

# SOMMAIRE

## I – DONNEES STATISTIQUES

- Statistiques Filière MP ..... p 2
- Résultats des épreuves écrites ..... p 3
- Tableau statistique des écoles de la Filière MP ..... p 4

## II – RAPPORT DES EPREUVES ECRITES

- Epreuve de Mathématiques 1 ..... p 5
- Epreuve de Mathématiques 2 ..... p 7
- Epreuve de Physique-Chimie ..... p 8
- Epreuve de Sciences Industrielles ..... p 24
- Informatique ..... p 28

Filière MP

Session 2016

	Inscrits		Admissibles		Classés	
	Total	%	Total	%	Total	%
<b>Candidates</b>	907	25,30	762	26,75	644	26,50
<b>Etrangers CEE</b>	19	0,53	12	0,42	11	0,45
<b>Et Hors CEE</b>	661	18,44	418	14,67	318	13,09
<b>Boursiers</b>	1193	33,28	946	33,20	794	32,67
<b>Pupilles</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>3/2</b>	2722	75,93	2175	76,34	1808	74,40
<b>Passable</b>	225	6,28	138	4,84	107	4,40
<b>Assez Bien</b>	787	21,95	613	21,52	491	20,21
<b>Bien</b>	1406	39,22	1137	39,91	975	40,12
<b>Très Bien</b>	1167	32,55	961	33,73	857	35,27
<b>Spéciale MP</b>	3213	89,62	2619	91,93	2232	91,85
<b>Spéciale MP*</b>	291	8,12	197	6,91	173	7,12
<b>Autres classes</b>	81	2,26	33	1,16	25	1,03
<b>Allemand</b>	99	2,76	86	3,02	76	3,13
<b>Anglais</b>	2978	83,07	2443	85,75	2107	86,71
<b>Arabe</b>	465	12,97	288	10,11	218	8,97
<b>Espagnol</b>	38	1,06	30	1,05	27	1,11
<b>Italien</b>	5	0,14	2	0,07	2	0,08
<b>Portugais</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	3585		2849		2430	

*Concours e3a – Filière MP*

**RESULTATS DES EPREUVES ECRITES**

<b>EPREUVES</b>	<b>PRESENTS</b>					<b>MOYENNE FINALE</b>					<b>ECART TYPE FINAL</b>				
	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Mathématiques 1</b>	3542	3708	3681	3413	3226	9.79	9.53	9.58	9.55	9.79	3.30	4.74	4.65	4.10	4.21
<b>Mathématiques 2</b>	3050	3218	3168	2773	2340	9.88	9.42	9.94	9.65	9.87	3.97	3.61	4.40	4.43	4.36
<b>Option (Info - SI) Informatique</b>	409	429	489	569	544	9.92	9.97	9.59	9.93	9.67	4.56	4.12	4.02	3.88	3.64
<b>Option (Info - SI) S.I</b>	2753	2958	2835	2881	2699	9.41	9.93	9.54	9.92	9.86	5.30	4.38	4.66	4.92	4.29
<b>Physique-Chimie</b>	3553	3729	3710	3425	3229	8.62	9.34	9.00	9.12	9.12	4.11	4.19	3.78	4.06	4.16

**TABLEAU STATISTIQUES DES ECOLES FILIERE MP**

**Voir site du SCEI rubrique statistiques**

**<http://www.scei-concours.fr/statistiques/stat2016/mp.html>**

## Rapport sur l'épreuve de Mathématiques MP1 (exercices) 2016

### Présentation du sujet

L'épreuve de mathématiques 1 filière MP était constituée de quatre exercices indépendants. Le sujet balayait une large part du programme d'analyse MP (diagonalisation des matrices symétriques réelles, intégrales généralisées, séries de fonctions, intégrales dépendant d'un paramètre, couples de variables aléatoires discrètes). Certaines questions portaient également sur des points du programme de première année (équations différentielles linéaires du premier ordre, produit scalaire et projections orthogonales, loi binomiale). Il y avait également quelques questions portant sur le programme d'informatique commune (méthode d'Euler, méthodes de calcul approché d'intégrales et calcul de sommes simples).

Nous n'avons pas décelé de problèmes ou d'imprécisions dans le sujet qui soit à même de gêner les candidats. De plus, la longueur du sujet était raisonnable.

**Commentaire général de l'épreuve.** L'épreuve a été traitée par 3226 candidats. Les notes se sont étalées entre 0 et 20. La moyenne de cette épreuve est de 9.79 avec un écart-type de 4.21. Il y a peu de copies réellement faibles. On trouve également quelques copies proposant parfois des solutions réellement intéressantes. Par contre le sujet a permis de relever chez certains candidats une mauvaise connaissance du cours et une confusion dans les objets manipulés mais surtout, pour beaucoup de candidats, des difficultés à produire des justifications complètes et détaillées (alors même que la situation envisagée semble comprise et connue par le candidat). Concernant les questions de programmation, on peut noter que la méthode des rectangles pour le calcul approché d'une intégrale est connue par de nombreux candidats mais ce n'est pas le cas de la méthode d'Euler. Notons que nous n'avons pas décelé sur ce sujet de problèmes techniques calculatoires chez la majorité des candidats.

### Analyse des résultats par exercices.

**Exercice 1.** On étudiait dans cet exercice le commutant d'une matrice symétrique réelle en passant par sa réduction dans une base orthonormée. **Questions 1 et 2 :** le polynôme caractéristique et le spectre, ainsi que les sous-espaces propres, sont très souvent déterminées correctement. Par contre, il est très rare que les candidats répondent correctement à la question posée où l'on demande une matrice de passage orthogonale : ils se contentent en général de proposer la matrice construite directement à partir des vecteurs propres qu'ils ont obtenus. **Questions 3, 4 et 5 :** ces questions sont en général correctement traitées, parfois avec une rédaction un peu trop succincte. **Question 6 :** cette question n'est presque jamais traitée correctement. De trop nombreux candidats font de plus une confusion sur la dimension de  $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$  (qui est égale à 9, pas à 3). **Question 7 :** traitée souvent en partie par les candidats qui utilisent l'inclusion et l'égalité des dimensions mais oublient de justifier précisément que  $F$  est de dimension 3. **Question 8 :** cette question très facile a cependant posé problème à un certain nombre de candidats. **Question 9 :** cette

question n'a presque jamais été traitée. Cependant, certains des rares candidats qui l'ont abordée ont proposé des solutions intéressantes et peu calculatoires.

**Exercice 2.** Dans cet exercice, on étudie des projections orthogonales dans un espace préhilbertien réel en lien avec une équation différentielle. **Question 1 :** la représentation graphique est souvent correcte mais les correcteurs sont parfois restés perplexes devant les graphiques proposés par certains candidats. **Question 2 :** en général traitée correctement par les candidats. **Question 3 :** la définition d'un produit scalaire est connue par beaucoup de candidats mais il manque trop souvent des arguments pour justifier le caractère défini-positif (on attendait que les propriétés de continuité et positivité de  $f^2$  ainsi que le caractère  $2\pi$ -périodique et impaire de  $f$  soient mentionnés). **Questions 4 :** la définition d'une famille orthogonale est parfois très mal connue (on a trouvé dans les copies des calculs de produits scalaires entre  $s_n$  et  $s_{n+1}$  ou alors entre  $s_n$  et un vecteur quelconque de  $E$ , de plus le calcul de la norme de  $s_n$  n'est pas nécessaire pour répondre à cette question). **Questions 5, 6 :** pas de commentaires particuliers. **Question 7 :** cette question a très rarement été traitée correctement. De plus, on trouve souvent dans les réponses la relation  $v_2 = \langle v, s_1 \rangle s_1 + \langle v, s_2 \rangle s_2$  qui est fautive puisque la famille  $(s_1, s_2)$  n'est pas orthonormée. **Question 8 :** beaucoup d'étudiants ont une méthode correcte pour obtenir les solutions de ces équations différentielles. **Questions 9 et 10 :** la question 9 est généralement traitée correctement (à part quelques imprécisions dans la syntaxe Python), la question 10 est très souvent fautive. Les étudiants doivent faire l'effort de fournir des explications détaillées à côté des programmes qu'ils proposent dès que ceux-ci dépassent quelques lignes. **Question 11 :** de manière surprenante, il est très rare que cette question soit traitée correctement alors que la méthode d'Euler est au  $c\frac{1}{2}$ ur du programme de première année. On trouve de nombreuses confusions dans les réponses. **Questions 12 et 13 :** souvent mieux traitée que la question précédente.

**Exercice 3.** On étudie ici deux fonctions définies à l'aide d'une série et d'une intégrale dépendant d'un paramètre. **Questions 1 et 2 :** beaucoup d'étudiants abordent ces questions, mais très souvent les justifications sont insuffisantes. Par exemple pour la question 1, on ne peut pas se contenter d'une phrase lapidaire telle que « d'après Riemann l'intégrale converge ». On attendait ici que soient mentionnés la régularité de la fonction à intégrer, une relation de comparaison, l'intégrale de référence utilisée ainsi que le théorème de comparaison des fonctions intégrables. C'est le même principe pour la question 2. **Question 3 :** cette question est très rarement traitée correctement. Mis à part les erreurs dans l'utilisation du théorème, un certain nombre de candidats ne voient absolument pas ce qu'il y a à démontrer et considèrent simplement que  $F$  est une somme de fonctions de classe  $C^1$ , ce qui montre une très mauvaise compréhension des notions au programme. **Questions 4 et 5 :** en général traitées correctement par les candidats qui les abordent, il manque parfois quelques justifications. **Question 6 :** là encore, il manque souvent beaucoup trop de justifications. Pour les deux études en 0 et en  $+\infty$ , il est nécessaire de se ramener au théorème d'encadrement (théorème des gendarmes). **Question 7 :** en général traitée correctement par les étudiants qui l'abordent. **Questions 8 et 9 :** voir les commentaires des questions 1 et 2. **Question 10 :** souvent traitée correctement. **Question 11 :** il manque souvent la justification de la convergence de la série géométrique. **Question 12 :** beaucoup de candidats qui abordent cette question (après avoir traité les deux questions précédentes) comprennent que

$F = G$  mais très peu le justifient correctement (et surtout de trop nombreux candidats ne voient pas qu'il y a quelque chose à justifier).

**Exercice 4 :** cet exercice de probabilités n'a en général été abordé que très partiellement. Sur la question 1, on ne peut pas se contenter d'affirmer que  $X$  et  $Y$  suivent des lois binomiales. Pour  $X$  par exemple, il faut expliquer qu'elle représente le nombre de succès dans une suite de 4 épreuves de Bernoulli, indépendantes et de même probabilité de succès  $p$ . De même, il y a souvent un manque de rigueur dans l'application de la formule des probabilités totales : il y a des justifications à donner, on ne peut pas se contenter d'écrire le calcul.

**Conseils aux futurs candidats.** Il ressort de l'analyse des copies deux points très importants sur lesquels les futurs candidats peuvent progresser.

1. **Le cours :** pour un grand nombre de questions, c'est la première difficulté des candidats. On ne peut pas déterminer une matrice orthogonale, ou vérifier qu'une famille est orthogonale si l'on ne sait pas de quoi il s'agit. D'une certaine manière, lorsqu'un candidat déclare que la somme d'une série de fonctions est « dérivable comme somme de fonctions dérivables », c'est également un problème de connaissance du cours. On peut trouver d'autres exemples, par exemple en informatique où il faut connaître et savoir appliquer précisément la méthode d'Euler. Nous encourageons donc les futurs candidats à connaître très précisément leur cours, ce qui signifie : connaître parfaitement les énoncés, savoir comment les appliquer mais aussi savoir dans quelles situations on doit les utiliser.
2. **Les justifications :** trop souvent, les candidats donnent des justifications trop partielles, alors même qu'ils ont compris les concepts utilisés ainsi que la démarche à mettre en  $\frac{1}{2}$  uvre. L'exemple type est celui de la convergence d'une série où le candidat se contente juste de signaler que le terme général est négligeable devant  $1/n^2$  : c'est bien entendu un élément essentiel de la réponse mais il manque d'autres points (la positivité, la série de référence considérée et sa nature, le résultat qui permet de conclure). Le même problème se rencontre en probabilités : il ne suffit pas de fournir des calculs mais il faut également donner les justifications qui les rendent légitimes. Pour changer de domaine, un programme informatique, dès qu'il dépasse quelques lignes, doit également comporter des justifications (au moins des explications). Rappelons que dans un sujet de concours, il ne faut pas juste de fournir une réponse finale à une question, il faut également produire tout l'argumentaire (et pas seulement les points clés) qui permet de l'obtenir. Il faut pour cela s'entraîner durant toute l'année à produire ces argumentaires, non pas en recopiant un corrigé type mais en faisant l'effort de comprendre et reproduire soi-même la démarche logique sous-jacente.

## Rapport sur l'épreuve de Mathématiques MP2 (problème) 2016

### Présentation du sujet

L'épreuve a une durée de 3 heures et consiste en un problème. le but du problème 2016 est une démonstration du théorème de Bohr-Mollerup. Ce résultat donne une caractérisation de la fonction  $\Gamma$  comme l'unique fonction  $F$  définie sur  $\mathbb{R}^{+*}$  vérifiant les trois conditions :

- $F(1) = 1$ ,
- $\forall x \in \mathbb{R}^{+*}, F(x+1) = xF(x)$ ,
- $F$  est logarithmiquement convexe.

Ce sujet permettait d'aborder les théorèmes classiques d'analyse du programme (Théorème de Rolle, théorème des valeurs intermédiaires, études de fonctions, intégration par parties, convergence des intégrales, régularité d'une fonction définie par une intégrale ...) et plus particulièrement ce qui concerne les fonctions convexes dans le programme.

### Commentaire général de l'épreuve et analyse générale

Le sujet se voulait progressif et débute par des questions très élémentaires.

- La première partie rassemble quelques propriétés des fonctions convexes.
- Les parties II et III sont consacrées à la justification de la définition de la fonction  $\Gamma$  et son caractère  $C^2$ .
- Dans la partie IV, on étudie la fonction  $\Gamma$ .
- La partie V donne un critère de ln-convexité qui permet de justifier la ln-convexité de la fonction  $\Gamma$ .
- La partie VI est consacrée au théorème de Bohr-Mollerup.

### Analyse des résultats

L'épreuve a été traitée par 2340 candidats. Les notes se sont étalées entre 0 et 20 avec une moyenne de 9,87 et un écart-type de 4,36.

De très nombreux candidats ont traité une partie significative du problème. Quelques uns ont même su mener le problème jusqu'au bout de façon pertinente. Néanmoins, les correcteurs

déplorent généralement un certain manque de rigueur: des démonstrations par récurrence non explicitées, la trop fréquente non vérification des hypothèses pour appliquer un théorème, des limites et inégalités non justifiées, et une certaine méconnaissance du cours, en particulier sur le théorème de dérivation d'une intégrale à paramètre. Si les méthodes de comparaison pour justifier la convergence d'une intégrale semblent théoriquement connues, la pratique montre des lacunes, soit parce que la relation de comparaison est fautive, soit parce qu'on ne justifie pas la comparaison.

La présentation des copies est le plus souvent satisfaisante, mais il reste encore des copies écrites sans soin ou rédigées de façon désinvolte. Attention à l'accumulation de fautes d'orthographe ou aux abus d'abréviation.

### **Conseil aux futurs candidats**

- Prenez votre temps, lisez l'énoncé. Réfléchissez à la cohérence du sujet.
- Ne négligez pas les questions élémentaires, ni les questions de cours. Ces questions jouent un rôle significatif dans l'évaluation finale.
- Justifiez tous vos résultats. Evitez les récurrences "triviales", des inégalités appliquées sans explication, des calculs non détaillés ; si l'argumentation est facile à donner, il faut le faire. Soignez la logique de vos démonstrations, les égalités, les démonstrations par équivalence. Il en est tenu compte dans l'évaluation des copies, la précision et la rigueur sont des compétences appréciées dans cette épreuve.

# RAPPORT DE JURY 2016

## EPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE FILIERE MP

Durée 4 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Le sujet traite de deux techniques de microscopie en champ proche permettant d'obtenir une résolution de l'ordre du nanomètre. La première technique abordée est celle du microscope à force atomique (AFM) en mode oscillant. La seconde met à profit l'effet tunnel pour cartographier des surfaces.

Le sujet comporte quatre parties. Les deux premières développent la modélisation du microscope à force atomique, et la prise en compte de l'interaction avec la surface à imager. La troisième partie concerne le microscope à effet tunnel et enfin la quatrième partie aborde la chimie du silicium, composant de la pointe de l'AFM.

### COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

L'épreuve fait appel à différentes notions des programmes de MPSI et de MP : mécanique, traitement du signal, électromagnétisme, mécanique quantique, architecture de la matière, thermodynamique de la transformation chimique. Une étude documentaire complète l'approche et permet d'évaluer le candidat sur d'autres compétences.

Ce sujet valorise les candidats qui savent extraire et traiter l'information. Un certain nombre de questions ouvertes laisse la possibilité à l'étudiant d'imaginer un protocole.

### ANALYSE PAR PARTIE

#### PREMIERE PARTIE : AFM EN MODE OSCILLANT

##### A. Etude documentaire

Le phénomène de diffraction est souvent ignoré dans les réponses. L'expression de la longueur d'onde de Broglie est très souvent mentionnée à tort dans les copies. Enfin le terme de « zoom » est utilisé au détriment de grossissement commercial pour le microscope.

##### B. Système pointe-levier

Cette partie est la plus traitée du sujet. Mais malheureusement beaucoup de candidats pensent que pour justifier le résultat donné par l'énoncé, il suffit d'écrire  $k = 20$ .

De plus, un nombre important de candidats ne maîtrisent pas l'utilisation de la notation complexe.

L'étude de la résonance n'est pas traitée dans beaucoup de copies, et si l'étude est faite, elle reste approximative.

##### C. Protocole AFM

La présence d'une force d'interaction entre la pointe et la surface a dérouté un grand nombre de candidats. Plus de la moitié des élèves de MP semblent avoir des difficultés pour dériver  $1/x^2$ .

Les questions C4 et C5 sont très peu abordées.

#### DEUXIEME PARTIE : FORCES D'INTERACTIONS ET FORMULE DE DERJAGUIN

##### D. Approche qualitative

Une force conservative n'est pas la dérivée par rapport au temps de l'énergie potentielle et n'est pas non plus une force constante. Les aspects répulsifs et attractifs des interactions sont trop peu souvent justifiés correctement (on joue à pile ou face).

## **E. Interaction entre deux dipôles**

L'obtention de l'expression du potentiel électrique  $V$  pour le dipôle électrique s'avère difficile alors que c'est une question de cours. De ce fait, la déduction de l'expression du champ  $E$  dipolaire est très rarement trouvée. De manière générale, cette partie est la moins bien traitée du sujet.

## **F. Interaction dipôle plan**

Mise à part le schéma demandé, le reste est assez bien traité.

## **G. Interaction parabolioïde plan**

Les questions G2 à G4 sont peu comprises dans l'ensemble. L'expression de  $\lambda$  est rarement homogène.

## **TROISIEME PARTIE : MICROSCOPE A EFFET TUNNEL**

### **H. Effet tunnel**

L'équation de Schrödinger est souvent bien donnée, mais l'homogénéité des vecteurs d'onde est rarement traitée. Quant à l'interprétation physique de la fonction d'onde, elle est souvent hasardeuse et manque de précision. Beaucoup de candidats développent de manière excessive sur les questions qualitatives sans cerner les limites de la question. Ce n'est pas une bonne stratégie de noyer le correcteur sous un flot d'informations en pensant qu'il ira pêcher l'élément de réponse attendu.

### **I. Le STM**

Cette partie est la moins traitée du sujet. Les rares réponses sont souvent fausses surtout I3 et I4. Par exemple, on ajoute une résistance pour réaliser un filtre.

## **QUATRIEME PARTIE : CHIMIE DE LA POINTE AFM**

### **J. Structure du silicium**

Cette partie a permis à certains de gagner des points. Il faut encourager les candidats à répondre à toute la question, et pas seulement la moitié. La notion d'électrons de cœur et de valence n'est pas toujours bien comprise. La colonne 4 (et non 14) de la classification périodique est souvent mentionnée ! La moitié des candidats seulement sait calculer correctement le nombre d'oxydation

### **K. Cristallographie du silicium et du nitrure de silicium**

La cristallographie est souvent oubliée. De nombreux candidats ont donné les résultats d'une structure cubique faces centrées et non d'une structure diamant. On trouve parfois une compacité  $> 1$   
Dans l'ensemble, cette partie facile a été mal traitée.

### **L. Production du nitrure de silicium**

Les éléments de réponse permettant de justifier une enthalpie standard de formation nulle pour les corps simples dans leur état standard de référence (ESR) sont souvent incomplets ou faux (confusion corps purs/corps simples, ESR non citée) malgré la récurrence de cette question dans les annales. Il ne faut pas confondre cinétique et thermodynamique. Ici la réaction est quasi-totale, mais pas nécessairement rapide. Concernant les questions L6 et L7, le principe de cycle est compris mais très rarement traité jusqu'au bout.

## **ANALYSE DES RESULTATS**

Il y a eu cette année beaucoup de copies peu lisibles, avec une numérotation aléatoire des questions ou des pages.

Le manque que l'on retrouve le plus fréquemment est l'absence de justification. Les correcteurs ont également noté que certains candidats font preuve de mauvaise foi, en partant d'une idée de démonstration incorrecte mais aboutissant au bon résultat.

Enfin, il y a un manque de rigueur dans les notations qui dénote d'un manque de compréhension pour beaucoup (vecteur = scalaire, une force conservation dérive d'une  $E_p(t)$  et non  $E_p(r)$ , la classification périodique n'a que 8 colonnes).

Ce sujet a été sélectif, les étudiants réfléchis et appliqués ont obtenu de bonnes notes mais les élèves peu rigoureux, et ayant peu de recul sur les notions se sont vus attribués des notes très basses.

Après un traitement mathématique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,12 sur 20 avec un écart-type de 4,16.

## **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

- Faire preuve de rigueur autant sur le fond que sur la forme. Le programme de MPSI ne doit pas être oublié en cours de formation.
- Ne pas négliger la chimie, qui cette année encore a été peu ou mal traitée bien que celle-ci représente toujours de l'ordre de 30 % de la note finale.

# Rapport sur l'épreuve d'informatique MP 2016

## 1 Présentation du sujet

Le sujet comporte 4 exercices totalement indépendants.

### Exercice 1

Le contexte est une question de sociologie : deviner le sexe à partir du prénom. Une base de données est décrite, et plusieurs requêtes SQL sont demandées.

La première question fait écrire une agrégation en SQL. Les questions suivantes demandent, en plusieurs étapes, d'écrire une jointure externe avec les outils au programme (JOIN, EXCEPT, UNION).

### Exercice 2

Le fil conducteur est l'étude d'un problème d'*integer overflow* (débordement d'entier).

Les questions portent sur la complexité (temps et mémoire), la programmation, et la représentation des entiers en machine.

### Exercice 3

L'exercice demande de programmer en Caml une simulation des automates non-déterministes (sans passer par une détermination en temps exponentiel). Pour ce faire, il est demandé d'utiliser deux structures de données dont seule l'interface est connue.

### Exercice 4

L'exercice demande de programmer une classification hiérarchique ascendante.

Les deux premières questions travaillent les boucles `for`, la troisième demande de réaliser un parcours intelligent d'arbres. Enfin, la dernière question, beaucoup plus ouverte, demande de programmer l'algorithme de classification. Le candidat est libre de choisir les structures de données adéquates et les fonctions auxiliaires qu'il juge pertinentes.

## 2 Commentaire général de l'épreuve

L'épreuve a été traitée par 544 candidats. Les notes se sont étalées entre 0 et 20. La moyenne de cette épreuve est de 9.67 avec un écart-type de 3.64. Le niveau des candidats, notamment en programmation, s'est encore amélioré. Ceci se constate particulièrement dans les exercices 2 et 3 qui furent globalement bien traités : même les candidats les plus faibles réussirent à écrire une partie des programmes demandés.

Néanmoins, il est regrettable qu'une partie des candidats ait fait l'impasse sur les bases de données et n'ait pas traité l'exercice 1.

L'exercice 4 a donné la possibilité à certains candidats de s'exprimer, et de montrer une certaine ingéniosité dans la résolution d'un problème complexe. Cet exercice a permis de valoriser les candidats autonomes, c'est-à-dire ceux n'ayant pas besoin d'être guidés à chaque étape de la conception d'un programme.

Certains candidats ont souhaité montrer que leurs connaissances dépassent le cadre du programme (récursion terminale, utilisation des exceptions, etc.). Le jury ne peut que les féliciter pour leur culture informatique, mais, pour des raisons d'équité, ces connaissances ne peuvent pas être valorisées dans la notation du concours.

### 3 Analyse des résultats par exercices

#### 3.1 Exercice 1

Cet exercice ne fut pas traité par tous les candidats. C'est l'agrégation (question 1) qui leur posa le plus de problèmes, et la jointure (question 2) qui fut le mieux réussi.

Plusieurs syntaxes différentes furent observées pour la jointure, les plus courantes furent :

- ... JOIN ... ON ...
- ... , ... WHERE ...

La seconde syntaxe mena à plus d'erreurs sur la condition de jointure (une condition autre que l'égalité entre colonnes a parfois été proposée). Tous les candidats auraient dû être conscients que les prénoms n'apparaissant que dans une seule des deux tables ne sont pas présents dans la table obtenue par jointure sur les prénoms, et qu'il était donc inutile d'ajouter un WHERE après la jointure pour s'en assurer.

#### 3.2 Exercice 2

Cet exercice demande d'utiliser l'interface des dictionnaires et des ensembles. Certains candidats firent des hypothèses sur l'implémentation de ces structures de données, par exemple, en supposant que les dictionnaires sont codés sous forme de listes d'associations. S'il est heureux que les candidats connaissent leur cours et sachent reprogrammer eux-mêmes ces structures, il est exigé qu'ils sachent aussi utiliser une interface.

Dans l'ensemble, l'exercice fut bien réussi. Les questions de complexité en temps et en mémoire (1 et 2) ne posèrent pas de difficulté aux candidats, tous comme les questions 4 et 5. La question 3 sur le débordement d'entier de  $\text{pow } 2 \ 42$  fut souvent bien traitée, même si d'aucuns trouvèrent d'autres valeurs que 0 (par exemple  $2048 = 2^{11}$  en arguant que  $2^{42} = 2^{11} \times 2^{31}$ ).

La question 6, plus technique, permet de distinguer les candidats ayant compris le débordement d'entier et ses conséquences sur la boucle `while`.

### 3.3 Exercice 3

Les deux premières questions furent bien traitées, malgré la difficulté de la seconde question.

La question 3 posa plus de problèmes aux candidats, certains ne pensant pas à utiliser la fonction de la question 2 et d'autres oubliant de vérifier l'unicité de l'état initial.

La question 6, qui demande de prendre du recul sur les notions de structures de données persistantes et impératives fut nettement moins bien réussie. Ces notions ne semblent pas avoir été bien assimilées par les candidats.

### 3.4 Exercice 4

Cet exercice, plus difficile, fut moins bien réussi. Les questions 1 et 2 menèrent à de nombreuses erreurs sur les bornes des boucles `for`, la question 3 fut souvent traitée de manière compliquée (faire un parcours récursif pour aplatir chaque arbre et ensuite calculer la distance minimale au lieu de calculer la distance minimale lors du parcours des deux arbres). La dernière question a permis aux candidats autonomes de se distinguer.

## 4 Conseil aux futurs candidats

- Préférer les solutions simples aux solutions compliquées.
- Les points techniques d'un code devraient être commentés. Commenter permettrait à beaucoup de candidats de clarifier leur pensée et d'éviter nombre d'erreurs. En outre, les candidats devraient avoir conscience que, dans un code non commenté, une petite erreur de syntaxe ou de programmation peut rendre le code illisible.
- Éviter les codes exagérément longs. Les programmes demandés tiennent bien souvent en moins de 10 lignes. Un code concis est plus rapide à écrire et les candidats ont moins de chance de se tromper en écrivant 5 lignes qu'en écrivant 30 lignes.
- Utiliser les expressions booléennes avec des "et" des "ou" et éviter les "if b=true then true else false".
- Être vigilant sur la complexité. En particulier, une complexité moins bien que celle de l'algorithme naïf est pénalisée.

**Rapport du jury**  
**Concours e3a - Mathématiques-Physique**  
**Epreuve de sciences industrielles**  
**Durée : 3 heures**

**Présentation de l'épreuve**

L'épreuve a pour but d'évaluer sur une durée de trois heures les capacités des candidats à :

- Conduire une analyse fonctionnelle et structurelle destinée à valider la compréhension du fonctionnement global du système et à évaluer la maîtrise des outils de communication technique ;
- Vérifier la performance d'une chaîne fonctionnelle du système étudié.

Les champs disciplinaires abordés sont ceux du cours de sciences industrielles pour l'ingénieur de la filière MP, incluant une partie relative à la mise en œuvre de solutions informatiques.

**Présentation du sujet**

Le thème de l'étude proposée concernait une moto de trial électrique de conception française. Elle est innovante puisqu'elle est la première moto électrique au monde à participer à des compétitions au milieu de motos thermiques mais surtout d'en gagner.

Le sujet est décomposé en six parties dans lesquelles trente neuf questions balayent une très grande partie du programme de sciences industrielles de la filière MP.

**Conseils généraux aux candidats :**

Nous invitons les candidats à prendre connaissance de tout le sujet avant de commencer l'épreuve afin d'en dégager les différentes parties à traiter (qui sont indépendantes). Des données intermédiaires sont d'ailleurs fournies afin que le candidat ne se retrouve pas bloqué.

Les conclusions, analyses, critiques et validations de modèles sont très importantes. Quel dommage de voir certains candidats traiter les développements théoriques et ne rien en conclure.

La qualité des copies est également importante, tant pour la rédaction que la mise en forme. Pour cela nous vous conseillons de :

- Vérifier les ordres de grandeur et le sens physique des résultats ;
- Préférer des réponses concises et précises à des lignes et des lignes de commentaires fouillis ;

- Vérifier l'homogénéité des résultats ;
- Vérifier la cohérence mathématique, un vecteur n'est pas égal à un scalaire par exemple ;
- Répondre dans l'ordre des questions ;
- Identifier clairement le numéro des questions ;
- Encadrer les résultats.

## **Analyse des résultats par question et commentaires**

### **Première partie : introduction**

Cette partie présente les principales caractéristiques de la moto, on y trouve aussi un extrait du diagramme des exigences du système auquel le sujet fera souvent référence pour justifier les performances du système.

### **Deuxième partie : vérification de la vitesse de la moto**

Cette partie a pour but de vérifier si la moto atteint une vitesse maxi suffisante et confortable.

**Q1** : la vitesse maxi de la moto est demandée et les réponses sont trop souvent peu réalistes puisque seulement 33% des candidats ont réussi cette question. On trouve des vitesses par exemple de 32000 km/h . On conseille aux candidats de vérifier la cohérence des résultats et au moins de les critiquer.

### **Troisième partie : vérification des performances de la suspension**

Cette partie a pour but de justifier le choix de l'amortisseur arrière.

**Q2** : la fonction de transfert a été en général bien déterminée. Par contre, la forme canonique d'une fonction de transfert est souvent méconnue.

**Q4** : le coefficient d'amortissement pour avoir un temps de réponse minimal doit être connu par cœur.

**Q6** : un programme informatique à trous était à compléter. Le choix de python ou de scilab était laissé au candidat. On peut noter que tous les candidats ont choisi de composer en python. Le programme a été en général bien traité. On rappelle qu'il est nécessaire d'avoir 2 conditions initiales pour utiliser la commande Odeint.

**Q7** : la question demande de relever un temps de réponse à partir d'une courbe donnée. Il est très surprenant de constater que certains candidats n'utilisent pas les courbes ou trouvent des temps de réponse en dehors de la plage de temps de la courbe.

### **Quatrième partie : limite au basculement de la moto**

Cette partie a pour but de montrer l'intérêt d'avoir un centre de gravité bas pour une moto de trial.

**Q8** : écrire un torseur ne se limite pas à écrire qu'il existe une résultante et un moment, ces derniers doivent être explicités. Un point de réduction et une base sont exigés.

**Q13** : la conclusion demandée est une conclusion technique ou physique du point de vue du pilote de la moto et pas seulement une conclusion mathématique.

### **Cinquième partie : vérification du couple transmissible par le moteur**

Cette partie a pour but d'évaluer si le couple moteur de la moto est suffisant pour la mettre en « wheeling » sans effort du pilote.

**Q14 à Q21** : ces questions étaient des questions classiques de dynamique. De nombreux candidats ont manqué de rigueur en écrivant par exemple que les vecteurs sont égaux à des scalaires ou en considérant que le rayon de la roue est variable. Aussi, les réponses qui consistent à donner des définitions du cours, sur le changement de point d'un moment dynamique par exemple sans application derrière ne peuvent être acceptées.

**Q24** : cette question demandait des manipulations analytiques d'équations et une application numérique. Trop rares sont les candidats à avoir débouchés sur une réponse juste (environ 15%).

### ***Sixième partie : influence de la pente sur la vitesse maxi de la moto***

Cette partie est une modélisation de la motorisation afin de déterminer l'influence de la pente à gravir sur l'accélération et la vitesse de la moto.

**Q29** : l'énergie cinétique de l'ensemble de la moto est demandée. Nous avons constatés trop d'oublis de systèmes en mouvement, car dans ce cas, tout était en mouvement. Aussi, la notion de moment d'inertie équivalente ramenée sur l'arbre moteur semble inconnue par certains.

**Q30** : dans les calculs de puissance, les rapports de transmission interviennent. Il serait souhaitable comme le permettait le sujet en donnant les nombres de dents des organes, de vérifier s'il s'agit d'un réducteur ou multiplicateur de vitesse. En effet, ces rapports ont été parfois mal utilisés.

**Q32 & 33** : ces questions demandent d'explicitier des fonctions de transfert classiques. Seulement 10% de réponses justes à la question 32 et 40% à la question 33. Nous rappelons sur ce type de questions qu'il ne s'agit pas seulement de donner la définition d'une fonction de transfert – rapport entre la variable de sortie et celle d'entrée- mais surtout de l'explicitier.

**Q34** : plusieurs méthodes sont possibles pour répondre à cette question. La formule de Black est très efficace. Environ 20% de bonnes réponses.

**Q35** : question très classique où la FTBF sans perturbation est demandée. Moins de 10% de bonnes réponses. On ne peut qu'encourager les candidats à mieux se préparer pour ce type de question.

**Q38** : une courbe de réponse était demandée avec quelques indications importantes. Seulement 5% des candidats ont répondu correctement.

### **Conclusion**

Toutes les questions ont été abordées, avec environ 3% des copies qui se sont vues attribuées la note maximale. Cela démontre la bonne corrélation du sujet proposé avec les programmes en vigueur et l'adéquation de la difficulté des questions posées avec le niveau des candidats.