne moins de travail. « Tout gouvernement central adore l'uniformité ; l'uniformité lui évite l'examen d'une infinité de détails dont il devrait s'occuper, s'il fallait faire la règle pour les hommes, au lieu de faire passer indistinctement tous les hommes sous la même règle » (p. 102). Le citoyen aimant de son côté spontanément la simplicité, ils trouvent sur cette base un accord, fondé sur une « communauté de sentiments », une « secrète et permanente sympathie », qui néanmoins nuit à la capacité d'action du citoyen en favorisant la centralisation : « En politique, d'ailleurs, comme en philosophie et en religion, l'intelligence des peuples démocratiques reçoit avec délices les idées simples et générales. Les systèmes compliqués la repoussent, et elle se plaît à imaginer une grande nation dont tous les citoyens ressemblent à un seul modèle et sont dirigés par un seul pouvoir » (p. 88).

Chez Philip Roth, Lindbergh se flatte d'être cet homme comme les autres, qui n'a « pas besoin de prendre de grands airs ni d'employer de grands mots ». Il simplifie à outrance les problématiques internationales, en prononçant des discours très courts et basiques : « discours de cinq phrases » (p. 85), discours de « cinquante-trois mots en comptant le A, initiale d'Auguste » (p. 52), dont la simplicité est le signe d'une réflexion minimaliste et manipulatrice, fondée sur le désir de paix des Américains, qui ne réfléchissent pas aux compromissions que cela implique : « Tel était son message, toujours succinct. [...] C'est simple, vous avez le choix entre voter Lindbergh ou voter pour la guerre » (p. 53). Même simplification de la part du charcutier devant le Conseil dans *Les Cavaliers* : « Depuis la déclaration de la guerre, les anchois n'ont jamais été à si bon marché » (p. 97). Les Bouleutes sont ensuite très prompts à refuser la proposition de paix du délégué de Lacédémone. « D'une seule voix », ils le considèrent comme un « imbécile ». « Nous n'avons pas besoin de la paix », puisque « nous avons ici les anchois pour rien » (p. 98). Ainsi, la simplification des enjeux politiques ne permet pas au citoyen peu éduqué de tout comprendre, la réalité étant complexe. Faute de percevoir cette complexité, il est incapable de choix éclairés.

A *contrario*, en faisant l'effort d'acquérir la connaissance de ce monde complexe qui lui échappe au premier abord, en acquérant une forme de culture, le citoyen peut agir sciemment et non à l'aveugle. La connaissance des mécanismes démocratiques est notamment nécessaire pour en saisir la subtilité et la complexité. Le charcutier s'estime incapable de représenter l'État, n'ayant « pas fait ça d'étude » (p. 65). La réponse que lui fait le serviteur, qui relève de l'antiphrase, laisse entendre qu'il faut, pour bien décider, avoir « une bonne culture » et « une bonne éducation », non être « un ignorant » (p. 65).

Pour Tocqueville, « dans tous les temps, les lumières servent aux hommes à défendre leur indépendance », et « cela est surtout vrai dans les siècles démocratiques. [...] il faut aux hommes beaucoup d'intelligence, de science et d'art, pour organiser et maintenir, dans les mêmes circonstances, des pouvoirs secondaires, et pour créer, au milieu de l'indépendance et de la faiblesse individuelle des citoyens, des associations libres qui soient en état de lutter contre la tyrannie sans détruire l'ordre » (p. 112). L'intelligence et le savoir sont donc nécessaires à l'homme démocratique s'il veut rester libre. Selon Bess, c'est sciemment que Shepsie Tirschwell, monteur-projectionniste au cinéma d'actualités du *Newsreel*, a décidé d'émigrer avec sa famille au Canada : « Il visionne les actualités à longueur de journée [...]. Il a pris cette décision parce qu'il est bien informé » (p. 286). Herman s'appuie lui-même sur les séances auxquelles il emmène ses garçons pour « compléter [leur] éducation » (p. 263) et leur faire prendre conscience de la nécessité

de s'investir pour leur pays, de mener une vraie « lutte » (p. 273) : « [...] après la séance, il nous donnait les mêmes leçons d'instruction civique. En démocratie, le devoir majeur du citoyen est de se tenir au courant de l'actualité, et on n'est jamais trop jeune pour se tenir informé des nouvelles du moment » (p. 263). Lui-même utilise le vote dont il a bien saisi les enjeux pour faire entendre son avis dans le débat démocratique : il n'a « jamais raté un seul scrutin » et est capable d'énumérer les votes auxquels il a pris part et de les analyser (p. 409). Il compte sur les représentants du pouvoir judiciaire, sur le vote, pour faire valoir les droits des Juifs : « Il y a encore une Cour suprême, dans ce pays, et grâce à Franklin Roosevelt, elle est libérale, et elle est là pour veiller sur nos droits. Il y a le juge Douglas, il y a le juge Frankfurter, il y a le juge Murphy et le juge Black, et ils sont là pour faire appliquer les lois. Il y a encore des types bien dans ce pays. Il y a Roosevelt, il y a Ickes, il y a le maire La Guardia. En novembre, on aura des élections au Congrès. On a encore des urnes, les gens votent » (p. 286-287). C'est aussi grâce à sa connaissance de la Constitution que Bess se rebelle avec confiance contre la loi de peuplement : « Le gouvernement n'a pas le droit de faire ça. On ne peut pas forcer les gens à plier bagage ; je n'ai jamais vu ça dans aucune constitution » (p. 300). Dans *Les Cavaliers*, Démos argue qu'il a très bien compris comment punir par le biais du vote ceux qui « s'imaginent assez malins pour le tromper » : « Vous pouvez juger comme je m'y connais. [...] Je leur fais dégorger de force tout ce qu'ils m'ont volé en leur enfonçant dans la bouche l'entonnoir de l'urne » (p. 136). Pouvoir agir, c'est avoir compris les enjeux de notre démocratie, comment elle fonctionne, ce qui passe par l'éducation, comme en témoigne le voyage à Washington organisé par les parents Roth. D'ailleurs, empêcher l'accès de certains à l'instruction, c'est les empêcher sciemment de développer les capacités analytiques nécessaires à une opposition efficace au pouvoir. On fait notamment « sans le dire » en sorte de « limiter de façon draconienne l'accès des Juifs à l'université et aux grandes écoles » (p. 25). L'importance d'être éduqué, d'acquérir des connaissances sur le monde qui nous entoure et sur le système même est par conséquent nécessaire pour prendre part efficacement à notre démocratie.

Le citoyen doit donc apprendre pour pouvoir agir. Il est « toujours un élève », ayant à cœur de s'entourer de personnes éclairées, de professeurs qui le guident pour prendre les meilleures décisions possibles. Ainsi, les Roth qui convoquent chez eux « une cellule de crise » pour décider de la meilleure stratégie à adopter face à la volonté de La Metropolitan de muter les agents d'assurance juifs, invitent des personnes susceptibles de les guider (notamment Monroe Silverman, qui vient d'ouvrir un cabinet d'avocats) et excluent Hyman Resnick, le rabbin du quartier, au motif qu'« il faut bien reconnaître que c'est pas une lumière » (p. 316). Tout Américain devrait avoir l'opportunité d'être guidé, éduqué : le père Flanagan, « célèbre prêtre », découvert par la famille dans le film avec Spencer Tracy *Des Hommes sont nés*, fait l'admiration de nombreux Américains qui font ensuite des dons à son « Village des Garçons ». Il sert de guide à des « gamins des rues, certains d'entre eux déjà voleurs et petits gangsters et il les ramène à sa ferme où ils sont nourris blanchis et instruits ; où [...] ils apprennent à être de bons citoyens », leur tenant « lieu de père à tous » (p. 496). Les États-Unis ont profité selon Tocqueville des connaissances des Anglais qui sont venus « fonder dans les déserts du Nouveau Monde une société démocratique », connaissances qui leur permettaient de participer activement à la vie politique de leur pays. Ils « s'étaient tous habitués dans la mère patrie à prendre part aux affaires publiques ; ils connaissaient le jury », étaient habitués à lire la presse, connaissaient le droit et avaient ainsi l'habitude « d'y recourir ». En suivant leur exemple, les Américains se sont accoutumés à défendre leur liberté : « Ils transportèrent en Amérique ces institutions libres et ces mœurs viriles, et elles le soutinrent contre les envahissements de l'État » (p. 108). Notre philosophe, qui adopte une posture de guide face à son lecteur, l'alerte lui aussi sur les conséquences de son ignorance laquelle mènerait à une forme de servitude : « La concentration des pouvoirs et la servitude individuelle croîtront donc, chez les nations démocratiques, non seulement en proportion de l'égalité, mais en raison de l'ignorance » (p. 112). Il conseille aux peuples démocratiques de s'intéresser plus précisément aux procédures judiciaires, aux « formes », « si utiles à la liberté » (p. 174) : « Il faut que nous ayons un culte éclairé et réfléchi pour elles » (p. 176). Dans *L'Assemblée des femmes*, Praxagora prend la

tête d'un groupe de femmes peu éduquées, notamment incapables de s'exprimer sans dévoiler leur qualité de femmes. Elle les mène à « s'exercer comme il faut », veut que tout soit « réglé dans le détail » (p. 173). Elle semble par sa « compétence » un guide légitime qui doit « donner les instructions supplémentaires » aux femmes décidées à œuvrer pour le peuple. Elle est certaine d'être un bon professeur : alors que le chœur l'engage à faire preuve de sa « volonté réfléchie », d'un « esprit inventif », de « quelque combinaison ingénieuse » pour « poursuivre la réalisation » de ses objectifs, elle répond avec assurance : « Sûrement, j'enseignerai des choses utiles, c'est ma conviction » (p. 203). Sa connaissance des mécanismes démocratiques lui permet de prétendre « mettre la main sur les affaires de la cité pour lui faire ainsi un peu de bien » (p.167). Dans *Les Cavaliers*, Démos s'en remet assez vite au charcutier pour l'éclairer : « – Tu sais ce qu'il te faut faire ? – Dis-le moi et je le saurai » (p. 137). Dans son désir d'apprendre, le « citoyen-élève » choisit donc des mentors qui lui fournissent les connaissances nécessaires à son implication en démocratie. Il est guidé par ceux qui savent, ou ceux qui sont plus experts que lui.

Cette première partie de notre travail semble donc justifier le statut d'élève que John Dewey assigne au citoyen en démocratie. Sans doute tenté par des simplifications abusives, il doit au contraire s'évertuer à comprendre la complexité du monde qui l'entoure, ce qui le mène à accorder sa confiance à des professeurs. Il pourra alors participer activement au système démocratique.

Néanmoins, cette image d'un citoyen placé en perpétuelle posture d'élève, qui ne mériterait pas son statut de citoyen s'il refusait cet effort de compréhension guidée, peut, à la lumière de nos œuvres, sembler contestable. Premièrement, considérer le citoyen comme un éternel élève peut revenir à le placer sous la tutelle d'un maître à penser. L'élève peut même considérer que celui-ci, ayant fait preuve d'un savoir supérieur, doit être idolâtré. Tocqueville déplore cette forme d'adoration pour « la plupart de nos princes » qui veulent « conduire et éclairer » leurs administrés, lesquels, en retour, appellent « dans tous leurs besoins » le pouvoir « à leur aide, attachant à tout moment sur lui leurs regards comme sur un précepteur ou sur un guide » (p. 125). Dans le roman de Philip Roth, ce sont les yeux des passants ébahis qui se lèvent vers le ciel pour admirer l'habileté du président conduisant le mythique Spirit of Saint Louis : « C'est le président ! C'est Lindy ! », « Hourra, hourra pour Lindy ! » (p. 115). Tel le phénix qui renaît de ses cendres, il sort « sain et sauf de son avion intact » alors qu'on avait annoncé l'explosion de l'appareil en plein vol (p. 54-55). Après de telles prouesses, il n'a aucun mal à susciter l'adhésion inconditionnelle des foules, quoiqu'il dise : à chaque phrase anodine qu'il prononce, « c'est comme s'il annonçait la fin de la misère dans le monde » (p. 439). Dans *Les Cavaliers*, c'est même avant de savoir ce qu'il peut vraiment leur apporter que les serviteurs se placent sous le joug du charcutier, désigné par l'oracle « en termes imagés, peut-on dire, et savamment énigmatiques ». Ce « marchand de boudins béni du ciel », « sauveur de la cité » est immédiatement considéré comme « destiné à devenir le souverain absolu de tous ces sujets » (p. 65, 60, 62). Lorsqu'il revient vainqueur du Conseil, le chœur loue son habileté (« Tu as réussi sur toute la ligne ») et lui confirme sa soumission : « Tu peux compter sur notre dévouement pour te servir » (p. 99). Finalement, le charcutier, ayant achevé l'éducation de Démos, se place spontanément dans une posture divine : « Mon pauvre, tu ne te doutes pas de ce que tu étais naguère, ni de ce que tu faisais, car tu me prendrais alors pour un dieu » (p. 153). Le citoyen qui souhaite être guidé risque donc de placer sur un piédestal l'homme providentiel dont il fait son tuteur, sans l'aide duquel il pense n'être rien.

Partant, le « citoyen-élève », devenu disciple, peut en venir à croire tout ce que son professeur lui enseigne et à en perdre sa « capacité d'initiative et d'action » personnelle, ne sachant plus réfléchir de façon autonome. Tocqueville nous alerte sur l'immixtion au plus profond de nos êtres des professeurs ou des prêtres payés par l'État pour guider la jeunesse et qui ce faisant, s'insinuent dans les cerveaux et dans les âmes. « L'éducation [...] est devenue, chez la plupart des peuples de nos jours, une affaire nationale. L'État reçoit et souvent prend l'enfant des bras de sa mère pour le confier à ses agents ; c'est

lui qui se charge d'inspirer à chaque génération des sentiments, et de lui fournir des idées. L'uniformité règne dans les études comme dans tout le reste ; la diversité comme la liberté en disparaissent chaque jour ». De même, le prêtre devient un fonctionnaire, salarié par l'État, qui pénètre « avec lui jusqu'au plus profond de l'âme de chaque homme » (p. 122). Le rabbin Bengelsdorf, intellectuel reconnu, dont les sermons sont « diffusés une fois par semaine aux *hoi polloi*, la plèbe » (p. 56), qui parle « dix langues », connaît « la philosophie classique, la théologie, l'histoire de l'art, l'histoire ancienne et moderne », a étudié « dans les grands temples du savoir en Europe, ainsi que dans des universités américaines », est devenu « le chef spirituel de la communauté juive du New Jersey », n'a aucun mal à obtenir l'adhésion de sa communauté juive, alors qu'il apporte sa voix à la candidature de Lindbergh : « La majorité de sa communauté continuait à le soutenir, [...] il ne leur appartenait pas de censurer une conscience aussi renommée que la sienne » (p. 62). Même Herman peut choisir des guides contestables, comme le lui signale Alvin qui déplore sa morale décalée : il admire Abe Steinheim, le trouve « brillant » (p. 74), considère que « c'est un génie » (p. 75), qu'« Alvin a beaucoup à apprendre auprès de lui. [...] Ça pourrait être un modèle important dans sa vie » (p. 75). Le roman porté à notre étude multiplie les allusions à un peuple naïf, facile à manipuler, une « populace aveugle » (p. 385). Winchell a « eu l'idée de cribler de potins tendancieux les masses crédules » (p. 37). Tel un démagogue, il soulève « les passions de la populace » (p. 345). Dans les pièces d'Aristophane, le peuple n'a qu'à ouvrir la bouche pour ingurgiter une nourriture préparée pour lui, métaphore d'un prêt-à-penser qui ne lui laisse aucune autonomie : la crieuse publique appelle les citoyens à se rendre au dîner où les « tables sont chargées de toutes sortes de bonnes choses et toutes prêtes [...]. Allons, ouvrez les mâchoires » (*L'Assemblée des femmes*, p. 227-228). Le charcutier promet à Démos des « petits fours bien pâtissés. Tout sera cuit ; il ne te restera plus qu'à manger » (p. 134). Démos reste ainsi « bouche bée devant les beaux parleurs », prêt à avaler leur science supposée. Son « bon sens l'abandonne alors » (p. 135). Ainsi, le « citoyen-élève » qui s'en remet à un professeur pour faire son éducation se laisse souvent subjugué par son savoir, son habileté, et pourrait en perdre toute indépendance intellectuelle.

Enfin, cet appellatif d'« élève » peut cacher une forme d'infantilisation du citoyen. Or, cette posture ne se justifie à proprement parler que lorsque nos œuvres proposent l'exemple de parents éduquant leurs enfants, à l'image d'Herman, qui interroge ses fils, en particulier l'aîné, pour lui faire comprendre qu'il fait erreur en adhérant sans réfléchir aux idées de Lindbergh, corroborées par Evelyn et Bengelsdorf : « Toi, tu ne sais rien de tout ça. Tu ne sais rien de von Ribbentrop, rien de Goering, tu ne sais rien de Goebbels, de Himmler et de Hess [...]. Est-ce que tu sais où est Dantzig, Sandy ? Est-ce que tu sais ce qui s'est passé là-bas ? Est-ce que tu sais ce que c'est que le Traité de Versailles ? Et Mein Kampf, ça te dit quelque chose ? [...] Je me tiens au courant, je lis, et je sais qui sont ces assassins, fils » (p. 279). Le père apparaît alors, et sans doute à juste titre, comme celui qui possède un savoir supérieur, face à un fils qui a encore beaucoup à apprendre et qui doit l'écouter. Plus âgé, son neveu Alvin ne supportera plus cette « tutelle » (p. 426), son « affection moralisatrice » (p. 425). Les deux hommes en viennent à s'« entre-tuer » dans le salon des Roth (p. 421). Et que dire de Démos, qui n'est plus tout jeune, et qui subit pourtant les leçons du charcutier et du Paphlagonien l'éclairant de leur fausse science, comme dans la scène des oracles où ils se posent en caricatures de professeurs infligeant des questions ineptes, et seuls capables de répondre de manière prétendument avisée à un vieillard qui admet son ignorance : « -Écoute alors, je réclame ton attention. -Je ne sais pas ce que veut dire cette prédiction. Il faut comprendre que [...]. Moi, je sais exactement ce qu'il en retourne [...]. Mon cher ami, écoute donc ceci. [...] Sais-tu ce que cela signifie ? - J'avoue que non par Apollon. - Il y a une chose dans l'oracle qu'il oublie volontairement de t'expliquer : savoir ce que signifie [...]. - J'attire ton attention sur cette expression. - Qu'est-ce que cela peut bien signifier ? » (p. 126-130). À la fin de la pièce, le charcutier se vante d'avoir « accommodé Démos » (p. 151). Il en profite pour lui donner une dernière leçon qui mène le représentant du peuple, infantilisé, à reconnaître combien il avait besoin d'un guide : « J'en étais donc arrivé à ce point d'imbécillité et de gâtisme ? [...] J'ai honte de mes sottises passées ». Agoracritos finit par le féliciter d'avoir si bien retenu ses indications : « Tu viens

de parler cette fois avec bon sens et sagesse », avant de l'interroger à nouveau pour bien valider son nouveau savoir : « Voyons voir, comment gouverneras-tu ? » (p. 154-155). Il l'envoie ensuite à la campagne, et l'on suppose que le peuple interviendra finalement peu dans le futur système. Tocqueville voit aussi dans l'État un père refusant que son enfant grandisse et prenne son indépendance, voulant son bonheur uniquement s'il parvient à celui-ci par des biais imposés : « Il ressemblerait à la puissance paternelle si, comme elle, il avait pour objet de préparer les hommes à l'âge viril ; mais il ne cherche au contraire qu'à les fixer irrévocablement dans l'enfance. [...] Il travaille volontiers à leur bonheur mais il veut en être l'unique agent » (p. 153). Considérer le citoyen comme un éternel élève lui fait donc courir le risque de se sentir infantilisé.

Cette deuxième partie de notre développement nous conduit par conséquent à récuser le terme d' « élève » employé par John Dewey, tant il serait dangereux de l'appliquer strictement à nos démocraties : le citoyen placé sous tutelle d'un maître à penser qu'il admire n'acquerrait aucune autonomie intellectuelle lui permettant d'agir de son propre chef, ce qui irait à l'encontre de l'objectif poursuivi par John Dewey.

Ainsi, il ne s'agit pas, si l'on en croit nos œuvres, d'infantiliser un citoyen prétendument incapable de s'investir en démocratie s'il ne saisit pas, grâce à un enseignant avisé, les enjeux du monde qui l'entoure, mais au contraire de l'engager à s'appropriier par lui-même ce monde mouvant qu'il contribue à bâtir.

Tout d'abord, John Dewey fait avec raison de la volonté de comprendre un devoir, lequel doit nous mener à renoncer à la paresse pour nous investir personnellement dans notre démocratie, montrer notre « capacité d'initiative et d'action ». Il faut vouloir apprendre, progresser, emplir notre esprit d'autre chose que de nos petites préoccupations égocentriques. C'est l'exemple que nous donnent les femmes dans la deuxième pièce d'Aristophane, lesquelles imaginent des solutions, se préparent, répètent... alors que les hommes comme Blépyros n'ont pour seul objectif que de rester chez eux « à péter » (p. 194). Tocqueville s'attriste de cette situation : il voit en ses concitoyens « une foule innombrable d'hommes semblables et égaux qui tournent sans repos sur eux-mêmes pour se procurer de petits et vulgaires plaisirs, dont ils emplissent leur âme » (p. 152). « Ils n'aspirent d'ordinaire qu'à des jouissances faciles et présentes » (p. 174). « Ce n'est donc jamais qu'avec effort que ces hommes s'arrachent à leurs affaires particulières pour s'occuper des affaires communes ; leur pente naturelle est d'en abandonner le soin au seul représentant visible et permanent des intérêts collectifs, qui est l'État. Non seulement ils n'ont pas naturellement le goût de s'occuper du public, mais souvent le temps leur manque pour le faire. La vie privée est si active dans les temps démocratiques, si agitée, si remplie de désirs, de travaux, qu'il ne reste presque plus d'énergie ni de loisir à chaque homme pour la vie politique » (p. 98). Ces hommes ne voient plus leurs concitoyens, n'existent que pour eux-mêmes et leurs familles, n'ont « plus de patrie » (p. 153). « L'imbécillité des gouvernés » (p. 161) fera la « ruine » d'une démocratie où ils se dégagent volontiers de toute responsabilité pour se livrer à leurs occupations personnelles. Tocqueville déplore donc leur « mollesse », la faible « étendue de leurs lumières » (p. 151), et conclut « qu'on n'a point encore trouvé de formes sociales ni de combinaisons politiques qui puissent faire un peuple énergique en le composant de citoyens pusillanimes et mous » (p. 182). Ils deviendront bientôt « incapables de choisir de temps à autre les représentants » du pouvoir, incapables donc d'exercer leur rôle de citoyen, même dans une démocratie strictement élective. Walter Winchell exprime la même crainte d'un manque de réactivité de ses concitoyens, qui pourraient en venir à ne pas utiliser correctement « le pouvoir des urnes » : « les crédules, les moutons, les peureux » pourraient être assez « nigauds » pour reconduire Lindberg et son équipe « à Washington ». Winchell essaie de les engager à agir, à se déplacer pour voter, et bien voter : « Il faut donner un coup d'arrêt au complot des hitlériens contre l'Amérique ? et il faut que ce soit vous qui le donniez. Vous, New York ! par le pouvoir électoral des citoyens de cette grande ville » (p. 374). L'action est donc, comme le soutient John Dewey, nécessaire au citoyen pour qu'il ne perde pas ses droits. Cela suppose un travail personnel, une préparation de chacun, une volonté et une capacité de comprendre notre monde.

Cette capacité à s'investir n'est cependant pas forcément liée à une instruction classique, ce qui vient encore nuancer le terme d'« élève » employé dans notre citation. Le manque de culture et d'éducation au sens strict n'empêche pas une forme d'intelligence instinctive des situations qui mène le citoyen à réagir quand il sent son statut menacé. Dans *Les Cavaliers*, les serviteurs veulent « chercher un moyen de s'en sortir plutôt que de continuer à se plaindre » (p. 48), et ils parviendront à sauver leur démocratie en évinçant le Paphlagonien au profit d'un charcutier qui apporte la paix. Peu instruits, envisageant d'abord de décamper, de mourir ou de s'enivrer pour mieux réfléchir (« [...] que je m'arrose le cerveau et que je te fournisse une idée ingénieuse », p. 55), ils ont cependant l'intuition et l'expérience de dysfonctionnements et ils prennent spontanément des mesures pour participer au rétablissement d'un pouvoir plus sain. Dans *Le Complot contre l'Amérique*, les parents du narrateur n'ont pas fait d'études. L'oncle Monty considère même son frère comme « un pauvre shnook sans instruction » (p. 359). Cela ne les empêche pas de défendre les valeurs de la démocratie, en s'impliquant beaucoup dans l'éducation de leurs fils et des enfants de leur quartier. Bess est d'abord « membre « actif » de l'association de parents d'élèves, puis vice-présidente chargée de monter le club des parents d'élèves en maternelle, et enfin présidente de l'association » (p. 22). Elle a des « idées progressistes », croit en un enseignement différent, innovant, soutenant notamment « un jeune professeur de sociologie qui préconisait l'introduction de méthodes audiovisuelles à l'école de Chancellor Avenue » (p. 22). Elle économise un dollar par semaine en prévision d'un voyage à Washington pour « visiter les sites historiques et les célèbres sièges des institutions » (p. 71). Elle a le « désir d'inculquer à ses enfants la vertu civique de la tolérance », faisant ajouter à Sandy un enfant noir sur l'affiche qu'il dessine (p. 42). Son époux et elle instaurent le dialogue systématique au sein de leur famille, et ont à cœur d'expliquer les événements à leurs enfants, Américains avant tout (p. 20). « Tout le monde crie [...] parce que tout le monde voit les choses différemment » (p. 278) explique Bess à Sandy. Instinctivement, les parents Roth ont l'intuition que certaines valeurs démocratiques doivent être défendues, tout comme Longy Zwillman, le chef de la mafia de Newark, qui constitue, pour défendre les Juifs menacés, une milice rassemblant une « poignée de vauriens juifs sortis du lycée sans diplôme », « ces petits ratés du système », « demeurés », « écervelés », « crétins de Cro-Magnon », à la « réputation de débiles légers » (p. 390), dont certains périront pourtant dans une fusillade alors qu'ils parcourent le quartier pour protéger leur communauté (p. 430). Alvin, même s'il ne va pas à l'université, là où Abe Steinheim a pourtant réservé sa place pour qu'il devienne « quelqu'un », renonçant à l'« instruction » qu'on voudrait lui offrir (p. 80-81), part de son plein gré « se battre contre la pire créature que la terre ait jamais portée » (p. 83), mû par une « révolte instinctive » (p. 427). C'est sans doute ce même élan, ce même type d'« instincts révolutionnaires » (p. 179) qui a poussé le peuple français à se rebeller contre les privilèges, comme le souligne Tocqueville qui compte notre pays comme une des « nations démocratiques qui ont vu le principe de l'égalité triompher à l'aide d'une révolution violente » (p. 109). Et si l'égalité a une qualité, c'est selon lui celle de savoir « déposer au fond de l'esprit et du cœur de chaque homme cette notion obscure et ce penchant instinctif de l'indépendance politique » (p. 85). Le peuple, même peu éduqué, est donc prompt à des sursauts en faveur des valeurs démocratiques, qu'il défend spontanément, s'impliquant au risque de perdre la vie pour instituer ou préserver une démocratie saine. Nul besoin d'être un « élève » au sens propre du terme pour s'investir en démocratie.

Par conséquent, la capacité de s'investir en démocratie est l'apanage d'autodidactes plus que d'« élèves ». Chacun peut s'élever lui-même, apprendre seul, et trouver son propre mode d'implication dans un système mouvant, qu'il contribue à édifier. Tocqueville essaie de développer chez son lecteur une réflexion personnelle et autonome. Il l'engage même à remettre en cause ponctuellement les thèses qu'il soutient dans son essai pour vérifier, valider, apprendre, sans être outrancièrement guidé. Il le « supplie d'abandonner un moment le livre et de considérer à son tour par lui-même les objets qu'il a entrepris de lui montrer ». « Qu'il examine attentivement ce qui se passe chaque jour parmi nous et hors de nous ; qu'il interroge ses voisins ; qu'il se contemple enfin lui-même ; je suis bien trompé s'il



n'arrive sans guide, et par d'autres chemins, au point où j'ai voulu le conduire » (p. 137). L'autonomie intellectuelle est d'autant plus importante que l'Histoire ne donne aucun exemple des phénomènes observables dans le présent : on chercherait « en vain » dans notre connaissance du passé, « dans nos souvenirs » la trace de faits similaires qui pourraient nous guider : « la chose est nouvelle » (p. 152). « Le passé n'éclairant plus l'avenir, l'esprit marche dans les ténèbres » (p. 186). « Le monde politique change ; il faut désormais chercher de nouveaux remèdes à des maux nouveaux » (p. 181). Pour cela, il faut que « de grands hommes » émergent (p. 182). Dans *Les Cavaliers*, le charcutier est l'exemple même de l'homme qui a grandi seul, livré à lui-même et qui s'est construit sans tuteur valide. Ses parents sont « des gueux, pas autre chose » (p. 64). Il a été « élevé sur la voie publique » (p. 73), a pris des « coups de poings » dans son enfance, « sans oublier les coups de couteau ». Il a fréquenté dans son enfance « l'école des Échaudoirs, où l'on le formait à coups de poing » (p. 145). Son nom, qu'il finit par dévoiler, Agoracritos, ainsi que l'explication qu'il en donne : « J'ai grandi sur l'agora au milieu des disputes », confirme qu'il s'est formé en écoutant ses congénères débattre (p. 147). Il se mue finalement en « bon citoyen » (p. 119), indique à Démos comment éviter une « erreur de jugement » (p. 143), et devient, son « cerveau » ayant « opéré ces merveilles », son éducateur : « De rustre qu'il était, j'en ai fait un gentilhomme », (p. 151). Dans la deuxième pièce d'Aristophane, Praxagora (dont le nom signifie « qui agit sur l'agora ») n'est pas non plus à proprement parler une femme instruite. Lorsqu'on lui demande où elle a « si bien appris ces choses-là », car elle se montre « merveilleusement habile », elle répond : « Pendant les prescriptions, j'ai habité avec mon mari la Pnyx, et c'est là que je me suis instruite en écoutant les orateurs » (p. 177). Walter Winchell, que le maire La Guardia décrit avec une étonnante franchise devant son cercueil comme « un simple spécimen de l'imperfection humaine, aussi crétin que les autres » (p. 435) est pour les Juifs l'exemple inspirant d'une « métamorphose ». « Hier danseur de comédies musicales à Broadway », il est finalement « le Juif américain le plus connu après Albert Einstein » (p. 37-38) et le candidat inespéré de sa communauté à la présidentielle. Herman représente aussi parfaitement le type de celui qui s'instruit par lui-même, lisant la presse, regardant les actualités, s'informant dès qu'il le peut et utilisant ses connaissances toutes fraîches pour alimenter le débat et faire respecter ses droits. En témoigne le dialogue qu'il engage avec l'agent de police lorsque leur réservation d'hôtel à Washington est brusquement annulée : « Je suis allé visiter le mémorial de Lincoln avec ma femme et mes enfants et le discours de Gettysburg y est inscrit sur les murs. Vous savez ce qu'il dit : « Tous les hommes naissent égaux' » » (p. 108). « Rien n'est impossible à qui s'applique » : voilà l'axiome qu'Herman inculque à ses enfants, leur montrant qu'il faut toujours prétendre a priori savoir faire quelque chose, même si l'on ignore initialement comment y arriver. « Le temps qu'on découvre que tu ne sais pas, tu l'auras déjà appris » (p. 25). Même s'il n'a pas été instruit dans les règles de l'art, celui qui veut s'investir en démocratie peut apprendre de façon autonome et parvenir à s'impliquer efficacement.

Être un véritable citoyen, apte à prendre part à la démocratie, relève donc d'une volonté personnelle : volonté de ne pas se limiter à déléguer le pouvoir qui nous échoit, volonté de nous élever, d'apprendre des situations, qui correspond d'ailleurs à un élan spontané de tous nos personnages, éduqués ou non, pour préserver leurs droits.

Pour conclure, le monde démocratique repose, comme le souligne notre citation, sur des mécanismes complexes. Les simplifier par refus de s'informer est délétère : le citoyen ne peut agir s'il ne cherche pas à comprendre. Il faut savoir pour prendre des décisions sensées. Le citoyen doit donc se considérer comme un élève devant être éduqué par des professeurs aux statuts divers, qu'il charge de le guider. Cependant, le citoyen placé en posture perpétuelle d'élève apprenant sous l'égide d'enseignants risque de mettre ceux-ci sur un piédestal, de se laisser manipuler et réduire à un état puéril qui ne lui permettrait pas de s'affirmer en démocratie. Partant, si le citoyen n'est pas à considérer à proprement parler comme un « élève », il reste de son devoir de vouloir apprendre et comprendre. C'est à ce prix, en refusant de s'abandonner à une paresse nuisible à son implication politique, qu'il acquiert la capacité

de s'investir vraiment. Il est aidé dans ce désir de s'élever et de prendre des initiatives par un instinct salutaire qui le pousse à réagir lorsqu'il sent les valeurs démocratiques menacées. Nos œuvres brossent ainsi le portrait de femmes et d'hommes peu éduqués, qui accomplissent cependant au quotidien de grandes choses pour le maintien d'une vraie démocratie. S'engager dans la vie de la cité semble alors indispensable dans un régime qui place le peuple au cœur du système, comme l'affirmait Thucydide dans son Histoire de la guerre du Péloponnèse : « Un homme qui ne se mêle pas de politique mérite de passer, non pour un citoyen paisible, mais pour un citoyen inutile ».

