

# SOMMAIRE

## I – DONNEES STATISTIQUES

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

## II – RAPPORT DES EPREUVES ECRITES

- Epreuve de Mathématiques 1 ..... p 5
- Epreuve de Mathématiques 2 ..... p 7
- Epreuve de Physique/Modélisation ..... p 9
- Epreuve de Chimie ..... p 14

Filière PC

Session 2017

	Inscrits		Admissibles		Classés	
	Total	%	Total	%	Total	%
<b>Candidates</b>	1093	37,91	964	39,16	879	39,83
<b>Etrangers CEE</b>	16	0,55	14	0,57	14	0,63
<b>Et Hors CEE</b>	99	3,43	67	2,72	56	2,54
<b>Boursiers</b>	993	34,44	812	32,98	708	32,08
<b>Pupilles</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>3/2</b>	2206	76,52	1870	75,95	1651	74,81
<b>Passable</b>	233	8,08	164	6,66	124	5,62
<b>Assez Bien</b>	719	24,94	617	25,06	529	23,97
<b>Bien</b>	1127	39,09	1002	40,70	916	41,50
<b>Très Bien</b>	804	27,89	679	27,58	638	28,91
<b>Spéciale PC</b>	2290	79,43	2010	81,64	1792	81,20
<b>Spéciale PC*</b>	556	19,29	437	17,75	402	18,21
<b>Autres classes</b>	37	1,28	15	0,61	13	0,59
<b>Allemand</b>	81	2,81	71	2,88	65	2,95
<b>Anglais</b>	2708	93,93	2315	94,03	2079	94,20
<b>Arabe</b>	26	0,90	16	0,65	9	0,41
<b>Espagnol</b>	52	1,80	44	1,79	39	1,77
<b>Italien</b>	13	0,45	13	0,53	12	0,54
<b>Portugais</b>	3	0,10	3	0,12	3	0,14
<b>Total</b>	2883		2462		2207	

*Concours e3a – Filière PC*

**RESULTATS DES EPREUVES ECRITES**

	épreuve	présents					moyenne finale					écart type final				
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
pc	<b>Chimie</b>	3087	3149	2773	2706	2644	9.93	9.98	9.52	9.69	9.62	3.86	4.20	3.97	3.74	3.43
	<b>Mathématiques 1</b>	3072	3131	2769	2702	2662	9.96	9.31	9.23	9.94	9.72	4.36	4.83	3.62	3.77	4.49
	<b>Mathématiques 2</b>	2612	2655	2266	2058	1965	9.93	9.86	9.75	9.41	9.23	4.19	4.36	4.42	4.75	4.41
	<b>Physique-Modélisation</b>	3086	3143	2779	2713	2667	8.59	9.03	9.55	9.07	9.52	4.24	3.93	3.89	4.70	3.83

## **TABLEAU STATISTIQUES DES ECOLES FILIERE PC**

**Voir site du SCEI rubrique statistiques**

**<http://www.scei-concours.fr/statistiques/stat2017/pc.html>**

## 1) PRESENTATION DU SUJET

Le sujet comportait 4 exercices indépendants, chacun sur un thème différent (analyse, algèbre, probabilités, algorithmique et programmation).

Chaque exercice se composait de plusieurs questions de difficulté graduée et plus ou moins indépendantes. Les programmes des deux années étaient concernés.

Les thèmes abordés sont pour la plupart classiques, comme la fonction  $\zeta$ , les matrices de rang 1, les queues de lois de probabilités ou les nombres premiers.

Les questions font appel aux connaissances de base du calcul de seconde année, tant en analyse, qu'en calcul matriciel ou dans le dénombrement, ainsi qu'à la maîtrise de quelques algorithmes simples utilisant des tests, des compteurs ou des boucles conditionnelles.

De nombreuses questions portent sur le cours ou sur des conséquences immédiates du cours, quelques unes font appel à une maîtrise plus approfondie comme la continuité ou la classe  $C^\infty$  d'une somme de série de fonctions.

## 2) COMMENTAIRE GENERAL DE L'ÉPREUVE

L'épreuve a été traitée par 2662 candidats. Les notes obtenues vont de 0 à 20, avec une moyenne de 9,72/20 et un écart-type de 4,49.

Le sujet regroupait un nombre important de questions sur des thèmes très variés et de difficulté très hétérogène. Les candidats ont pu aisément occuper leur 4 heures en se consacrant à leurs thèmes de prédilection.

Au demeurant, la plupart des candidats aborde tous les exercices, en général de façon substantielle.

L'équipe de correction a constaté dans l'ensemble que les copies sont bien présentées, rédigées et que le travail effectué a été soigné. Ce soin a été récompensé, et dans les rares cas de copies de mauvaise facture, les candidats ont été sanctionnés.

## 3) ANALYSE DES RESULTATS PAR EXERCICE

### • Exercice 1

Il s'agissait de l'étude approfondie de la fonction  $\zeta$ .  
L'ensemble de définition ne pose que rarement problème.

La continuité nécessitait de connaître et appliquer correctement le théorème relatif aux séries de fonctions. Sur ce point on note d'importants écarts entre les copies. Dans l'ensemble cette question a été bien traitée, mais par une minorité de candidats.

Même remarque pour la classe  $C^\infty$ , où les dérivées successives ne posent pas problème, mais le théorème est souvent mal compris ou mal rédigé.

Si la limite de la question 5 a été mieux réussie, on regrette l'absence trop fréquente de courbes à la question 7; même approximatives, les courbes rapportent des points non négligeables.

La question 8 a été moins traitée que les autres, mais souvent avec succès, à l'exception du ii) où là encore la continuité pose problème.

- Exercice2

Il s'agissait là d'étudier, d'abord sur un exemple, puis de façon générale la diagonalisabilité des matrices de rang 1.

La question 1 a rapporté beaucoup de points à la plupart des candidats, récompensant ceux qui ont travaillé les techniques classiques sur ce thème.

La question 2a fut plus délicate en particulier à cause de la démonstration d'existence. Cependant, la suite a été plutôt réussie.

La question 3 a été moins traitée et sa première sous-question a entraîné des confusions entre  $f$  non nulle et  $f(x)$  non nul pour un  $x$  donné.

- Exercice3

L'exercice 3 était dans le thème des probabilités mais en pratique axé sur le calcul et le dénombrement.

La première question a posé problème par l'utilisation de l'inégalité de Markov, mais aussi par une rédaction souvent hasardeuse sur les critères de convergences de séries à termes positifs.

Les questions suivantes ont moins inspiré les candidats peut-être soucieux d'aborder vite le dernier exercice, ou rebutés par les techniques calculatoires.

Nous avons remarqué cependant que nombre de bons candidats ont largement traité cet exercice avec souvent un réel succès.

- Exercice4

C'est l'exercice qui a le mieux réussi aux candidats.

Les questions ont en général été bien traitées, tant sur le principe des algorithmes que sur la correction de la syntaxe du code python.

Le point qui paradoxalement pose souvent problème reste la question 4a qui est pourtant un simple rappel de cours sur une notion très classique en analyse.

## 4) CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Comme souvent dans les rapports de jury de l'écrit, il convient de rappeler aux futurs candidats que les épreuves sont calibrées de manière à ce qu'un candidat de niveau correct et ayant travaillé sérieusement toute l'année ait une note au dessus de 10/20. A ce titre nous rappelons :

- Qu'il est indispensable de connaître parfaitement les théorèmes et définitions des programmes de première et deuxième année.
- Qu'un théorème s'utilise en rappelant son énoncé et ses hypothèses et en l'appelant par son nom s'il en a un.
- Que les questions nécessitant de longs calculs rapportent des points en conséquence et qu'il ne faut pas les négliger.
- Que dans tous les exercices il y a des points à prendre et qu'on peut tenter de traiter des questions dans toutes les parties.
- Qu'aucune partie du programme ne doit être négligée.
- Que la qualité de la rédaction et de l'argumentation mathématique est un élément fondamental pris en compte lors de l'évaluation.

## Épreuve de mathématiques II. (PC- e3a 2017)

### 1. Présentation

2150 candidats dont 1965 ont composé, avec une moyenne de 9,23 et un écart-type de 4,41.

L'épreuve concernait essentiellement à étudier des intégrales et un opérateur intégral avec quelques questions d'algèbre linéaire ou sur les équations différentielles. Le problème comportait nombre de questions avec des difficultés variées.

### 2. Commentaires

Le niveau d'ensemble constaté est plutôt moyen voir faible, avec très peu de très bonnes copies, la plupart des candidats cherchant à répondre aux questions tant bien que mal et pas toujours avec les méthodes attendues. On s'inquiète aussi d'un nombre important de candidats à qui semblent manquer des bases nécessaires et en empilent leurs réponses sans toujours donner le sentiment d'une compréhension des choses écrites.

Un nombre donc trop important de copies plutôt faibles et relativement courtes, ce qui conduit à un certain étonnement compte-tenu des questions très classiques et du large spectre du programme balayé par le sujet. Sur la forme, présentation et la rédaction sont globalement convenables et la plupart des candidats connaissent la marche à suivre, mais il reste trop de copies mal présentées, mal numérotées, avec une présentation confuse et en particulier sans référence aux numéros des questions. Insistons sur le fait qu'une copie est un texte destiné à convaincre. Que pour cela il faut introduire la question, la démarche mise en oeuvre et les arguments et des raisonnements précis avec la concentration nécessaire pour faire des calculs corrects.

Beaucoup de fautes en analyse : ainsi sur la convergence des intégrales ("la fonction tend vers 0 en  $+\infty$  donc l'intégrale existe"), la confusion entre intégrale dépendant d'un paramètre et dépendant de ses bornes avec la notion fondamentale de primitive mal appréhendée ; la notion de fonction développable en série entière ("la fonction est bijective donc développable", "elle est continue donc développable"), la manipulation d'intégrales divergentes et les intégrations par parties vraiment malhonnêtes (combien ont écrit  $\ln(0)!$ ), la notion de convergence uniforme. Des erreurs sur la suite  $(I_n)$ , censée être géométrique et l'intégrale  $R(x)$ , "majorée par son premier terme négligé" pour justifier que  $R(x) \leq \frac{e^{-x}}{x}$ .

L'algèbre linéaire a été moins maltraitée : beaucoup d'efforts ont été déployés pour prouver le caractère "endomorphisme" dans II et la bonne matrice a souvent été trouvée. Les équations différentielles aussi ont eu plus de succès : la formule donnant les solutions d'une équation homogène, la méthode de variation de la constante semblent en général assimilées.

### 3) Analyse des résultats

#### Partie I

- (a) Quelques erreurs sur la détermination d'une primitive de  $s \mapsto e^{-st}$  pour  $t \neq 0$ .
- (b) La continuité en 0 est effectuée, mais pas de phrase pour l'évoquer ailleurs. Il est curieux qu'après avoir explicité  $f$ , trop de candidats utilisent le théorème de continuité sous le signe intégrale avec la majoration fautive :

$$\forall t \in \mathbb{R}, \quad \forall s \in [0, 1], \quad e^{-st} \leq e^{-s}.$$

Peu voient d'ailleurs que sur un segment, majorer par une constante suffit. La bijection est rarement bien justifiée, certains étudient le noyau ou donnent des explications fantaisistes. La monotonie est rarement expliquée avec l'intégrale directement, ou quitte à dériver sous le signe intégral...

- (c) Question généralement réussie car le développement en série entière de  $\exp$  est connu, mais ensuite cela peut se gâter. Des erreurs de « mélange » entre variables (la fonction obtenue dépend parfois de  $t$ ) et peu de justification pour intégrer la série entière.
- (d) Question généralement réussie lorsque la précédente l'est (quelques tentatives de bluff néanmoins pour compenser des décalages d'indices aux questions précédentes).
- (a) Parfois très long, pour un résultat qui dépend de  $t$  et  $x$ ...
- (a) Souvent correct.
- (b) Parfois très bien faite mais les copies moyennes utilisent des termes du type  $\int_0^1 dt/t$ . Le caractère  $C^1$  de  $f$  est souvent justifié avec le théorème de dérivation des intégrales à paramètres qui donne, dans quelques copies, une dérivée nulle. La présence du signe moins devant la dérivée a été régulièrement absent et ce signe réapparaît au cours du calcul pour compenser la fin de la question. Beaucoup d'intégrales divergentes apparaissent, avec notamment des "ln(0)". La continuité de la fonction sous le signe intégrale est peu évoquée et beaucoup de copies faibles justifient l'existence en mentionnant que  $t \mapsto e^{-t}/t$  tend vers 0 en  $+\infty$ . La classe  $C^1$  et la conclusion correcte est assez rare.
- (a) La question a été peu abordée et la majoration très rarement. Énormément de tours de passe passe pour l'inégalité de droite.

- (b) On prouve en général la convergence simple, d'autres fois on rappelle de la définition de la convergence, mais on donne une majoration dépendant de  $x...$ , et l'idée de majorer par  $1/n$  finalement très rare.
- (c) Question peu abordée.
- 5. (a) De façon analogue à la question 3)b), l'intégrale a souvent faussement été séparée en deux par linéarité et le lien avec  $S$  a été peu remarqué.
- 6. (a) La limite a été généralement démontrée mais l'inégalité très peu. Majoration directe par  $e^{-x}/x$  en utilisant la décroissance de  $e^{-t}/t$
- (b) Question peu abordée. La plupart cherche à calculer  $R(x)$ . Peu ont eu l'idée d'intégrer par parties.

## Partie II

- 1. (a) Question très abordée et plutôt réussie même si, à nouveau, un nombre non négligeable de copies justifie l'existence en mentionnant juste la continuité de la fonction intégrée ou le fait qu'elle tende vers 0 en  $+\infty$ .
- (b) Question plutôt réussie mais beaucoup de candidats oublient de montrer que  $I_n = n!$ .
- 2. (a) Le fait que  $T$  soit un endomorphisme est plutôt correctement écrit mais la matrice pas toujours correcte trouvée (présence notamment de variables dans la matrice voire de fonctions), ou parfois transposée. L'argument pour la non-diagonalisabilité est en général vu. Certains candidats indiquent que  $M$  est diagonalisable car elle possède une valeur propre triple ou parce qu'elle est triangulaire supérieure.
- 3. (a) Arriver à justifier que  $T$  est un endomorphisme de  $\mathbb{R}_n[X]$  est plutôt rare.
- (b) La formule de Taylor est rarement écrite correctement (beaucoup de formules de Taylor-Young notamment).
- 4. (a) La méthode est connue mais la détermination de la solution particulière a souvent été mal faite (avec du bluff sur le signe moins). Pour l'équation complète, on intègre souvent de  $x$  à l'infini sans justifier. Le reste de cette partie a été peu abordé.

## Partie III

- 1. (a) Question très abordée mais où les calculs n'ont abouti que dans la moitié des copies. Beaucoup de relations dépendent de  $x$  à la fin des calculs. N'aboutit pas souvent, mais souvent tenté.
- (b) Cette question est peu abordée.
- 2. (a) Cette question est généralement bien écrite même si l'équivalence n'est pas toujours clairement mentionnée.
- (b) Souvent tenté, parfois réussi.

L'enchaînement b à e. rarement mené au bout.. Par exemple  $\exp(-2x - \ln(x)) = (\exp(-2x))/x$  est rare. La fin du problème est peu abordée.

### 4. Conseils aux futurs candidats. Conclusion.

La variété des questions a permis un bon étalement des notes. Dans une telle épreuve comportant beaucoup de questions il y a souvent moyen de donner des réponses brèves et il convient de réfléchir aux méthodes à utiliser avant de partir dans des calculs compliqués, ce qui fait partie des compétences évaluées.

Nous ne pouvons que conseiller aux candidats de s'efforcer de bien faire, en rédigeant avec précision ce qui est abordé. Une bonne connaissance du cours est indispensable ainsi que la pratique d'exercices d'entraînement pour acquérir un bon savoir-faire. Une lecture attentive et minutieuse du sujet permet d'éviter de nombreuses erreurs et incohérences. Les correcteurs attendent des réponses argumentées, précises. Les références aux résultats du cours doivent être bien rédigées et sans abréviations. Les correcteurs apprécient les copies propres et bien écrites. On aimerait que les candidats fassent preuve de davantage de rigueur dans les preuves demandées.

Nous constatons des différences sensibles entre les candidats, que les calculs posent problème ainsi et que la précision des explications n'est pas un impératif de tous. Quelques bonnes copies, bien présentées et de bon niveau, mais trop rares.

## EPREUVE DE PHYSIQUE-MODELISATION

Durée 4 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Ce sujet s'intéressait à la production et à l'acheminement de l'énergie d'une centrale photovoltaïque.

La première partie du sujet permettait d'étudier le soleil et son rayonnement, à partir d'une étude documentaire sur le modèle du corps noir. Ensuite, un modèle thermodynamique venait corroborer l'approche documentaire. Enfin, l'influence du rayonnement sur l'efficacité des panneaux photovoltaïques de la centrale était considérée.

La deuxième partie, plus conséquente, se proposait d'étudier le transport de l'énergie électrique. L'onduleur qui permet de transformer la tension continue délivrée par les panneaux photovoltaïques en tension alternative envoyée sur le réseau était étudié dans un premiers temps. Une approche numérique permettait de mieux cerner le fonctionnement de l'onduleur à commande décalée. Dans un second temps, l'étude de l'effet de peau permettait de justifier la taille des câbles utilisés dans le réseau basse tension. Dans un troisième temps, le sujet s'intéressait à la propagation de la tension de la centrale au travers des câbles à partir de l'équation des télégraphistes.

### COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

Ce sujet a été rédigé afin d'être proche du cours et d'exercices classiques. Il se reposait sur de nombreux thèmes du programme avec, entre autres, thermodynamique, électrocinétique, mécanique des fluides, propagation des ondes, électromagnétisme, gravitation, etc.

Le sujet était volontairement un peu long afin que les candidats puissent aborder les parties sans être bloqués. Il devait permettre aux étudiants ayant travaillé sérieusement durant leurs années de PCSI/PC, de montrer l'étendue de leurs connaissances.

Les membres du jury ont eu le plaisir de lire de très bonnes copies ayant abordé presque toutes les parties du sujet. Malheureusement, comme l'année dernière, une bonne partie des copies ne sont pas satisfaisantes, notamment au niveau de la maîtrise des calculs et de la rédaction. Beaucoup de candidats n'arrivent à répondre qu'aux questions triviales. Seul un travail sérieux et régulier durant les années de classe préparatoire permet d'aborder sereinement ce type de sujet.

Les questions sur les aspects numériques ont été dans l'ensemble assez bien traitées bien que de nombreux candidats construisent des fonctions renvoyant des chaînes de caractères et non des nombres.

Les membres du jury conseillent aux futurs candidats les actions suivantes :

- Travailler régulièrement et sérieusement durant les années de PCSI/PC
- Faire un effort d'orthographe et de grammaire. L'épreuve écrite est aussi une épreuve de communication par écrit. Il faut donc écrire dans un français correct et compréhensible. Il est anormal que les membres du jury lisent trop souvent « on c'est que », « il est indiquait », etc.
- (Re)lire le programme de physique PC, pages 35-36 sur les outils transversaux. Il y a eu beaucoup trop d'erreurs d'homogénéité, d'incompatibilité avec le caractère infinitésimal ou non des grandeurs, de grandeurs vectorielles égales à des scalaires, de nombre de chiffres significatifs, d'ordre de grandeurs, etc.

- Soigner la rédaction et les explications : on n'aligne pas les équations et les calculs sans aucune justification. Pour passer d'une ligne à une autre, il faut préciser la démarche effectuée comme par exemple : « En utilisant l'équation de Maxwell-Faraday, on obtient... », « La projection de cette équation selon le vecteur donne ... », « On observe un pont diviseur de tension donc ... ».
- Les membres du jury rappellent à ce propos qu'il est écrit sur la page de garde du sujet que la rédaction et la clarté des raisonnements sont considérées dans la notation. L'absence de rédaction a donc été sanctionnée.
- Justifier tous les résultats. L'absence de justifications entraîne l'absence de point.
  - Lire attentivement le sujet (et non pas que le document réponses). Beaucoup d'erreurs sont dues à une très mauvaise lecture du sujet et des questions.
  - Adapter la réponse à la question posée : quand il faut « montrer que », il faut faire un raisonnement (encore plus) solide que pour les autres questions (où le raisonnement doit aussi apparaître). Il ne faut pas essayer à tout prix de trouver le résultat de l'énoncé, c'est-à-dire qu'il ne faut pas truffer. Les correcteurs ne sont pas des débutants ! Cette malhonnêteté intellectuelle a été sanctionnée.
  - Être concis pour les commentaires qualitatifs. Ils peuvent se faire en une ou deux phrases à condition d'employer le bon vocabulaire et d'écrire correctement. Des candidats écrivent plus d'une dizaine de lignes dans un mauvais français alors qu'il reviendrait au même d'écrire par exemple « un gaz étant compressible... »
  - Ne pas tenter de « grappiller » des points. Cela est très mal vu par les membres du jury. Faire une application numérique par-ci et par-là sans aucun commentaire ne peut pas être récompensé.
  - Ne pas utiliser le symbole d'équivalence car il n'est presque jamais utilisé correctement. Il est préférable d'utiliser des mots montrant les liens logiques entre les différentes étapes du raisonnement.

Les membres du jury tenaient aussi à signaler qu'affirmer une chose ne l'a jamais rendue juste. Les résultats sont à démontrer et/ou à expliquer.

## **ANALYSE PAR PARTIE**

### **A. Approche descriptive du rayonnement du soleil**

Cette partie a été souvent traitée et cela de manière correcte.

A1. et A2. Bien traitées. Des problèmes de chiffres significatifs. Certains candidats ne savent pas exprimer l'aire d'une sphère de rayon  $R$ . Les réponses données manquent souvent de justifications.

A3. Il manque le plus souvent des explications. Beaucoup de malhonnêteté : de nombreux candidats utilisent l'expression fournie de la puissance pour en déduire le flux plutôt que de raisonner pour obtenir le flux. La conservation de l'énergie n'a été évoquée que dans moins de 1% des copies.

A4. L'absorption par l'atmosphère est mentionnée dans une bonne moitié des copies mais on trouve aussi de nombreuses réponses fantaisistes. Il faut par contre mieux s'appuyer sur les documents.

A5. Bien même si environ 10% des candidats pensent que  $E = P/\Delta t$

### **B. Estimation de la température du soleil**

Egalement largement traitée, il y a souvent un manque de rigueur.

B1. Cette question est mal traitée en raison d'un manque de rigueur. Il faut analyser les propriétés d'invariances et de symétries de la distribution des masses pour conclure quant à certaines propriétés satisfaites par le champ gravitationnel.

Une réponse du type : « il n'y a pas d'invariance par rotation d'angle  $\theta$  et  $\varphi$  » est irrecevable car elle n'a pas de sens. Il en est de même pour « le plan de la feuille » est un plan de symétrie.  $M$  n'appartient-il pas à ce plan ?

Des candidats pensent que le système de coordonnées à utiliser est le système de coordonnées cylindriques. D'autres voient des invariances par translation selon le vecteur  $uz$  ou  $u\theta$ ...

B2. L'analogie interaction électrostatique / interaction gravitationnelle est souvent mal menée. Toute malhonnêteté intellectuelle a été sanctionnée, notamment sur l'apparition magique du signe moins ou du facteur  $4\pi$ .

B3. Peu de candidat parle du libre parcours moyen.

Dans l'équation d'Euler, les candidats mélangent  $\rho$ ,  $m$ ,  $\rho dt$  ou encore  $\mu$  qui ne sont jamais définis... On a dans la même équation des forces volumiques, des forces infinitésimales ou encore macroscopiques avec  $mg$  par exemple.

B4. Correct dans l'ensemble même si le jury rappelle qu'avant d'intégrer, il est bon de montrer que  $P$  ne dépend que de la variable  $r$ .

B5. Des tentatives d'arnaques innombrables pour obtenir à partir de B2 le résultat donné par l'énoncé.

B6. Très peu de candidats justifient correctement le  $\frac{1}{2}$  dans la masse molaire. La plupart réalise des démonstrations complètement fausses et montrant des lacunes de logique ou pire de la malhonnêteté pour retrouver le résultat de l'énoncé...

B7. Bien mais beaucoup d'erreur dans l'application numérique par confusion entre  $r$  et la profondeur. Les commentaires sont souvent inintéressants du genre : « On trouve 6000K ce qui est 1000K de plus que les 5000K trouvés dans la première partie ».

B8. Certains candidats affichent une bonne culture scientifique dans la critique du modèle proposé. D'autres se contentent de propos fumeux. Ce qui est compris doit s'énoncer clairement.

### **C. Etude d'une centrale photovoltaïque**

Cette partie a été souvent traitée mais de façon très inégale par les candidats.

C1. Il fallait évidemment faire un schéma. Beaucoup de candidat n'ont pas compris ce qu'était une caractéristique et ils veulent faire varier le flux lumineux à tension constante.

C2. Attention, une majorité des candidats pense que  $\max(U.I) = \max(U) \cdot \max(I)$ . Evidemment, ceci ne concerne que ceux d'entre eux qui n'écrivent pas que la puissance est  $U.I^2$ ...

C3. Assez souvent bien traitée.

C4. Bien même si environ 25% des candidats pensent pouvoir répondre à cette question qu'avec des commentaires sans intérêt.

C5. Correct pour ceux qui ont abordé cette question, mais les explications et le commentaire pourraient être plus soignés.

### **D. Transformation en courant alternatif grâce à un onduleur**

D1. Assez mal réussie : les schémas équivalents sont corrects mais le graphe ainsi que la valeur efficace de la tension proposée sont souvent faux. Beaucoup trop souvent  $U_{eff} = u(t)/\sqrt{2}$ ...

D2. L'établissement de la fonction de transfert ne pose pas de problème. Par contre, il faut au moins préciser d'où sort cette fonction de transfert (diviseur de tension). La gestion du  $2\pi$  entre  $\omega$  et  $f$  a été très problématique. Il est étonnant de voir que  $\omega = 2\pi f$  n'est pas maîtrisé.

D3. Très rares sont ceux qui ont trouvé la fréquence de coupure à 3 dB.

D4. Non maîtrisée pour la presque totalité des candidats. Parmi les rares candidats ne confondant pas le signal d'entrée et le signal de sortie, peu d'entre eux ont considéré que le gain changeait en fonction du rang de l'harmonique.

D5. Peu de réponses satisfaisantes. Très peu de candidats ont su interpréter les lignes de code proposées. Ils se contentent simplement de traduire en français ces lignes de code. Ce n'était pas l'objectif de la question.

D6. et D7. Bien en général. La principale erreur est la confusion entre le test d'égalité et l'affectation.

D8. et D9. Les réponses ont été souvent bien plus compliquées que nécessaires. Le jury rappelle que  $a/b$  avec  $a$  et  $b$  deux entiers renvoie le quotient de la division euclidienne de  $a$  par  $b$  et non pas un flottant.

D10. La fréquence d'échantillonnage est rarement juste. Le théorème de Shannon est rarement évoqué.

D12. et D13. Très peu traitées. On retrouve les mêmes problèmes qu'à la question D4s. L'analyse des données est souvent trop sommaire ce qui montre des lacunes dans ce domaine.

### **E. Dimensionnement des câbles**

Cette sous-partie a été révélatrice d'un manque de rigueur flagrant dans la comparaison des ordres de grandeur des différents termes présents dans une équation. Il ne s'agit pas de se contenter d'affirmer qu'un terme est négligeable devant un autre. Il faut l'illustrer par un calcul d'ordre de grandeur.

Trop souvent, des inégalités entre vecteurs, des divisions de vecteurs, des normes négatives ont été observées.

E1. Il faut lire les questions suivantes pour éviter de répondre n'importe quoi n'importe comment à cette question. Un calcul d'ordre de grandeur est indispensable pour pouvoir justifier que le poids est négligeable. Beaucoup d'erreurs dans l'expression de la force de Lorentz.

E2. Bien dans l'ensemble. L'erreur la plus observée est de croire qu'un milieu neutre électriquement est équivalent au vide.

E3. Trop souvent :  $\vec{E} \gg \vec{B}$

E4. Un nombre non négligeable de candidats pensent qu'en régime permanent sinusoïdal la dérivée temporelle de la vitesse est nulle... mais cela ne les choque pas d'arriver ensuite à  $\vec{v} = \vec{v}_0 \exp(j\omega t)$

E5. Bien dans l'ensemble

E6. Moyen. Des erreurs d'applications numériques. L'unité de la conductivité est rarement juste. Ecrire « uSI » pour les unités n'est pas acceptable.

E7. Bien pour ceux qui ont su trouver l'approximation de l'équation de Maxwell-Ampère. Pour les autres, beaucoup de tentatives d'escroquerie sévèrement pénalisées par les membres du jury.

E8. Peu de candidat ont compris le graphique. Un certain nombre y voient le temps en abscisse.

E9. à E11. Beaucoup de commentaires malhonnêtes et faux.

E12. La rédaction rend souvent la réponse incompréhensible. Il faut faire un effort de clarté.

E13. Bien dans l'ensemble. L'erreur la plus classique était de confondre  $f(i)$  et  $f(a + i h)$ .

E14. L'absence de justification entraîne l'absence de point.

E15. et E16. Peu compris dans l'ensemble. Des soucis dans l'interprétation de l'échelle logarithmique.

### **F. Propagation de la tension le long d'une ligne haute tension**

Il s'agissait d'un exemple classique de propagation d'une onde mais l'électrocinétique a posé problème.

F1. Classique mais rarement juste, sauf dans les meilleures copies.

F2. Il faut définir les notations utilisées. Un schéma est indispensable pour préciser les conventions d'orientation choisies.

F3. Bien dans l'ensemble. Il faut soigner la rédaction et dire clairement qu'un développement limité à l'ordre un est réalisé.

F4. Sur l'ensemble des candidats, le jury estime à une petite dizaine le nombre de candidats capables de donner une définition correcte d'un milieu dispersif et d'un milieu absorbant. Ce n'est clairement pas normal !

F5. à F12. Questions très peu abordées et encore plus rarement justes. Beaucoup de « grappillage » de point inutile.

### **ANALYSE DES RESULTATS ET CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Le jury tient à préciser une nouvelle fois qu'une bonne maîtrise des notions du cours est une condition préalable à toute réussite d'une épreuve de physique. La conduite des calculs et les explications doivent être réalisées avec un minimum de rigueur. Les fautes d'homogénéité sont souvent rédhibitoires et peuvent être facilement détectées.

Après un traitement mathématique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,52 sur 20 avec un écart-type de 3,83.

# EPREUVE DE CHIMIE

Durée 3 heures

## PRESENTATION DU SUJET

Le problème, composé de 7 parties indépendantes, illustre différentes utilisations de l'élément Manganèse en chimie.

La première partie portait sur les propriétés générales du manganèse. La seconde permettait de doser cet élément dans le ciment par une méthode spectrophotométrique. La troisième utilisait le manganèse dans un couple rédox pour déterminer la concentration d'une solution d'eau oxygénée. Les quatrième et cinquième parties traitaient respectivement de l'aspect thermodynamique et cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée. Enfin les deux dernières parties, relatives à la chimie organique, illustraient les propriétés chimiosélectives et oxydantes du manganèse.

## COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

Le sujet de Chimie PC proposait d'aborder différentes parties du programme des deux années de préparation. Sur l'ensemble des copies, la grande majorité des questions ont été abordées et traitées.

La présentation des copies par les candidats a été dans l'ensemble soignée et des efforts d'orthographe et de syntaxe ont été constatés ce qui est très appréciable.

## ANALYSE PAR PARTIE

### PREMIERE PARTIE : UTILISATION DE L'ELEMENT MANGANESE EN CHIMIE GENERALE

#### Partie A

A1. La structure électronique est connue pour la grande majorité des candidats.

A2. Les candidats ont souvent donné la position de l'élément dans le tableau périodique (ligne, colonne) sans forcément évoquer le bloc ou la famille des métaux de transition.

A3. Les réponses sont souvent confuses et mal justifiées. On note également de nombreuses réponses avec des nombres d'oxydation négatifs, incohérents concernant le manganèse.

A4. La formule de Lewis est souvent correcte mais la géométrie est plus aléatoire : réponse non justifiée par la VSEPR, des erreurs dans le nom de la géométrie ou dans la valeur des angles (non exigée ici).

#### Partie B

B1. La précision apportée par le choix de cette longueur d'onde est rarement mentionnée.

B2. On note un manque de précision dans cette réponse. Certains candidats indiquent qu'il suffit de faire le spectre de l'eau distillée (ce qui n'est pas toujours le cas) sans mentionner qu'il faut lui associer une absorbance nulle.

B3. Cette question a été très largement abordée. On note quelques erreurs dans le choix du matériel de précision à utiliser.

B4. Le nom de la loi est souvent bien connu mais les conditions d'applications, en particulier la faible concentration des solutions, ne le sont pas.

B5. Les réponses sont souvent peu précises, le terme « impuretés » est à proscrire, il faut bien identifier les espèces présentes dans le ciment (en particulier les particules solides) pouvant poser problème.

#### Partie C

C1. On note encore des erreurs dans l'écriture d'une réaction rédox (ajustage des charges en particulier).

C2. Peu de bonnes réponses : la présence du milieu acide se justifie par l'écriture de la réaction précédente, les ions chlorure peuvent réagir avec les espèces présentes au vu des potentiels standards.

C3. Peu de bonnes réponses. Les réactions proposées avaient peu de rapport avec la question posée.

C4. On note beaucoup d'erreurs dans cette question. Les candidats confondent les termes « incolore » et « transparente », inversent le changement de couleur et parle à tort de dosage colorimétrique (terme réservé à l'utilisation d'un colorimètre).

C5. Malgré l'écriture de la réaction C1, la relation à l'équivalence est souvent erronée. Il fallait également penser au facteur de dilution. Le calcul de l'incertitude doit se présenter avec un seul chiffre significatif (résultat à majorer). Il y a eu très peu de bonnes réponses.

#### **Partie D**

D1. On note de nombreuses confusions dans le raisonnement et dans les calculs pour cette question.

D2. Beaucoup pensent à utiliser l'adiabaticité de la réaction et la construction de cycles mais les calculs sont rarement aboutis.

D3. Le calcul est souvent correct.

D4. Cette question a été très largement abordée et bien traitée. On note néanmoins des confusions sur l'interprétation.

D5. Cette question a été très largement abordée et bien traitée.

D6. La formule littérale de  $K^{\circ}(T)$  est souvent correcte mais l'interprétation n'est pas argumentée. Dire que la constante d'équilibre est « grande » ne suffit pas.

#### **Partie E**

E1. Il était indispensable de redémontrer la loi de vitesse (des erreurs de signe, de constante d'intégration) et de préciser l'équation de la fonction tracée. Pour les candidats ayant fait une régression linéaire, il est indispensable de donner le coefficient de corrélation pour valider la réponse. Juste dire « qu'on a une droite » ne suffit pas.

E2. De nombreuses erreurs d'unité et de signe pour ces deux valeurs.

E3. Il était indispensable de préciser l'influence du catalyseur sur l'énergie d'activation.

E4. La relation d'Arrhénius est souvent appliquée ; on note quelques erreurs de calcul pour certains.

E5. Peu de candidats sont arrivés au résultat (beaucoup d'erreurs de calculs) et n'ont pas pu conclure.

### **DEUXIEME PARTIE : UTILISATION DE L'ELEMENT MANGANESE EN CHIMIE ORGANIQUE**

#### **Partie F**

F1. Il était demandé d'écrire une équation bilan. Celle-ci a rarement été ajustée. Le calcul d'un rendement est souvent erroné ainsi que le rôle de l'hydrolyse.

F2. Les schémas sont la plupart du temps peu soignés, il manque le plus souvent un thermomètre et la verrerie n'est pas annotée.

F3. Ce produit résultant de l'attaque d'un magnésien sur une cétone ne fut que très rarement donné.

F4. La structure et l'analyse du spectre RMN furent correctement traitées dans l'ensemble.

F5. Le terme de chimiosélectivité attendu n'a été que très rarement mentionné et les rares explications peu précises. Il fallait bien mentionner les fonctions qui réagissaient dans ces conditions.

F6. Les nombres d'oxydation sont souvent bien calculés mais le nom des réactions est le plus souvent imprécis : addition oxydante et élimination réductrice étaient attendues.

F7. Seule la gêne stérique a été mentionnée mais pas la répulsion électronique.

F8. Beaucoup se sont contentés de regarder les pourcentages pour conclure et n'ont pas interprétés ces résultats au vu des résultats expérimentaux.

F9. Il était demandé d'écrire les énolates, de les nommer et surtout d'expliquer la différence entre les produits cinétique et thermodynamique ; les réponses furent le plus souvent peu argumentées ou absentes.

### **Partie G**

G1. Il était précisé que c'était le H éthylénique qui était capté par la base. On note des efforts sur la rigueur des flèches dans le mécanisme.

G2. On note de nombreuses erreurs sur la reconnaissance de la fonction ester et sur les rôles de la potasse (saponification) et du permanganate (oxydant). Le mécanisme de la saponification est rarement complet.

G3. De bonnes réponses dans l'ensemble.

G4. Les règles de base sur l'écriture d'une formule de Lewis ne sont pas respectées : décompte d'électrons, règle de l'octet vérifiée.

Les conditions de synthèse d'un ester sont méconnues pour la plupart. Malgré tout, certains candidats ont compris le rôle intéressant du diazométhane dans la synthèse d'un ester.

G5. La structure du composé 5 fut correcte le plus souvent malgré un produit intermédiaire faux ; le rôle du tétrahydruroborate de sodium n'est pas maîtrisé.

G6. Les OA concernées sont connues mais l'allure du diagramme souvent erronée ainsi que le nom des OM.

G7. Question bien traitée.

G8. Le mécanisme SN1 est su mais pas celui de l'élimination E2, la stéréochimie anti n'est que très rarement évoquée.

G9. La structure du produit intermédiaire est souvent fautive mais pas celle de l'alantolactone. Les données IR doivent être exploitées plus précisément ; ne pas confondre liaison et fonction.

Un mélange racémique n'est pas forcément constitué d'énantiomères R et S.

G10. Les candidats ayant abordé cette question ont bien répondu dans l'ensemble mettant bien en évidence la relation de diastéréoisomérisation entre les molécules.

G11. L'action du périodate est souvent maîtrisée mais pas celle du permanganate.

G12. Le mécanisme de la réaction d'un organomagnésien est su mais peu ont vu le problème que peut poser un alcool non protégé en présence d'un organométallique.

G13. La stéréochimie des carbones asymétriques doit être justifiée (présence d'un ordre selon les règles CIP). Même remarque qu'en G9 pour les données spectroscopiques.

G14. Très peu de candidats ont traité cette question qui consistait à comparer les deux synthèses.

### **ANALYSE DES RESULTATS**

La partie chimie organique est très largement moins bien traitée que la chimie générale. Il n'en reste pas moins qu'elle représente la moitié de la note. Les candidats préparant le concours doivent en prendre conscience. Les notions abordées portent sur les programmes de sup et de spé. On note néanmoins un effort dans l'écriture des mécanismes et une rigueur dans un certain nombre de copies qui ont pu ainsi se démarquer des autres.

Les copies sont assez hétérogènes. Les candidats connaissant les notions de base du cours obtiennent des résultats tout à fait honorables.

On peut néanmoins noter le soin apporté aux copies, un effort quant à l'orthographe et à la syntaxe. Quelques candidats ont également su montrer un travail et une réflexion de qualité.

Les candidats doivent être vigilants à bien remplir le cahier réponse en respectant la numérotation des cases. La taille des cases n'est pas forcément proportionnelle à la longueur de la réponse attendue. Pour des raisons de mise en page, certaines ont pu être agrandies plus que nécessaire.

Après un traitement mathématique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,62 sur 20 avec un écart-type de 3,43.

## **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Les recommandations données par le jury lors des dernières sessions du concours restent toujours d'actualité. Parmi celles-ci, nous pouvons rappeler :

- La nécessité d'un apprentissage approfondi du cours : en particulier, doivent être connues parfaitement les définitions qui permettent d'avoir un langage scientifique clair et précis, les théorèmes et principaux résultats et les formules du cours avec leurs hypothèses, les démonstrations classiques, les réactions de la chimie organique avec leurs conditions expérimentales et leur mécanisme... ;
- La nécessité de l'apprentissage des méthodologies vues également en séances de travaux pratiques, car ne l'oublions pas, la chimie est une science expérimentale ;
- La nécessité de lire consciencieusement les énoncés et les protocoles expérimentaux afin de se les approprier ;
- La nécessité de l'apprentissage de l'honnêteté intellectuelle et de la rigueur scientifique, indispensables à de futurs ingénieurs ;
- La nécessité de maîtriser les bases de la langue française.

Enfin, il est préférable de représenter les molécules organiques dans leur ensemble et non uniquement la partie modifiée afin de permettre une meilleure lisibilité.