

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 9
- Chimie p 13

Filière PC

Session 2009

	Inscrits		Admissibles		Classés	
	Total	%	Total	%	Total	%
Candidates	1205	38,44	1050	39,83	931	40,83
Etrangers CEE	11	0,35	9	0,34	9	0,39
Et Hors CEE	143	4,56	105	3,98	85	3,73
Boursiers	937	29,89	768	29,14	653	28,64
Pupilles	1	0,03	1	0,04	1	0,04
3/2	2182	69,60	1794	68,06	1484	65,09
Passable	271	8,64	198	7,51	143	6,27
Assez Bien	1013	32,31	836	31,71	705	30,92
Bien	1285	40,99	1133	42,98	990	43,42
Très Bien	566	18,05	469	17,79	442	19,39
Spéciale PC	2483	79,20	2119	80,39	1827	80,13
Spéciale PC*	626	19,97	509	19,31	447	19,61
Autres classes	26	0,83	8	0,30	6	0,26
Allemand	222	7,08	187	7,09	162	7,11
Anglais	2787	88,90	2347	89,04	2042	89,56
Arabe	62	1,98	47	1,78	35	1,54
Espagnol	54	1,72	48	1,82	34	1,49
Italien	8	0,26	5	0,19	5	0,22
Portugais	2	0,06	2	0,08	2	0,09
Total	3135		2636		2280	

Concours e3a – Filière PC

RESULTATS DES EPREUVES ECRITES

épreuve	présents					moyenne finale					écart type final				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Chimie	2634	2729	2877	3107	2971	8.62	8.61	8.95	9.61	8.99	3.35	3.23	3.14	3.27	3.56
Mathématiques A	2629	2722	2863	3094	2969	8.53	9.38	8.93	9.33	8.93	5.10	3.61	4.00	4.19	4.43
Mathématiques B	1995	2110	2330	2420	2292	8.51	9.32	8.46	9.00	8.82	4.07	3.50	3.65	4.52	4.52
Physique	2629	2725	2872	3102	2978	8.37	9.13	8.70	9.23	8.69	4.35	3.91	4.08	3.66	3.50

EPREUVE COMMUNES CONCOURS e3a (MP/PC/PSI)

épreuve	présents					moyenne finale					écart type final				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Français	9689	9762	10173	10442	10492	8.52	8.90	8.56	8.44	8.92	3.28	3.36	3.38	3.30	3.36
Langue Vivante Allemand	884	756	790	759	651	10.28	10.07	9.53	9.78	9.79	3.69	3.11	3.56	3.37	3.69
Langue Vivante Anglais	7773	8093	8419	8846	8770	9.76	9.62	9.60	9.16	9.90	3.08	3.23	3.16	3.31	3.15
Langue Vivante Arabe	861	741	731	611	864	10.17	10.22	9.61	9.52	10.07	2.54	2.57	2.65	3.09	2.85
Langue Vivante Espagnol	110	111	149	140	143	10.71	10.52	10.70	10.89	9.81	4.04	3.67	3.19	3.32	3.82
Langue Vivante Italien	20	30	21	17	17	12.50	13.87	13.86	13.47	13.20	4.49	3.46	2.29	2.07	2.72
Langue Vivante Portugais	6	8	6	7	7	11.83	12.75	12.67	11.86	14.43	2.93	1.98	1.63	2.12	1.51

TABLEAU STATISTIQUES DES ECOLES FILIERE PC

Voir site du SCEI rubrique statistiques

<http://www.scei-concours.fr/statistiques/stat2009/pc.html>

EPREUVE DE MATHEMATIQUES A

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet était conforme aux programmes des classes PCSI-PC. Le thème abordé était celui de la transformation de Laplace. Les parties I et II établissaient des propriétés générales, indispensables pour traiter la partie III qui était le cœur du problème, à savoir la résolution d'un problème de Cauchy en utilisant cette transformation. La partie IV traitait de l'injectivité.

COMMENTAIRES GENERAUX

La recherche d'une certaine cohérence dans le sujet a rendu l'épreuve un peu trop longue pour 4 heures. Néanmoins, le sujet était sans grande difficulté majeure, mises à part quelques questions techniques de la partie III.

Les résultats les plus importants étaient donnés par l'énoncé pour permettre aux candidats qui butaient sur une question de poursuivre le sujet.

Le problème recouvrait une très grande partie du programme d'analyse de la classe de PC: intégrales impropres, intégrales dépendant d'un paramètre, séries de Fourier, séries de fonctions et équations différentielles.

Une connaissance précise du cours était nécessaire et assez souvent suffisante pour traiter correctement le sujet, tant les questions consistant en des applications immédiates du cours étaient nombreuses.

Une connaissance approximative, un traitement à la légère de la notion de convergence des intégrales ou tout simplement de la notion de limite ont été fatals à de très nombreux candidats.

Notons, et c'est une tendance ces dernières années, que les candidats ont produit de réels efforts de présentation et de rédaction ce qui a permis, et cela a été tout bénéfique pour les candidats, une lecture beaucoup plus aisée pour les correcteurs.

ANALYSE PAR PARTIE

La première partie était centrée sur les intégrales impropres: convergence, calcul, continuité des intégrales dépendant d'un paramètre.

La convergence et le calcul des intégrales a souvent été mal traitée et parfois maltraitée: une fonction de limite nulle en l'infini est prolongeable par continuité donc intégrable, les polynômes sont intégrables de 0 à l'infini: il semble toujours exister une grosse confusion entre intégrabilité et primitivabilité.

Le théorème de continuité des intégrales dépendant d'un paramètre a souvent été bien cité mais aussitôt bafoué: pas de majoration en valeur absolue, dominante intégrable dépendant encore du paramètre.

Mêmes remarques pour la partie II au niveau du théorème de dérivation des intégrales dépendant d'un paramètre.

Les intégrations par parties sur des intégrales impropres sont souvent effectuées de façon douteuse; mieux vaut se ramener à la définition de la valeur d'une intégrale généralisée en intégrant de 0 à T puis, avec toutes les justifications, passer à la limite quand T tend vers l'infini.

La partie III avait pour objectif la résolution d'un problème de Cauchy en utilisant la transformation de Laplace. L'existence et l'unicité d'une solution à un problème de Cauchy ne

vont pas de soi: on attendait des candidats qu'ils mentionnent la linéarité de l'équation, la continuité des coefficients et le fait que le coefficient de y'' ne s'annule pas sur \mathbb{R} .

Il a encore régné chez certains une confusion entre primitive et intégrale; une primitive sur \mathbb{R} n'est pas une intégrale entre moins l'infini et plus l'infini.

Cette partie plutôt technique (calcul intégral, récurrence) a malheureusement dissuadé de très nombreux candidats.

La partie IV était consacrée à l'injectivité de la transformation de Laplace. La continuité en 0 à la question 3b) a été problématique pour de nombreux candidats: une fonction qui vaut L en 0 n'est pas continue en 0 sous prétexte que la fonction constante L est continue!

La formule de changement de variable dans les intégrales impropres n'a été citée correctement que dans de très rares copies.

Un développement en série entière doit toujours être cité avec son domaine de validité.

Il va de soi que toute utilisation d'un théorème majeur d'analyse (intégration terme à terme, Parseval) doit être dûment justifiée, surtout lorsque l'énoncé le stipule. On veillera donc bien à citer et à vérifier les hypothèses essentielles, telle la convergence normale.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Il est attendu des candidats passant ce concours une parfaite capacité à restituer et à appliquer les théorèmes du cours. Beaucoup de candidats ont été sanctionnés pour avoir cité ces théorèmes de façon trop approximative.

Enfin, il est recommandé aux candidats de lire intégralement l'énoncé de chaque partie d'un problème avant de l'aborder afin de bien s'imprégner du sujet et de repérer les éventuelles interconnexions entre les différentes questions. Dans ce sens, il est préférable, et plus profitable, de chercher à traiter l'intégralité d'une partie d'un problème que de glaner ici et là quelques points.

EPREUVE DE MATHEMATIQUES B

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème proposé comporte trois exercices indépendants. Les sujets sont classiques : dans le premier exercice, il s'agit d'étudier la valeur d'une intégrale impropre puis, dans le deuxième exercice d'étudier les sous espaces vectoriels stables et le commutant d'un endomorphisme d'un espace vectoriel de dimension trois ; le troisième exercice fait intervenir différentes coniques et plus particulièrement une parabole.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Différents chapitres classiques et importants du programme de PC sont abordés dans ce problème dont un des buts est de départager les candidats sur quelques points essentiels du programme du concours; ainsi un nombre non négligeable de questions demandait l'utilisation (et donc l'énoncé exact et non approximatif) de définitions et théorèmes essentiels du cours ; il s'agit de savoir replacer dans un contexte simple et précis un résultat essentiel du cours indispensable à une argumentation efficace et rapide.

ANALYSE PAR EXERCICE

Exercice 1

Les formules de Moivre et Euler sont méconnues et lorsque la question est traitée, c'est en utilisant des résultats de débutants en trigonométrie.

Des additions d'équivalents sans aucune précision (ou un mélange d'équivalents et de développements limités) amènent plus de la moitié des candidats à écrire que $\sin(x)/x^2$ est équivalent à $1/x$ donc $f(x)$ tend vers 0 (ou pire : donc $f(x)$ est équivalent à 0).

Des imprécisions dans le développement en série entière de sinus sans référence au rayon de convergence ou à un quelconque intervalle de validité montrent le côté superficiel de beaucoup de raisonnements : il s'agit trop souvent d'alignements de calculs et non de rigueur d'argumentations, et le caractère C^∞ de la somme d'une série entière sur l'intervalle ouvert $] -R, R[$ (R étant le rayon de convergence) n'est pas toujours connu.

La convergence des intégrales pose aussi beaucoup de problèmes aux candidats : oubli des valeurs absolues lors des tentatives de majorations ou de comparaisons, utilisation d'inégalités entre intégrales généralisées pour justifier la convergence... Le changement de variable utilisé a rarement été justifié, il est quelquefois question d'une bijection. Laquelle ?

Les candidats trouvent une valeur correcte pour I , mais les raisonnements sont absents.

Exercice 2

Le vocabulaire élémentaire est méconnu : confusion entre forme linéaire et application linéaire (certains parlant de composition de formes linéaires), oubli de la vérification de R comme espace vectoriel d'arrivée. Dans cet exercice la partie préliminaire a rarement été véritablement traitée (le cours n'étant pas connu : lien entre hyperplan et forme linéaire non nulle, colinéarité des formes linéaires non nulles ayant même noyau), seul le début de la partie application numérique l'a été, mais il s'agit la plupart du temps d'une succession de calculs inutiles ou non justifiés : trop de candidats calculent le polynôme caractéristique et concluent que 2 et 4 sont valeurs propres mais oublient de préciser qu'un scalaire est valeur propre si et

seulement si il est racine du polynôme caractéristique. Par contre trop peu ont montré que 2 et 4 sont valeurs propres en étudiant $\ker(A-2I_3)$ et $\ker(A-4I_3)$. Parfois le sous espace propre est réduit à un vecteur ! De graves erreurs : par exemple A et tA ont mêmes valeurs propres et donc les mêmes sous-espaces propres. Certains candidats oublient de traiter le cas de tA .

Des ébauches de réponse pour déterminer les droites vectorielles stables, mais le lien entre les plans vectoriels stables et les sous espaces propres de tA n'est pas vu malgré les questions des préliminaires.

Lorsque la « trigonalisation » est traitée, c'est souvent de manière laborieuse (les vecteurs propres n'ayant pas été reconnus), de même pour la matrice de g commutant avec f. La question C(f) sous espace vectoriel de L(E) a été abordée très rarement.

Exercice 3

Beaucoup font l'impasse sur cet exercice qui commençait par la reconnaissance d'une ellipse qui s'est vue nommée cercle. Les réponses sur ses éléments remarquables sont souvent fantaisistes et montrent une connaissance superficielle des ellipses (axes Ox et Oy, petit axe $a=2$ et grand axe $b=3$?) et le tracé de cette ellipse est très étonnant : la courbe ne passe ni par le point A, ni par le point B alors qu'il était demandé de montrer que toutes les courbes étudiées dans cet exercice avaient ces deux points en commun...

Les questions proches du cours sont très rarement abordées, par exemple l'utilisation du gradient pour obtenir une équation de la tangente en un point de la conique, la reconnaissance des coniques par le signe des valeurs propres de la matrice de la partie quadratique d'une équation de la conique.

La direction asymptotique de la parabole est une des rares questions traitées : il est bon de rappeler de vérifier que x et y tendent vers l'infini. Ensuite la parabole est laissée de côté.

ANALYSE DES RESULTATS

La moyenne s'élève à 8,82 avec un écart type de 4,52. De très bonnes copies ont été remarquées, montrant une bonne maîtrise des connaissances et des techniques mathématiques de la classe de PC, mais les correcteurs ont aussi corrigé des copies de niveau faible, les notions élémentaires n'étant pas assimilées.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Les correcteurs savent apprécier les efforts de présentation et de rédaction. Il est bon de rappeler l'importance en mathématiques de connaître avec précision les définitions, les théorèmes et propositions et les futurs candidats doivent remarquer que de nombreuses questions posées sont souvent très proches de l'application directe du cours. Des argumentations, justifications, raisonnements sont indispensables à toute activité mathématique. Un effort doit être fourni en géométrie.

EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème illustre le procédé d'injection d'un polymère dans un moule et comportait trois parties totalement indépendantes :

- Etude de l'injection proprement dite, qualification de l'écoulement et détermination du profil de vitesse entre les plaques du moule ;
- Approche thermique de l'injection à partir de l'analyse des échanges réalisés entre le moule et le polymère, suivie de la détermination du profil de température ;
- Contrôle de la viscosité du polymère à l'aide d'un rhéomètre de Couette et corrélation viscosité-température du polymère.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

La totalité des questions, prises individuellement, a été parfaitement résolue par un certain nombre de candidats ; malheureusement beaucoup d'entre eux rencontrent des difficultés à exploiter l'énoncé (les réponses à plusieurs questions étaient implicitement contenues dans le texte, à condition de le lire attentivement), à rédiger leurs solutions de façon simple et compréhensible.

Les questions purement qualitatives d'analyse des résultats ou des phénomènes décrits sont souvent éludées sinon bâclées et la rédaction se réduit trop souvent à un mot, à une formule débarquant de nulle part ou à une succession d'équations sans explication ni articulation ; malgré les remarques formulées chaque année dans les rapports de concours, de nombreux candidats se contentent de grappiller des points. Pour compléter, signalons que l'orthographe et style deviennent de plus en plus pauvres.

La malhonnêteté intellectuelle est toujours présente : appropriation de résultats déjà fournis dans l'énoncé ou résolution des calculs à l'envers, pour lesquelles les correcteurs sont sans pitié.

Toutes les questions élémentaires de démarrage de parties ou sous parties ont bien été abordées ; mais dès lors que les questions suivantes commencent à assembler les résultats de ces premières questions, les candidats ont très souvent renoncé à poursuivre, comme par crainte d'un effort supplémentaire de réflexion ou de calcul.

ANALYSE PAR PARTIE

Première partie : Injection de polymère fondu dans un moule

A/ Ecoulement de Poiseuille plan

La détermination de la répartition du champ de vitesses entre deux plaques a montré que les candidats ne savent pas répondre à une question dont la réponse est fournie dans l'énoncé ; entre ceux qui écrivent une page pour ne rien prouver, ceux qui essaient vainement de se

raccrocher à leur cours, rares furent ceux qui étayèrent leur réponse sur l'invariance temporelle, l'invariance par symétrie et surtout l'incompressibilité du fluide. L'appellation viscosité est connue, même si la confusion entre dynamique ou cinématique est fréquente, les unités sont correctes (l'orthographe de Poiseuille nettement moins !).

La question de culture générale sur fluides newtoniens et non-newtoniens a été éludée ; pourtant un nombre intéressant de candidats propose des exemples de tels fluides, tels le dentifrice, la peinture ou le mélange eau-maïzena.

Les questions de comparaison simple et rapide entre les grandeurs des force de pesanteur, force de frottement fluide et forces de pression, agissant toutes sur un élément infinitésimal de fluide ont été très mal traitées, malgré leur simplicité ; l'évaluation des ordres de grandeur de deux rapports nécessitait qu'ils aillent chercher les données dans le texte et d'un point de vue géométrique sur la figure a été souvent fantaisiste ; ce constat est dommageable car il constitue un excellent test à l'aptitude au métier de l'ingénieur.

B / Profil de vitesse entre les plaques

La détermination de la force volumique de viscosité à partir d'un schéma très explicite s'est souvent résumée à l'écriture d'une formule toute faite ou à l'établissement d'un résultat qui pour un bon quart des candidats renfermait encore un élément de volume, fini ou infinitésimal).

Le point d'orgue de cette partie était la détermination du profil de vitesse de l'écoulement. La relation de Navier-Stokes était fournie mais un nombre insuffisant de candidats a établi sans faille le profil parabolique ; beaucoup d'autres l'ont également obtenu mais en se moquant de la démonstration, en retirant sans explication tout terme qui les dérange, en ignorant totalement pourquoi le gradient de pression était écrit égal à une constante, en jouant sur les signes quand cela les dérangeait ... avec à la fin un tracé correct ! Les évaluations numériques des diverses grandeurs (vitesses, débit) ont été correctes dans l'ensemble, même si un très grand nombre de candidats attachent une telle importance au nombre de Reynolds qu'ils en oublient souvent de calculer les vitesses.

L'évaluation de divers temps de séjour du polymère dans le moule (données essentielles pour déterminer le temps de réalisation d'une pièce) a été dans l'ensemble correctement traitée d'un point de vue purement mathématique mais mal interprétée d'un point de vue technique.

Deuxième partie : Thermique de l'injection

C / Approche thermique

Le point de départ de l'étude était la puissance volumique reçue par le polymère du fait de sa viscosité, dont l'expression était fournie. Cette grandeur dépendant de la vitesse d'écoulement $V(y)$ nécessitait pour son établissement d'intégrer sur le volume du moule ; de très nombreux candidats sont passés complètement à côté ! La prévision qualitative de l'impact de cette puissance sur la température du polymère injecté devait être réalisée en s'appuyant sur trois affirmations simples décrivant les propriétés de ce polymère : le résultat fut catastrophique car hormis le baratin d'usage reprenant l'énoncé, trop peu de candidats ont réfléchi et parfaitement compris l'évolution de la température.

L'approche quantitative dans les tous premiers instants de l'injection, où le système est assimilé à un régime adiabatique, a posé de grandes difficultés pour relier la puissance

volumique visqueuse à l'élévation de température, alors que cette question est très classique en thermodynamique (applications numériques des plus farfelues).

L'évolution thermique ultérieure, proche de l'équilibre final, s'appuyait sur l'équation de la chaleur dans laquelle il convenait de remplacer la puissance volumique visqueuse précédente (acceptée même en ne gardant que l'expression avec le coefficient β) ; beaucoup de candidats ont bloqué sur la dérivée particulière, sans conséquence par la suite qui supposait la stationnarité atteinte ; mais ensuite l'intégration a donné lieu à beaucoup d'erreurs si bien que très peu de candidats a trouvé la loi d'évolution en y^4 (même pour ces derniers, personne n'a saisi la différence d'évolution entre une loi en y^2 et une loi en y^4). En conclusion les valeurs numériques de la température du polymère en fin d'injection ont été très dispersées.

Troisième partie : Contrôle de la viscosité

D / Flot de Couette

Cette dernière partie, pourtant plus calculatoire, a été abordée par tous les candidats, notamment par ceux qui n'ont pas traité l'injection. La détermination de la géométrie du champ de vitesse, cylindrique cette fois-ci, a été survolée et la rigueur dans son établissement souvent absente. La projection de l'équation de Navier-Stokes (fournie) a permis à la plupart de retrouver la loi de vitesse $V(r)$ également proposée.

Le passage aux limites au contact fluide-cylindres) fut plus rocambolesque, avec deux erreurs récurrentes : la vitesse du fluide au contact du cylindre en rotation a été déclarée nulle ! Plus grave encore l'écriture $V(r) = \Omega$, identifiant ainsi vitesse angulaire de rotation et vitesse tangentielle. Globalement, à peine un tiers des candidats a obtenu l'expression correcte de la vitesse.

E / Viscosimètre de Couette

Pour ceux qui n'ont pas recommencé la même erreur dans le cadre du rhéomètre utilisé (où le cylindre central tournait alors que le cylindre extérieur était au repos), l'écriture de la force élémentaire de frottement visqueux (alors que son expression surfacique était rappelée) puis du moment élémentaire de cette force par rapport à l'axe de rotation a été laborieuse, majoritairement à cause de leur difficultés pour écrire correctement l'élément de surface d'un morceau de paroi cylindrique, puis d'un point de vue vectoriel pour calculer un moment.

L'écriture correcte du théorème du moment cinétique, en incluant les contributions des forces de pesanteur, de pression et de viscosité n'a été constatée que dans quelques copies.

F / Contrôle de viscosité

Cette toute dernière partie - relevant d'un contrôle qualité sur la viscosité du polymère et son évolution en fonction de la température – a montré combien un très grand nombre de candidats est incapable d'exploiter des résultats tracés sur un graphique (même avec des tracés linéaires). Peu de valeurs de viscosité ont été trouvées correctes (alors qu'un ordre de grandeur était fourni dans l'énoncé en page 2 !).

Il en fut de même pour déterminer l'énergie E de la loi d'Andrade (que bien peu de candidats ont reconnue équivalente à une énergie d'activation), tant ils ont fait d'erreurs avec une

échelle log couplée à une échelle en inverse de la température (ce sont pourtant des échelles courantes pour tous les phénomènes thermodynamiquement activés qu'ils ont déjà rencontrés). La perche leur avait été tendue par le concepteur de relier l'évolution de la viscosité à la déformation des chaînes de polymères (étudié en chimie organique, dans leur chapitre sur les polymères) ; leur esprit serait-il à ce point cloisonné ?

Quant à la variation de la viscosité consécutive à une variation de la température, il est affligeant, compte tenu de leur formation en mathématique, que très peu de candidats pensent à différentier la viscosité en fonction de T !

ANALYSE DES RESULTATS

Malgré un barème adapté à la diversité et au grand nombre de questions et favorisant les questions proches du cours, les résultats constatés sont loin d'être satisfaisants, d'autant que la longueur de l'énoncé avait notablement diminué par rapport aux années précédentes. Le niveau général des connaissances a été jugé insuffisant par les correcteurs. Les réponses fournies sont souvent très approximatives, non justifiées, dénotant des connaissances trop superficielles. La simple lecture de graphes, a fortiori leur utilisation, pose des difficultés à bon nombre de candidats.

La rédaction est devenue quasi absente et cette situation s'aggrave au fil des ans. Une nouvelle stratégie s'est installée, elle consiste à ne plus rédiger mais plutôt à compiler les résultats littéraux et éventuellement numériques sans analyse ni commentaires.

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 8,99 sur 20, avec un écart-type de 3,56. Quelques très bonnes copies ont été appréciées mais beaucoup trop de copies stagnent avec seulement quelques points.

CONSEIL AUX FUTURS CANDIDATS

La première recommandation une lecture soignée et réfléchie de l'énoncé avant de se lancer dans la rédaction : les réponses à de nombreuses questions ou des informations importantes sont régulièrement glissées par le concepteur dans les phrases introductives ou de liaison entre les diverses parties, dans la formulation proprement dite des questions, sur des schémas explicatifs ou des graphes de résultats et même souvent dans les données numériques.

La préparation à la formation d'ingénieur ne consiste pas à apprendre une collection de formules, ni à les récrire avec l'aide précieuse de la calculatrice, sans justification, mais surtout à savoir analyser les résultats des expériences et leur modélisation. Les candidats ne devront pas se contenter de répondre mathématiquement aux questions posées, mais plutôt s'attacher à donner un sens à leurs réponses et leurs analyses.

EPREUVE DE CHIMIE

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème illustre différents aspects de la chimie du fluor en quatre parties indépendantes :

- obtention de l'acide fluorhydrique ;
- élaboration du fluor ;
- dosage des ions fluorure ;
- synthèse de l'éfavirenz.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Cette année encore, le sujet de chimie PC proposait d'aborder différentes parties du programme des deux années de préparation en équilibrant les questions de chimie organique et générale (aussi bien dans le volume des questions que dans le barème). Point fort des programmes PCSI et PC, les travaux pratiques ont fait l'objet de nombreuses questions, qui ont permis de jauger les connaissances pratiques des futurs ingénieurs.

Il est à noter que le jury a tenu compte de la longueur relative du sujet dans son barème de notation. Des points de bonus ont été octroyés dès lors qu'une séquence de plusieurs questions ou une sous-partie ont été correctement traitées, pénalisant ainsi les candidats qui préfèrent le grappillage de points.

Les correcteurs ont apprécié des copies en général bien présentées, respectant la numérotation des questions. En revanche, l'orthographe et la grammaire sont souvent malmenées.

ANALYSE PAR PARTIE

1^{ère} Partie : obtention du fluorure d'hydrogène

Les premières questions d'atomistique ont souvent été traitées avec succès même si l'application numérique sur le calcul de la masse volumique conduit à des valeurs irréalistes qui ne gênent pas les candidats.

Le calcul de l'énergie réticulaire et les questions liées ont eu un succès plus mitigé et rares sont les copies où la valeur de l'énergie réticulaire est juste souvent parce que l'affinité électronique est confondue avec l'attachement électronique. La comparaison des énergies et les explications font toujours appels aux électronégativités des atomes.

Enfin, l'étude de l'équilibre a été souvent abordée mais peu de candidats ont justifié correctement le caractère quantitatif de l'équilibre : là encore on invite les candidats à critiquer leur résultats puisque obtenir 687280 kg de HF à partir de 500 kg de réactif est miraculeux. Une petite minorité a répondu aux dernières questions de cette partie ; l'influence d'un gaz inerte à volume constant s'est transformée en une étude à pression constante.

2^{ème} Partie : élaboration du fluor

Une infime partie des candidats a apporté une réponse satisfaisante à la première question de cette partie soit par ce qu'ils confondent liaison intra et intermoléculaire soit parce qu'ils invoquent les électronégativités relatives des éléments sans plus d'explication...

Le caractère amphotère de HF et son autoprotolyse ont été bien vus par la majorité des candidats mais l'équivalent de l'ion oxonium a conduit à citer l'ion fluorure sans doute par la méconnaissance de la formule de l'ion oxonium !

Le calcul de B1d a montré qu'un nombre non négligeable ne sait pas résoudre : l'équation $x^2 = 10^{10}$ conduit à $x^2 = (10^{10})/2 \dots$

La partie sur les équilibres binaires, lorsqu'elle a été abordée, a été correctement traitée.

3^{ème} Partie : dosage des ions fluorures

Le tracé et la détermination de l'équation de la droite n'a pas posé de problèmes particuliers ; par contre, beaucoup de candidats n'ont pas reconnu la loi de Nernst mais la loi de Beer-Lambert, une cinétique d'ordre 1, 2 .

Les autres questions de cette partie n'ont été abordées que par seulement une poignée de candidats.

4^{ème} Partie : Le fluor en chimie organique

Cette partie proposait une synthèse d'un médicament.

Les deux premières questions n'ont en général pas posé de problème : signalons que certains candidats donnent des mécanismes qui ne leur sont pas demandés et perdent un temps précieux.

La question D3a demandait le schéma du montage nécessaire à la synthèse : une grande diversité d'erreurs a été observée ; les candidats confondent réfrigérant et colonne de distillation si bien que les thermomètres ne mesurent pas la température dans le réacteur mais en haut de colonne.

La technique de recristallisation est très mal connue surtout à cause de la confusion entre dissolution et fusion. Les candidats savent que mesurer un point de fusion nécessite un banc mais rarement appelé Kofler : les très alsaciens Kofner, Hoffner côtoient le diplomatique Kouchner ou le très poétique banc aux fleurs...

La question D4 souvent traitée a conduit à de très nombreuses erreurs : la réduction du groupe nitro nécessitait une analyse rétrosynthétique à partir de [5] et ainsi de trouver l'amine et l'ammonium. La plupart des candidats voient en [3] la chloroaniline qu'ils déprotonent pour donner un amidure fatal. L'équation de réduction est souvent mal équilibrée.

La question D5a demandait le mécanisme de l'acylation : beaucoup de bonnes réponses pour ceux qui avaient trouvé l'aniline mais néanmoins un nombre non négligeable fait intervenir un ion acylium.

La question suivante demandait la synthèse d'une chlorure d'acyle : question très décevante, souvent fautive car les candidats confondent le 2-méthylpropan-2-ol avec le 2,2-diméthylpropan-1-ol.

Dans le mécanisme D7, trop d'amidures ont été élaborés par réaction entre l'aniline et l'alcool.

Le mécanisme de la dernière réaction est souvent bien vu, même si l'addition-élimination n'est pas systématique.

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 moyens : les notes obtenues s'étalent du médiocre à l'excellence ; plusieurs candidats maîtrisant bien les différents aspects pratiques et théoriques du programme ont obtenus un total de points très honorable et se distinguent ainsi de ceux qui masquent leur incompétence dans un jargon fumeux ou vont à la pêche au point sans comprendre réellement la problématique des exercices qui leur sont proposés.

Après un traitement informatique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,61 sur 20 avec un écart-type de 3,27.

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, on doit connaître 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.