

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 A p 5
- Epreuve de Mathématiques B p 7
- Epreuve de Physique p 12
- Epreuve de Chimie p 16

Filière PC

Session 2013

	Inscrits		Admissibles		Classés	
	Total	%	Total	%	Total	%
Candidates	1239	37,22	1077	39,28	963	39,79
Etrangers CEE	14	0,42	11	0,40	9	0,37
Et Hors CEE	187	5,62	132	4,81	108	4,46
Boursiers	1148	34,48	932	33,99	815	33,68
Pupilles	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3/2	2340	70,29	1862	67,91	1564	64,63
Passable	303	9,10	222	8,10	166	6,86
Assez Bien	1048	31,48	865	31,55	729	30,12
Bien	1282	38,51	1072	39,10	962	39,75
Très Bien	696	20,91	583	21,26	563	23,26
Spéciale PC	2450	73,60	2063	75,24	1798	74,30
Spéciale PC*	862	25,89	673	24,54	618	25,54
Autres classes	17	0,51	6	0,22	4	0,17
Allemand	162	4,87	139	5,07	127	5,25
Anglais	3013	90,51	2491	90,85	2196	90,74
Arabe	89	2,67	57	2,08	47	1,94
Espagnol	59	1,77	50	1,82	45	1,86
Italien	6	0,18	5	0,18	5	0,21
Portugais	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	3329		2742		2420	

Concours e3a – Filière PC

RESULTATS DES EPREUVES ECRITES

Epreuves		2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
PC	Chimie	3107	2971	3038	3084	3087	9.61	8.99	9.64	8.66	9.93	3.27	3.56	3.65	3.68	3.86
	Mathématiques A	3094	2969	3020	3068	3072	9.33	8.93	9.69	8.56	9.96	4.19	4.43	4.21	4.38	4.36
	Mathématiques B	2420	2292	2475	2571	2612	9.00	8.82	9.35	9.67	9.93	4.52	4.52	3.89	3.44	4.19
	Physique	3102	2978	3034	3077	3086	9.23	8.69	8.63	8.35	8.59	3.66	3.50	3.94	4.30	4.24
e3a – épreuves communes	Français	10442	10492	11429	11012	11224	8.44	8.92	8.81	9.12	8.72	3.30	3.36	3.54	3.54	3.60
	Langue Vivante Allemand	759	651	631	548	510	9.78	9.79	10.12	10.58	10.48	3.37	3.69	3.59	3.54	3.91
	Langue Vivante Anglais	8846	8770	9380	9283	9365	9.16	9.88	9.79	9.77	10.14	3.31	3.13	2.96	3.45	3.37
	Langue Vivante Arabe	611	864	1165	926	1095	9.52	10.08	9.74	10.04	10.32	3.09	2.84	2.73	3.20	3.16
	Langue Vivante Espagnol	140	143	167	141	136	10.89	9.81	10.12	10.46	10.44	3.32	3.82	2.96	3.02	3.53
	Langue Vivante Italien	17	17	20	19	18	13.47	13.20	13.52	13.23	11.83	2.07	2.72	3.39	3.81	4.61
	Langue Vivante Portugais	7	7	10	8	5	11.86	14.43	13.83	12.08	10.93	2.12	1.51	2.20	2.68	1.98
	QCM Anglais Fac Anglais	0	0	0	8723	10917	0	0	0	10.71	10.56	0	0	0	3.49	3.72

TABLEAU STATISTIQUES DES ECOLES FILIERE PC

Voir site du SCEI rubrique statistiques

<http://www.scei-concours.fr/statistiques/stat2013/pc.html>

Rapport sur l'épreuve de mathématiques A- PC, 2013

L'épreuve portait sur un problème d'analyse en trois parties. Une première partie consacrée à l'étude d'intégrales et développement en séries, la deuxième à des fonctions définies par une intégrale et des séries de fonctions, enfin la troisième à l'étude de solutions d'une équation différentielle. Cela a permis d'explorer un large éventail de notions du programme d'analyse.

Des questions de niveau variable ou de difficulté diverse ont permis en général aux candidats de ne pas être bloqué et de montrer ce qu'ils savaient faire. Un bon nombre de candidats ayant réussi à traiter correctement de nombreuses questions, avec de bonnes copies. Les correcteurs ont eu une impression plutôt positive et avec un bon étalement des notes. Egalement positif: en général les copies sont bien présentées et les candidats font visiblement des efforts de présentation. Très peu de copies brouillon ou difficile à déchiffrer pour manque de soins. Les énoncés de théorèmes sont souvent parfaitement retranscrits dans de nombreuses copies, même si la mise en application pêche parfois ensuite. Le plus gros défaut rendant illisibles certaines copies est l'usage abusif d'abréviations.

Néanmoins on a pu relever un certains d'erreurs ou d'imprécisions de gravité variable. Il est en particulier surprenant de voir certains candidats incapables de venir à bout de l'étude d'une fonction dès le préambule, avec souvent d'ailleurs une erreur de lecture d'énoncé fréquente et inexplicable. L'étude de limites ou d'équivalents manque de pratique et avec des affirmations fausses étonnantes. Les calculs des intégrales plutôt courantes du début n'est pas toujours correct. Plus généralement la manipulation d'intégrales ou de séries ne se fait pas toujours avec l'aisance attendue. On a vu ainsi un nombre inquiétant de candidats n'hésitant pas à simplifier le quotient d'intégrales par l'intégrale du quotient des deux fonctions à l'intérieur, et une grande surprise également sur la difficulté à reconnaître la somme d'une série géométrique et préciser sa convergence et sa somme.

Grande diversité de traitement concernant aussi l'application des théorèmes importants du cours: savoir les citer avec précision sur les hypothèses puis vérifier qu'il s'applique est réservé aux meilleurs candidats. En général cela est souvent approximatif et incomplet. Citons ainsi le cas du théorème de continuité ou de classe C^1 sur l'intégrale à paramètre, le théorème d'intégration terme-à-terme qui devait être ici bien compris et justifié, ou les théorèmes sur les séries de Fourier. On ajoute parfois des conditions superfétatoires et fantaisistes au théorème de dérivation sous le signe intégral. Le théorème de Dirichlet sur les séries de Fourier est presque systématiquement confondu avec le théorème de convergence normale. Beaucoup de candidats mettent en évidence la non compréhension des notions étudiées dans le programme. Par exemple certains jugent la fonction en créneaux du I.4 comme continue, juste en dessous de sa représentation graphique clairement discontinue! L'examen de la régularisation des fonctions aux points de discontinuité est réservée aux candidats consciencieux.

Trop de candidats ignorent la bonne expression des coefficients de Fourier ou de la formule de Parseval. Comment espérer rendre une composition de mathématiques convenable lorsque les connaissances sont aussi lacunaires? La manipulation d'inégalités avec des nombres complexes (II.1) est fréquente, et ne refroidit pas le candidat téméraire qui ne recule devant rien. Pourtant très accessible, la question II.2. 2 a été également particulièrement "saccagée". Le point de départ d'un raisonnement n'est pas nécessairement le résultat de la ligne précédente. Concernant les séries entières du problème, peu de candidats ont su donner une estimation de leur rayon de convergence en revenant à la définition plutôt que par la règle de d'Alembert qui n'est pas sensée toujours s'appliquer.

La partie III nous a aussi réservé quelques surprises. Que penseront nos collègues physiciens d'entendre que beaucoup de candidats se sont montrés incapables de résoudre

l'équation différentielle $y'' = y$, ou de donner une quelconque justification de résolution, ou encore d'exprimer comme demandé la solution générale grâce aux fonctions \cosh et \sinh , au mieux on applique sans avoir l'air de comprendre des résultats mystérieux. La recherche d'une solution particulière s'est avérée plus sélective encore avec une issue correcte seulement dans les meilleurs copies.

La fin du problème consistait à justifier des développements en série entière de fonctions définies par quotient ou composition, ce qui était délicat mais avec une marche à suivre précisée par le texte et que certains ont compris. La notion de récurrence forte est absente de la quasi intégralité des copies. Là aussi une grande variété de réaction entre les candidats les moins performants qui se limitent au développement en série entière demandé de \cosh , ou répondent aux questions explicites du texte, et les meilleurs candidats qui comprennent bien l'usage des raisonnements par récurrence et les conclusions à donner sur les rayons de convergence.

Epreuve de Mathématiques B : E3A PC 2013

Présentation du sujet :

Le sujet était constitué de trois exercices indépendants :

- L'exercice 1 était un exercice d'algèbre qui avait pour but d'étudier la décomposition de Cholesky d'une matrice symétrique réelle définie positive.
- L'exercice 2 était un exercice d'analyse qui avait pour finalité l'étude d'une fonction définie par une intégrale généralisée.
- L'exercice 3 était un exercice de géométrie qui avait pour objet l'étude des paraboles et de leur développée (lieu des centres de courbure).

Le sujet était conforme aux programmes des classes PCSI-PC, il couvrait une grande partie du programme de mathématiques des classes du secondaire, de PCSI et de PC, les étudiants étaient très guidés dans chaque exercice. Il a permis d'évaluer le travail fourni par les candidats lors de leur scolarité en classe préparatoire aux grandes écoles.

Le sujet était certes long, il était difficile pour un candidat de traiter toutes les questions, cela permettait à un étudiant de pouvoir toujours commencer une nouvelle question et donc de travailler pendant les trois heures. Le barème a tenu compte de cette longueur.

Commentaires généraux / Analyse des résultats :

Dans l'ensemble les copies corrigées étaient faibles avec de grosses lacunes et un manque de savoir faire sur les techniques fondamentales des mathématiques. Le travail fourni par les candidats en Mathématiques est globalement insuffisant.

Presque tous les candidats abordent les exercices 1 et 2 : l'exercice 2 est celui où le nombre de questions traitées est le plus important. Par contre l'exercice 3 est délaissé à tort (de très nombreux points étaient très facilement accessibles) par presque tous les candidats : près d' $1/3$ n'abordent pas du tout l'exercice et plus d' $1/3$ se contentent de l'étude des variations des fonctions x et y de la courbe paramétrée.

Les candidats ne sont pas très à l'aise en Algèbre (produit scalaire, notion de sous-groupe, partie théorique...) , pour ce qui est de l'Analyse une faiblesse dans les techniques de bases (études de fonctions, continuité, développements limités, branches infinies...) et enfin les savoirs relatifs à la Géométrie sont souvent inexistantes !

La correction des exercices 2 et 3 a mis en évidence de grosses faiblesses mathématiques dans le programme du secondaire : signe d'une fonction par étude de ses variations, tracer un graphe précis et soigné, coordonnées, équations de droites, déterminer une équation de tangente, manipuler des expressions mathématiques.

Un nombre croissant de copies très faibles alors que de nombreux points étaient extrêmement faciles à gagner et pourtant un nombre significatif de candidats ont une note très proche de 0. En parallèle quelques copies excellentes et qui traitent très bien une très grande partie du problème. L'objectif qui était d'utiliser toute l'échelle de notes, pour bien classer les candidats, est dans l'ensemble atteint. Pour finir une disparité très nette entre les centres d'examen : phénomène qui s'accroît avec les années : des paquets de 20 copies de centres différents peuvent avoir des moyennes qui varient du simple au quadruple !

La plupart des candidats ont fait un réel effort de présentation (très peu de copies illisibles) ce qu'il faut évidemment encourager. Il est à regretter toutefois que de nombreuses copies manquent parfois de rédaction, de justifications claires, de calculs concis.

Analyse par exercices :

Exercice n°1 :

I)

- 1) La question était clairement formulée : énoncer un théorème du cours.
Seul 1/3 des candidats énoncent correctement le théorème spectral qui ne concerne que les matrices symétriques **réelles**.
Parfois ; confusion entre base et base orthonormée de diagonalisation.
- 2) La détermination des éléments propres de S ne pose en général pas de soucis sauf curieusement pour le sous espace propre associé à 2 qui est le plus simple.
Rares sont les candidats qui justifient correctement que leur matrice O est orthogonale même s'ils pensent à normer leurs vecteurs propres. Bon nombre d'entre eux se contentent d'ajuster un des vecteurs propres pour avoir un déterminant de 1 sans se soucier de l'orthogonalité de la matrice.
- 3) Question bien traitée lorsque les candidats cherchent explicitement la matrice T, ceux qui essaient d'utiliser 2) n'aboutissent pas à une matrice symétrique triangulaire sans parfois s'en rendre compte.
Quelques confusions entre triangulaire supérieure et inférieure.

II)

- 1) Question ultra classique qui pourtant s'est révélée très décevante.
La symétrie est souvent mal justifiée, même la bilinéarité pose des problèmes à certains candidats (parfois il n'y a que la stabilité par . ou par +), quant au caractère défini positif il est très rarement bien montré.
Les candidats sérieux auraient dû récupérer les nombreux points de cette question, hélas ce ne fut pas le cas.
- 2) La notion de sous-groupe est totalement inconnue des candidats : souvent un sous groupe est seulement un sous-ensemble, confusion avec les sous espaces vectoriels, la stabilité par le produit est rarement faite et celle pour l'inverse encore moins.
Que de mauvaise foi dans cette question par exemple : « la matrice nulle est à diagonale strictement positive » !

III)

- 1) Question très facile plutôt bien traitée, quelques candidats ne connaissent pas les propriétés de la transposition, d'autres se lancent dans des expressions matricielles.
- 2) Question facile qui a posé des problèmes à plus de la moitié des candidats.
Les candidats manipulent formellement des expressions sans aucune cohérence : confusion entre norme, vecteurs, matrices, scalaires, commutativité des termes...
Très souvent : $\|A\|^2 = {}^tAA$!
De nombreux étudiants ne précisent pas qu'un vecteur propre est non nul.
- 3) Question fort mal traitée dans l'ensemble, de nombreux candidats manipulent les matrices comme des scalaires : $Ax=0$ avec $A \neq 0$ donne $x=0$...

IV)

- 1) Certains candidats recommencent les calculs plutôt que d'utiliser les questions précédentes.
- 2) Questions peu traitées par les candidats.
 - a) Les candidats arrivent souvent à montrer que la matrice est dans $\mathcal{T}_n^{++}(\mathbb{R})$ mais affirment d'emblée que la matrice est diagonale.
 - b) Quelques candidats se débrouillent bien d'autres font preuve de beaucoup de mauvaise foi.
 - c) Question plus simple mais pas forcément mieux réussie.
- 3) Questions plus délicates, très rarement traitées par les candidats.

Exercice n°2 :

- 1) Question de cours, plutôt bien traitée même si parfois il manque des hypothèses ou la conclusion, il y a quelquefois confusion entre continuité et continuité par morceaux. Encore une fois, il faut encourager les étudiants à apprendre par cœur les résultats du cours pour ne pas perdre de points dans une question comme celle-ci et dans les questions d'applications directes ensuite.
L'hypothèse la plus souvent oubliée est l'intégrabilité sur J de $t \mapsto f(x,t)$ alors que l'hypothèse de domination assure l'intégrabilité sur J de $t \mapsto \frac{\partial f}{\partial x}(x,t)$.
- 2) C'est certainement la question qui a réservé le plus de surprises dans sa correction.
 - a) La continuité sur \mathbb{R}^* est souvent signalée, mais la continuité en 0 pose des problèmes à un nombre significatif de candidats (tout prolongement est continu, pas de recours aux limites ou alors très mal...)
 - b) Question très facile et pourtant très mal traitée : ignorance de ce qu'est un développement limité, confusion dans l'ordre, oubli des restes...
Le lien entre développement limité et dérivabilité est rarement bien cité, pour certains la dérivabilité découle de la continuité.
 - c) Question de niveau Terminale qui a posé des problèmes à plus de la moitié des candidats. Signalons quelques candidats qui utilisent fort bien la convexité de l'exponentielle. D'autres au contraire font des tableaux de signe pour les sommes, ne savent pas dériver l'exponentielle et ne maîtrisent pas la notion d'extremum...
 - d) Pour cette question aussi, les techniques d'étude de fonctions sont mal maîtrisées. L'étude locale faite en 0 en b) apparaît rarement dans le tableau de variations. Les limites sont parfois inexistantes ou fantaisistes.
Attention aux graphes qui sont volontairement bien notés mais ils doivent être soignés cohérents avec l'étude faite, lorsqu'un point est placé la tangente en ce point doit l'être également.
 - e) i) Quelques problèmes de signes, le domaine de validité du développement en série entière est rarement précisé, souvent les étudiants se lancent dans un calcul de rayon de convergence (inutile ici) mais c'est souvent imprécis (problème de valeur absolue...) ou fantaisiste.
Dans cette question il fallait traiter à part le cas $t=0$, très peu de candidats y pensent.
ii) Peu de justifications convaincantes, de nombreux candidats essaient (sans y parvenir) de redémontrer le résultat de cours sur la régularité des séries entières. Très peu de justifications pour le calcul de $g^{(k)}(0)$.
- 3)
 - a) Question très classique faite en cours par la plupart des enseignants et pourtant très peu de candidats traitent bien cette question complètement.
L'intégrabilité au voisinage de 0 n'est traitée correctement que par la moitié des candidats. Très peu de justification des intégrations par parties, très souvent les intégrales obtenues sont divergentes par suite du problème en 0 !
De très nombreuses confusions entre absolue convergence et convergence.
 - b) Question fort mal traitée dans l'ensemble, De nombreux candidats majorent par $\left| \frac{\sin t}{t} \right|$ (pire par $\frac{\sin t}{t}$!) alors que la fonction n'est pas intégrable sur $[0, +\infty[$!
 - c) Certains candidats énoncent bien le théorème en 1) mais oublient de vérifier les hypothèses dans cette question, le passage du local au global est rarement traité.

L'hypothèse de domination est souvent fautive (comme en b).

La double intégration par parties ou l'utilisation d'exponentielle complexe sont rarement correctement justifiées.

d) La justification du changement de variables est très rarement faite.

Les questions e) à h) sont rarement traitées.

e) Comme en c), l'intégration par parties lorsqu'elle est faite n'est que très rarement justifiée.

f) Beaucoup de majorations très fantaisistes, quelques très rares candidats voient que $|g'| = -g$.

g) La continuité en 0 (pourtant facile) pose des problèmes aux candidats, ils essaient en vain d'utiliser le théorème de continuité sous le signe intégral.

Pour la constante d'intégration très peu de candidats font intervenir la continuité de h en 0.

h) La limite de h en $+\infty$ pose des problèmes aux candidats qui essaient d'aborder cette question.

Exercice n°3 :

1) Peu de candidats font une figure.

a) Que de coordonnées fantaisistes, la notion même d'équation de droite pose des problèmes à un nombre significatif de candidats.

b) Quelques candidats essaient d'utiliser maladroitement le cours (équation réduite d'une parabole dans le repère...).

2)

a) Là encore des équations de droites très fantaisistes !

b) i) Bien traitée lorsque la question est abordée. Quelques triangles rectangles.

ii) Question très rarement traitée.

3)

a) Quelques candidats traitent bien ces questions, le vecteur \vec{N} est souvent cohérent avec le vecteur \vec{T} même si celui-ci est faux.

b) et c) Très rarement traitées, les très rares candidats qui font ces questions le font bien.

4)

a) Que de symétries fantaisistes : une symétrie pour les x et une autre pour les y.

b) Seule question convenablement traitée de l'exercice.

c) Rarement bien traitée.

d) Problème de vocabulaire et de méthodes pour étudier les branches infinies. Les

candidats savent en général qu'il faut étudier la limite du quotient $\frac{y}{x}$ mais en grande majorité ne savent pas exploiter cette limite.

e) Quelques jolies courbes mais rarement complètes.

Conseils aux futurs candidats :

Il faut apprendre à ne pas perdre de nombreux points faciles à glaner :

- Énoncer correctement les théorèmes demandés qu'il faut apprendre par cœur !
- Bien lire l'énoncé : parfois il est demandé d'énoncer un théorème du cours sans en faire la preuve, parfois il est demandé de redémontrer un résultat du cours.
- Il faut lire la totalité d'une partie avant d'aborder les questions ce qui permet parfois de ne pas se lancer dans de fausses pistes.
- Chercher sérieusement au minimum la moitié de chaque exercice où les questions posées sont souvent plus axées vers les applications directes du cours et relativement bien notées.
- Faire des graphes précis et soignés où figurent des tangentes et qui traduisent une étude précédente
- Vérifier systématiquement les hypothèses d'un théorème avant de l'appliquer.

Voici quelques domaines où il faut accentuer ses révisions :

- La géométrie dans son ensemble !
- Les intégrales généralisées, les inégalités (de nombreux candidats font n'importe quoi), les études de fonctions, les développements limités.

Il faut se laisser quelques minutes de relecture et faire preuve d'esprit critique : vérifier la cohérence de ces calculs, l'homogénéité des expressions, les étourderies...

Attention pour certains au soin : éviter les ratures et l'utilisation du correcteur à outrance, utiliser de la couleur et encadrer les résultats.

EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème s'intéressait à la décongélation industrielle des aliments par micro-ondes. Il comportait trois parties totalement indépendantes. La première partie abordait la structure de la molécule d'eau d'un point de vue électrostatique. La deuxième décrivait la propagation d'une micro-onde dans un aliment. La troisième enfin avait pour sujet l'étude de la décongélation, tout d'abord classique (par diffusion thermique), puis ensuite par micro-ondes.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Dans le sujet alternaient questions de cours, développement d'une modélisation, puis applications numériques permettant de conclure sur la pertinence d'un modèle ou d'une technique opératoire. Les candidats pouvaient dans un premier temps s'appuyer sur leur connaissance du cours avant d'aborder des applications moins immédiates. De nombreux résultats intermédiaires étaient fournis de manière à ne pas bloquer les candidats, même dans le cas où ceux-ci se seraient trompés dans certains calculs. Les candidats ont souvent su exploiter cette possibilité. Un certain nombre de questions privilégiait une approche physique, ne nécessitant quasiment aucun calcul.

L'épreuve permettait aux candidats de mettre en œuvre leurs connaissances sur principalement quatre grandes parties du programme des classes PCSI et PC. L'électrostatique et la mécanique, abordées en première partie, ont été particulièrement mal traitées, et cela dès la première question. Nous rappelons que le programme de première année fait intégralement partie de la préparation et nous conseillons aux futurs candidats de ne pas négliger les chapitres de première année dans leur préparation. La deuxième partie traitait d'ondes électromagnétiques dans les diélectriques. Elle a été globalement mieux réussie, même si de nombreuses propriétés classiques concernant les ondes électromagnétiques ont souvent été mal exploitées. Le début de la troisième partie, traitant de la diffusion thermique, a été la mieux abordée par les candidats. La fin de la troisième partie, un peu plus délicate, décrivait d'un point de vue thermique l'effet des micro-ondes sur un aliment.

Rappelons la nécessité de rédiger correctement les réponses aux questions : tout calcul doit être introduit par au moins une phrase et les résultats du cours ou les théorèmes utilisés doivent être impérativement mentionnés explicitement. Notamment, le tracé des courbes doit être fait avec un minimum de soin, en précisant les noms des grandeurs représentées sur les axes des abscisses et ordonnées. Les natures vectorielle ou scalaire des différentes grandeurs doivent de même être utilisées de manière conforme.

Signalons enfin que les candidats qui faisaient preuve de persévérance en essayant d'aborder toutes les questions d'une partie au lieu de disperser leurs efforts en cherchant à identifier les questions faciles et d'y répondre de façon décousue, étaient récompensés par des points de bonification explicitement inclus dans le barème de correction.

ANALYSE PAR PARTIE

1^{ère} Partie : Géométrie de la molécule d'eau

A / Approche électrostatique de la molécule d'eau

Dès la question A1, à l'étonnement des correcteurs, seuls 20 % des candidats ont réussi à écrire correctement le potentiel créé par une charge ponctuelle dans le vide (loi de Coulomb). Les questions suivantes A2 à A4, qui étaient liées à A1, ont souvent été traitées de manière incohérente (utilisation de grandeurs vectorielles pour des scalaires, signes différents, décroissance des lois avec l'éloignement changeant d'une question à l'autre...).

En question A5, la caractérisation d'une position d'équilibre à partir de l'énergie a aussi posé problème, de nombreux candidats cherchant l'annulation de l'énergie en place de celle de sa dérivée.

L'interprétation qualitative de cette première approche de la molécule d'eau n'a pas été souvent concluante.

En question A8 était attendue une application simple et classique du théorème de Gauss (champ électrostatique à l'intérieur d'une boule chargée uniformément en volume). Là encore, au grand étonnement des correcteurs, seuls 5 % des candidats ont fourni une solution satisfaisante. Ensuite, la caractérisation d'une position d'équilibre à partir de l'expression d'une force a posé des problèmes à une très grande majorité des candidats (le passage par l'énergie, non nécessaire, a été quasi systématique pour les candidats ayant abordé la question).

La fin de cette partie a en conséquence été assez peu traitée.

2^{ème} Partie : Propagation d'une micro-onde dans un aliment surgelé

B/ Électromagnétisme dans un milieu diélectrique

Les définitions demandées dans les premières questions B1 à B5 sont souvent méconnues : définition d'un moment dipolaire électrique, vecteur polarisation d'un milieu diélectrique, positions d'équilibre d'un dipôle dans un champ électrostatique (uniforme), susceptibilité diélectrique, unités dans le système international de différents termes... Notamment, de nombreux candidats ont interprété l'une des données comme la susceptibilité du vide... dont la valeur est pourtant nulle ! En conséquence, les interprétations qualitatives liées à ces notions ont posé des problèmes.

Lors de la question B7 devaient être tracées les parties réelle et imaginaire de la susceptibilité complexe en fonction de la pulsation. Une grande majorité des copies a proposé un tracé pour des valeurs positives et négatives de la pulsation, montrant une incompréhension de la situation physique. Enfin, rappelons que les tracés de fonction ne nécessitent quasiment aucune étude mathématique : signe, valeur en 0 puis limite en l'infini suffisent à conclure dans la plupart des cas.

Les questions B8 à B12 permettaient d'établir l'équation de propagation du champ électrique dans un milieu diélectrique linéaire homogène isotrope. Ces questions de cours n'ont été traitées de manière satisfaisante que dans 40 % des copies. Lors des questions B13 et B14, un développement limité permettait d'accéder au vecteur d'onde complexe. Seuls 5 % des candidats se sont rendu compte qu'un calcul en une ou deux lignes permettait de conclure

dans le cadre des approximations demandées. Beaucoup de copies ont présenté des calculs très longs et incorrects.

Enfin, le dernier groupe de questions B15 à B18 proposait l'interprétation de la structure de l'onde obtenue. Très peu de candidats ont exprimé le champ électrique réel, sans oublier sa nature vectorielle, comme l'énoncé le demandait pourtant de manière explicite. Beaucoup d'erreurs et confusions concernant la planéité, la propagation et la polarisation ont été commises : ces notions fondamentales de physique ondulatoire ne sont souvent pas maîtrisées.

3^{ème} Partie : Décongélation d'un aliment

C/ Décongélation classique

La première question C1, demandant l'établissement de l'équation de diffusion thermique, a été correctement abordée dans 90 % des copies. Il en a été de même des deux suivantes. Seules des erreurs de calcul ont empêché d'aboutir.

La représentation graphique de la modélisation précédente a en revanche été beaucoup moins bien traitée. Il s'agissait de représenter la dépendance spatiale à deux instants donnés de la température à l'intérieur d'un aliment laissé à l'air libre en vue de sa décongélation. Déjà, plus de la moitié des copies ayant abordé cette question ont présenté un champ de température non restreint à la zone occupée par l'aliment. Il s'agit ici de l'étude d'un phénomène physique, non du tracé d'une fonction mathématique. Il convient donc de réfléchir en premier lieu aux domaines dans lesquels les variables physiques sont pertinentes. Ensuite, encore une majorité de candidats a obtenu des températures dans l'aliment en cours de décongélation supérieures à la température extérieure ! Certains s'en sont tout de même étonnés, mais en attribuant le plus souvent le problème à une mauvaise modélisation du phénomène...

Les trois dernières questions permettaient, avec des approches plus ou moins complexes, d'estimer le temps de décongélation.

D/ Décongélation par micro-ondes

La première question D1, qualitative et un peu délicate, n'a été que rarement résolue. Seuls quelques candidats ont remarqué la valeur très élevée de la capacité thermique et ont proposé une explication en rapport. Les questions D2 et D3 proposaient le calcul de l'énergie thermique nécessaire à la décongélation, ainsi qu'une estimation de sa durée. Elles ont été souvent abordées de manière fructueuse.

Les trois dernières questions étaient les plus délicates du problème. Faisant écho à la fin de la partie B, elles étudiaient les conséquences de l'atténuation de l'onde au cours de sa propagation dans l'aliment. Une très grande majorité des candidats a estimé que la puissance décroissante de l'onde était due à des pertes (indéterminées), alors que ce phénomène était représentatif de l'absorption de l'onde par l'aliment. La puissance absorbée par une tranche donnée d'aliment était donc égale à la différence entre la puissance entrant dans la tranche et celle sortant de la tranche. Moins de 5 % des candidats ont su utiliser ce raisonnement. Lors de la question D5, on montrait de cette manière qu'une tranche d'aliment en cours de décongélation absorbait la quasi-totalité des micro-ondes le traversant (emballage thermique) et empêchait le réchauffement des couches internes. Cela expliquait le protocole *a priori* surprenant proposé dans l'énoncé en vue d'une décongélation efficace d'aliments dans l'agro-alimentaire.

ANALYSE DES RESULTATS

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 8,59 sur 20, avec un écart-type de 4,24.

Les candidats sérieux, connaissant leur cours, soignant la rédaction et la réalisation des tracés ont pu obtenir des notes honorables, même en n'abordant qu'une partie modeste du problème. À l'inverse, les copies enchaînant sans le moindre commentaire des calculs, mêmes corrects, ont perdu de nombreux points.

Les copies des candidats ont été d'un niveau très hétérogène. Les meilleures copies ont résolu la quasi-totalité de l'épreuve, en faisant preuve d'une excellente compréhension des phénomènes mis en jeu. Inversement, de très nombreuses copies n'ont pu qu'effleurer un nombre très réduit de questions, les candidats en question montrant une méconnaissance profonde des programmes des classes préparatoires PCSI et PC.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Tout d'abord, même si cela peut sembler assez évident, nous insistons sur le fait qu'une bonne connaissance du cours est un prérequis absolument nécessaire afin de pouvoir traiter un sujet de concours de manière satisfaisante. Apprendre un cours ne constitue en aucun cas une suite de formules à retenir. Il est essentiel de s'appropriier au préalable la nature des phénomènes physiques étudiés, et de s'interroger sur les liens entre le formalisme proposé et les situations physiques.

Nous rappelons à nouveau que l'épreuve concerne les programmes des première et deuxième années de classes préparatoires. Le programme de première année ne doit pas être considéré comme moins important, et pose les bases de celui de deuxième année. Les épreuves de concours peuvent porter indifféremment sur tout sujet abordé lors des deux années.

Ensuite, nous répétons des conseils de rapports précédents, qui restent d'actualité. Une lecture soigneuse et réfléchie de l'énoncé s'impose avant de se lancer dans la rédaction. Elle permet de s'imprégner du sujet, puis de mobiliser ses connaissances sur les thèmes abordés, afin de ne pas s'égarer sur de mauvaises pistes.

EPREUVE DE CHIMIE

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème, composé de quatre parties totalement indépendantes, illustre quelques aspects de la chimie du phosphore :

La première partie étudiait quelques caractéristiques de l'élément phosphore.

La deuxième partie, consacrée au phosphore dans les eaux naturelles, comportait un dosage spectrophotométrique du phosphore dans un effluent urbain, puis l'étude d'une méthode de déphosphatation chimique pratiquée dans certaines stations d'épuration.

Plusieurs aspects de la synthèse de l'oxychlorure de phosphore étaient abordés dans la troisième partie.

La dernière partie totalement dédiée à la chimie organique étudiait plusieurs étapes de la synthèse d'un agent anti-inflammatoire puissant, l'acide (-)-acanthoïque.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Le sujet de chimie PC proposait d'aborder différentes parties du programme des deux années de préparation. Sur l'ensemble des copies, toutes les questions ont été abordées et résolues correctement ; la partie chimie organique étant, dans l'ensemble, la mieux réussie.

Les correcteurs ont apprécié des copies en général bien présentées, respectant la numérotation des questions.

Les applications numériques (avec des calculatrices autorisées) conduisent souvent à des erreurs probablement par manque d'entraînement ou de rigueur et nombreux sont les candidats qui manquent d'esprit critique face à une valeur numérique aberrante.

ANALYSE PAR PARTIE

1^{ère} Partie : Le phosphore

Si l'écriture de la configuration électronique et la détermination des électrons de valence ne posent pas de difficulté pour les candidats, il n'en est pas de même pour la détermination des nombres d'oxydation extrêmes.

Rares ont été les candidats qui ont défini l'énergie de première ionisation comme l'énergie interne standard de réaction à 0 K de la réaction $P_{(g)} = P^+_{(g)} + e^-$.

La majeure partie des candidats utilise l'argument d'« une stabilisation particulière de la sous-couche 3p à demi remplie du phosphore » pour justifier l'évolution des énergies de première ionisation du silicium, du phosphore et du soufre. L'ordre entre le silicium et le phosphore s'explique par l'augmentation de la charge nucléaire effective tandis que l'ordre entre le phosphore et le soufre s'explique par la perte de l'énergie d'appariement lors de l'ionisation du soufre.

Les formules mésomères de l'ion phosphate sont souvent bien écrites mais la géométrie AX_4 est pour plus d'un tiers des candidats une structure pyramidale à base triangulaire.

2^{ème} Partie : Le phosphore dans les eaux naturelles

La partie relative au titrage spectrophotométrique a été correctement traitée par la majeure partie des candidats.

La valeur de la constante d'équilibre de la réaction de précipitation de $FePO_4$ a très souvent été calculée à partir du pH de l'effluent fixé à 8,5.

De nombreux candidats considèrent que la masse de chlorure de fer à introduire est directement égale à la masse de phosphore à consommer.

Les candidats confondent souvent la quantité de matière d'une espèce ajoutée en solution et la quantité de matière de cette espèce présente en solution à l'équilibre.

3^{ème} Partie : Fabrication de $POCl_3$

Les expressions de Δ_rH° , Δ_rS° , Δ_rG° et K° sont connues par la majeure partie des candidats mais les applications numériques conduisent souvent à des résultats faux.

Il en est de même pour le calcul des débits massiques pour lequel les candidats raisonnent très souvent à partir des masses au lieu de raisonner à partir des quantités de matière.

Pour étudier l'influence d'une variation de la température, de la pression et de l'ajout de dichlore sur le déplacement de l'équilibre $\{R2\}$, de nombreux candidats raisonnent sur l'expression de l'affinité standard au lieu de raisonner à partir de l'affinité chimique.

4^{ème} Partie : Synthèse de l'acide (-)-acanthoïque

Cette partie a été abordée par la plupart des candidats. Les questions proches du cours et les questions à caractère expérimental ont souvent été bien traitées.

Si la signification de (-) dans la dénomination du composé est connue de la plupart des candidats, la détermination des configurations absolues a posé plus de difficulté.

Plusieurs candidats n'ont pas fait l'effort d'équilibrer la réaction de formation du LDA et nombreux sont ceux qui pensent qu'il s'agit d'un bon nucléophile.

L'équilibre céto-énolique est généralement envisagé pour expliquer l'existence du composé **[3']** en équilibre avec **[3]** mais la structure de l'énol proposé est souvent en désaccord avec les signaux observés en RMN.

La majeure partie des candidats maîtrisent bien la réaction d'acétalisation et la réduction des cétones.

Un très grand nombre de candidats décrivent la mise en œuvre de la chromatographie sur couche mince au lieu de décrire son principe.

Si le calcul du nombre d'électrons π des molécules est souvent erroné, la méthode d'exploitation des diagrammes d'OF est correcte.

Les dernières questions portant sur l'oxydation d'un alcool primaire en aldéhyde, sur la réaction de Wittig et sur l'hydrolyse d'un ester ont souvent été traitées avec succès.

ANALYSE DES RESULTATS

Comme dans les précédents concours, le barème était adapté à la diversité et au grand nombre de questions et favorisait les questions simples ainsi que les questions proches du cours. Les résultats sont satisfaisants : les notes obtenues s'étalent du médiocre au très bon ; plusieurs candidats maîtrisant bien les différents aspects pratiques et théoriques du programme ont obtenus un total de points très valable.

Après un traitement informatique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,93 sur 20 avec un écart-type de 3,86.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

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

- nécessité d'un apprentissage approfondi du cours : en particulier, doivent être connues par cœur les définitions qui permettent d'avoir un langage scientifique clair et précis, les théorèmes et principaux résultats ou les formules du cours avec leurs hypothèses, les démonstrations classiques, les réactions de la chimie organique avec leurs conditions expérimentales et leur mécanisme... ;
- nécessité de l'apprentissage des méthodologies en TD et en TP car ne l'oublions pas la chimie est une science expérimentale ;
- nécessité de l'apprentissage de l'honnêteté, la rigueur intellectuelle indispensable à de futurs ingénieurs ;
- nécessité de maîtriser les bases de la langue française.