

# 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 13

Filière PC

Session 2015

	Inscrits		Admissibles		Classés	
	Total	%	Total	%	Total	%
<b>Candidates</b>	1139	38,14	1023	39,64	924	39,90
<b>Etrangers CEE</b>	14	0,47	13	0,50	10	0,43
<b>Et Hors CEE</b>	140	4,69	100	3,87	96	4,15
<b>Boursiers</b>	992	33,22	828	32,08	733	31,65
<b>Pupilles</b>	1	0,03	1	0,04	1	0,04
<b>3/2</b>	2145	71,84	1823	70,63	1591	68,70
<b>Passable</b>	226	7,57	171	6,63	142	6,13
<b>Assez Bien</b>	743	24,88	652	25,26	568	24,53
<b>Bien</b>	1137	38,08	1026	39,75	918	39,64
<b>Très Bien</b>	880	29,47	732	28,36	688	29,71
<b>Spéciale PC</b>	2281	76,39	2022	78,34	1805	77,94
<b>Spéciale PC*</b>	675	22,61	545	21,12	499	21,55
<b>Autres classes</b>	30	1,00	14	0,54	12	0,52
<b>Allemand</b>	103	3,45	87	3,37	82	3,54
<b>Anglais</b>	2770	92,77	2404	93,14	2151	92,88
<b>Arabe</b>	56	1,88	41	1,59	38	1,64
<b>Espagnol</b>	52	1,74	45	1,74	41	1,77
<b>Italien</b>	5	0,17	4	0,15	4	0,17
<b>Portugais</b>	0	0	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	2986		2581		2316	

**RESULTATS DES EPREUVES ECRITES**

<b>EPREUVES</b>	<b>PRESENTS</b>					<b>MOYENNE FINALE</b>					<b>ECART TYPE FINAL</b>				
	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Chimie</b>	3038	3084	3087	3149	2773	9.64	8.66	9.93	9.98	9.52	3.65	3.68	3.86	4.20	3.98
<b>Mathématiques 1</b>	3020	3068	3072	3131	2769	9.69	8.56	9.96	9.31	9.23	4.21	4.38	4.36	4.83	3.62
<b>Mathématiques 2</b>	2475	2571	2612	2655	2266	9.35	9.67	9.93	9.86	9.75	3.89	3.44	4.19	4.36	4.42
<b>Physique-Modélisation</b>	3034	3077	3086	3143	2779	8.63	8.35	8.59	9.03	9.55	3.94	4.30	4.24	3.93	3.89

## TABLEAU STATISTIQUES DES ECOLES FILIERE PC

Voir site du SCEI rubrique statistiques

<http://www.scei-concours.fr/statistiques/stat2015/pc.html>

## Épreuve de mathématiques 1. (PC e3a 2015)

4 Heures

### Présentation

Cette épreuve comportait quatre exercices sur différentes parties du programme et devait permettre aux candidats de montrer leurs compétences face à diverses situations. Le premier exercice est un d'algèbre linéaire, le deuxième d'analyse, le troisième d'algèbre bilinéaire, le quatrième proposait des questions d'informatique appliquées à l'analyse.

2769 candidats ont composé, avec une moyenne de 9,23 et un écart-type de 3,62.

### Commentaire général sur l'épreuve.

Le sujet très varié, aborde de nombreuses notions du programme et comportait beaucoup de questions abordables par applications du cours afin d'encourager les candidats, on a effectivement constaté que ces questions étaient en général traitées correctement.

Dans le premier exercice l'une des questions a suscité quelques réactions. On demandait d'évaluer " $Q(A)$ " polynôme d'une matrice, notion qui ne fait plus partie du programme, question à la portée très limitée et qui n'avait rien d'indispensable pour la suite de l'exercice. À la vue des copies, il est apparu que peu de candidats en ont gênés, et des points ont été attribués avec bienveillance sur l'ensemble de cette première question afin de compenser tout ce qui aurait pu nuire aux candidats. Par ailleurs ce premier exercice a été abordé par tous les candidats avec plus ou moins de réussite et avec des calculs trop souvent mal engagés. Le deuxième exercice a mis en évidence les difficultés de nombreux candidats sur des notions fondamentales de l'analyse ce qui est relativement nouveau, c'est là où l'on constate peut être le plus la dégradation des pratiques : beaucoup de problèmes avec *Arctan*, les dérivations, reconnaître une primitive pour la dérivée, calculs très imprécis, etc. Les calculs de l'exercice 3, de produits scalaires ou d'utilisation de matrices, ne sont pas toujours compris et donnent souvent l'impression que de nombreux candidats ne comprennent pas le sens de ce qu'ils écrivent ; la faute la plus souvent constatée consiste à penser que si un produit de matrices est nul alors l'un des facteurs l'est. Enfin l'exercice 4 dans une situation extrêmement classique (on reconnaît en général une situation connue sur la suite de Fibonacci) montre que quasiment tous ont investi dans l'informatique pour tous et le codage python, mais n'ont pas toujours le recul nécessaire (par exemple en traitant la première question par récursivité, ou la pratique de la programmation liée à des calculs matriciels).

### Remarque par exercices

#### Exercice 1

1. Quelques confusions entre inversibilité et diagonalisabilité (et aussi symétrique ou symétrique réelle, scindé ou scindé à racines simples).
2. (a) Le calcul de  $A^2$  n'a pas posé de problème dans l'ensemble. Le calcul de  $Q(A) = (A^2 - I_4)(A^2 - 9I_4)$  a pu dérouter quelques candidats, ce dont nous avons tenu compte dans la correction. Le but principal était d'introduire le polynôme  $Q$ , polynôme caractéristique de  $A$ , comme beaucoup de candidats l'on constaté.  
(b) Évidemment nous n'avons pas pénalisé les 5/2 ou autres, utilisant  $Q(A) = 0$  pour en déduire directement la diagonalisabilité de  $A$  ce qui a été fait couramment.  
(c) L'ensemble des candidats sait déterminer les éléments propres d'une matrice, même si quelques-uns n'analysent pas leurs réponses pour en relever quelques incohérences : vecteur propre nul, problème de dimension, etc.  
(d) Le caractère bijectif a rarement été utilisé correctement.

- (e) Tous les candidats se sont précipités dans des calculs explicites, avec plus ou moins de rigueur, souvent ne montrant qu'une seule des deux implications, avec quelques raisonnements se concluant par « et forcément les termes non diagonaux sont nuls ».
  - (f) L'obtention d'une base de  $\mathcal{C}_A$  et de sa dimension a posé beaucoup de problème.
  - (g) Les candidats n'ont pas souvent su exploiter le lien entre  $A$  et  $D$  et se lancent dans des calculs rarement aboutis, peu de solutions correctes.
3. (a) De bonnes justifications pour l'« endo » morphisme. Le calcul de  $\varphi(X^h)$  n'a pas posé de difficulté, aux erreurs de calculs près.
- (b) Le calcul de  $\varphi(P_h)$  fut globalement laborieux et certains candidats aboutissent à une relation avec un coefficient non constant. L'interprétation pour les éléments propres fût plus délicate tout comme pour préciser le résultat du cours approprié.
  - (c) Rarement abordée, ou réponses données sans justification.
  - (d) Beaucoup de réponses non justifiées même dans des copies relativement faibles.
  - (e) Question rarement abordée mais correctement lorsque c'était le cas.

### Exercice 2

1. (a) La définition et les propriétés de la fonction arctan ne sont pas connues de tous et cette première question a réservé bien des surprises avec des maladresses très étonnantes. Ainsi l'inégalité demandée n'est que très rarement correctement justifiée.
- (b) On est très loin de la réussite attendue pour une question d'analyse sans aucune surprise.
  - (c) Gros problèmes de dérivation pour de nombreux candidats, en particulier pour une fonction composée.
  - (d) Souvent traitée, mais pas toujours avec tous les détails attendus.
2. (a) Correctement traitée que dans les meilleures copies, le problème de la continuité aux bornes de l'intervalle  $[-1, 1]$  échappe à la plupart.
- (b) «  $h$  est continue car somme infinie de polynômes » est encore une réponse fréquente.
3. (a) Le théorème fondamental de l'intégration n'a pas été régulièrement énoncé ni même envisagé, et le lien entre  $H'$  et  $h$  n'est pas toujours évident.
- (b) Le lien entre  $G'(x)$  et  $H'(x)$  a été rarement fait, et la primitivation qui s'en suit n'a guère eu plus de succès.
  - (c) Le théorème d'intégration terme-à-terme a régulièrement été utilisé, avec parfois une rédaction lourde ou des oublis d'hypothèses.
  - (d) Question très peu abordée et correctement dans ce cas.
4. (a) La plupart des réponses ont porté sur l'imparité (évidente) de  $\varphi$ . Le problème de convergence et d'intégrabilité a cependant été soulevé par de nombreux candidats, qu'ils ont résolu avec succès pour la plupart.
- (b) Nombreux sont les candidats qui ont repéré la nécessité d'utiliser le théorème de dérivation des intégrales à paramètres, la mise en oeuvre étant par contre plus laborieuse, notamment sur l'intégrabilité et domination de  $t \mapsto \frac{\partial \Phi}{\partial x}(x, t)$ . Le calcul de  $\varphi'$  et la fin de la question n'a pas connu un grand succès.
  - (c) (d) (f) Questions rarement abordées, et correctement le cas échéant.

### Exercice 3

1. (a) Rares sont les candidats qui font appel à la bilinéarité du produit scalaire pour montrer que  $\mathcal{S}(E)$  est un sous-espace vectoriel de  $\mathcal{L}(E)$ . L'intersection entre  $\mathcal{S}(E)$  et  $\mathcal{A}(E)$  n'a pas eu beaucoup de succès, rares sont les étudiants capables d'interpréter correctement  $\langle u(X), Y \rangle = 0$  pour tous  $X, Y$ .  
(b) Rarement correcte, on utilise souvent «  $X^{-1}$  » pour obtenir  ${}^tM = M$ .  
(c) La décomposition sur  $\mathcal{S}(E) + \mathcal{A}(E)$  a régulièrement été proposée et la conclusion vue.
2. (a) Peu de candidats citent le théorème spectral.  
(b) Les candidats se contentent souvent de rappeler la définition d'un projecteur ou d'une symétrie, peu font référence à leurs éléments propres.  
(c) Rarement abordée, et pas toujours avec succès. On exhibe rarement une base orthonormée de vecteurs propres.
3. (a) Seule l'orthogonalité entre  $\ker(\alpha)$  et  $\Im m(\alpha)$  a été globalement bien réussie.  
(b) Peu de candidats font référence aux éléments propres de  $\alpha$  pour résoudre cette question, les autres se contentent de soupoudrer leur réponse d'arguments divers et non aboutis.  
(c) Quasiment jamais abordée.  
(d) Quelques tentatives, mais quasiment jamais jusqu'à fournir une base orthonormée demandée.
4. Quasiment jamais abordée.

### Exercice 4

1. (a) Nombreuses propositions avec un algorithme récursif, et quelques fois avec des problèmes sur les deux premiers termes.  
(b) Très souvent correctement traitée.
2. (a) On calcule en général  $A^n$  et on exprime souvent mais sans justifications ses coefficients en fonction des termes de la suite  $(F_n)$ .  
(b) Fréquents problèmes avec  $A^{2n}$  ou  $A^n$  et les bons indices à prendre pour conclure.  
(c) Souvent vue soit par le déterminant, soit par une récurrence parfois incomplète.
3. (a) Nombreux reconnaissent une série alternée, mais qui on a souvent du mal à mettre en oeuvre le critère spécial et vérifier ses hypothèses. Le reste est rarement correct.  
(b) On pressent qu'il faut utiliser la majoration du reste d'une série alternée mais on écrit rarement un algorithme satisfaisant, en particulier pour traduire la condition d'arrêt.
4. (a) (b) De rares tentatives, souvent non abouties.

### Analyse des résultats, conseils aux futurs candidats. Conclusion.

La plupart des candidats abordent au moins trois exercices, et la variété des questions a permis un bon étalement des notes. Dans ce type d'épreuve comportant beaucoup de questions il y a souvent moyen de donner des réponses brèves et il on convient de réfléchir aux méthodes à utiliser avant de partir dans des calculs compliqués. Cela fait d'ailleurs partie des nouvelles 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, 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 souvent problème et que la précision des explications n'est pas un impératif pour tous. Nous nous sommes toutefois réjouis de voir de bonnes copies, bien présentées et de bon niveau.

## Rapport sur l'épreuve de Mathématiques PC2 (problème)

---

### Présentation du sujet

L'épreuve consiste en un problème pour une durée de 3 heures. Ce problème était construit autour du développement en série de la fonction tangente et l'expression de ses coefficients en fonction des nombres de Bernoulli : La partie I permettait de justifier le développement en série de la fonction tangente sur l'intervalle  $] -\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}[$ . La partie II permettait de définir les nombres de Bernoulli comme les coefficients constants des polynômes de Bernoulli. La partie III menait vers la relation entre les nombres de Bernoulli et les coefficients du développement en série de la fonction tangente.

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

Le sujet se voulait progressif en difficulté. La partie IA était centrée sur la fonction tangente et ses dérivées dans le but de préciser le développement de Taylor-Laplace de la fonction tangente. Cette partie s'est avérée difficile néanmoins pour de nombreux candidats : méconnaissance de la fonction tangente, démonstrations par récurrence incorrectement formulées, difficultés pour dériver une fonction composée. La partie IB plus abstraite a été peu abordée. La manipulation et l'interprétation des inégalités sont trop souvent peu maîtrisées. La partie II plus calculatoire a été mieux réussie. Le programme quand il est abordé est le plus souvent correct, mais les candidats ne s'interrogent pas suffisamment sur son efficacité. Le calcul des coefficients binomiaux est, même juste, très souvent extrêmement coûteux, avec des calculs de factorielles inutiles, parfois indépendamment récursives. La dernière partie n'a quasiment pas été abordée. Signalons une erreur de typographie dans la question III2,  $T(0)$  vaut  $-i$ .

### Analyse des résultats

L'épreuve a été traitée par 2266 candidats. Les notes sont étalées entre 0 et 20 avec une moyenne de 9.75 et un écart-type 4.49. Les correcteurs ont remarqué de très bonnes copies mais ils ont l'impression que le nombre de très mauvaises copies a augmenté, par rapport aux années précédentes. Ils ont aussi remarqué des démonstrations par récurrence incorrectement formulées plus fréquentes. De fait, les questions élémentaires et la connaissance du cours permettent de classer significativement les copies. La présentation des copies est majoritairement satisfaisante.

## Conseil aux futurs candidats

- Prenez votre temps, lisez l'énoncé. Réfléchissez à la cohérence du sujet.
- Ne négligez pas les questions élémentaires et les questions de cours. Si on vous demande un énoncé de théorème, il s'agit d'une question de cours et il faut énoncer le théorème. Si de plus, il faut l'appliquer dans une certaine situation, il faut alors vérifier que les hypothèses de l'énoncé sont avérées dans cette situation.
- La représentation du graphe d'une fonction doit être précise. On doit pouvoir lire sur le dessin les réponses aux questions usuelles (comportement à l'infini, éventuelles asymptotes, tangentes aux points remarquables, concavité).
- Soignez vos démonstrations, La précision et la rigueur sont des compétences appréciées dans cette épreuve.
- Un programme doit être correct, c'est-à-dire donner la bonne réponse, mais aussi être efficace. La complexité (même approximative) de votre programme doit faire partie de vos considérations.

# EPREUVE DE PHYSIQUE-MODELISATION

Durée : 4 heures

## PRESENTATION DU SUJET

L'épreuve durait 4 heures et comportait deux parties de physique et une de modélisation; les différentes parties étaient indépendantes et pouvaient donc être traitées séparément.

La première partie concernait le phénomène de marées et comportait 3 sous parties A, B et C. La seconde partie portait sur une étude du marégraphe de Brest avec 2 sous parties D et E. Enfin la dernière (sous parties F, G et H) abordait quelques aspects informatiques au travers de l'évolution de la hauteur d'eau à Brest au cours de l'année 2013.

## COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

Dans l'ensemble, les différentes parties de physique et de modélisation ont été abordées. De nombreux résultats intermédiaires donnés dans l'énoncé permettaient aux candidats de progresser dans l'épreuve avec des points de repères. De nombreuses applications numériques permettaient de quantifier les résultats et de tester les candidats sur leur sens physique et leur esprit critique. L'épreuve demandait également à plusieurs occasions d'exploiter certaines données dans le texte de l'énoncé, et ce de manière quantitative.

Le jury rappelle qu'une certaine honnêteté de la part des candidats est requise dans les réponses attendues par les correcteurs : Il est inutile d'essayer de « noyer le poisson » pour retrouver un résultat donné dans l'énoncé en passant par des étapes « mathématiques » fausses. Il faut également insister sur le fait qu'un minimum de clarté et de soin dans la rédaction est attendu ; de longs calculs qui n'aboutissent pas sans aucune indication sur ce qui est entrepris ne rapportent aucun point.

L'épreuve ne comportait pas de difficultés de calculs, les résultats étant souvent donnés. Cependant, beaucoup d'erreurs ont été constatées pour de simples intégrales et de grosses lacunes pour faire des calculs élémentaires.

## ANALYSE PAR PARTIE

### PREMIERE PARTIE : LE PHENOMENE DE MAREES

#### Partie A : Notions qualitatives sur les marées

Cette partie mobilisait essentiellement les compétences « S'approprier et Analyser ». Une carte des marées en Manche était proposée. Elle demandait des qualités d'observation, du bon sens et a été assez bien traitée dans l'ensemble du point de vue de l'observation. Les interprétations et explications ont en revanche donné lieu à des réponses moins satisfaisantes souvent farfelues, peu rigoureuses et finalement sans réel rapport avec la question posée. C'est par exemple le cas de la question A4, qui faisait qualitativement appel à la notion de force de Coriolis et n'a été correctement traitée que très rarement. Le jury peut regretter également l'absence de commentaires lorsque l'estimation de la valeur de la longueur d'onde a abouti à une absurdité. Un futur ingénieur doit apporter un regard critique sur les résultats de sa modélisation.

## Partie B : Champ de marée

Cette partie demandait une bonne connaissance du cours de mécanique et concernait principalement les notions de champ de gravitation et de référentiels.

Un certain nombre de candidats se montre incohérent dans leur analyse avec des résultats contradictoires et des expressions manifestement non homogènes. Le jury regrette également la malhonnêteté intellectuelle dont certains ont fait preuve comme des calculs faux qui menaient au bon résultat. Ce comportement a été sévèrement sanctionné.

B1 : Si de nombreux candidats ont su donner correctement l'expression du champ de gravitation, ce n'est pas le cas d'environ 25% des copies.

B2 : Assez bien traitée, il y a malgré tout de nombreuses réponses erronées (invariance par translation pour une distribution à symétrie sphérique).

B3 : Assez bien traitée, cependant le passage du théorème de Gauss de l'électromagnétisme à celui de la gravitation a donné lieu à des confusions.

B4 : De nombreux candidats n'identifient pas correctement le mouvement de translation.

B5 : Bien traitée dans l'ensemble.

B6 : Dans leur justification du résultat donné, beaucoup de candidats attribuent l'expression de la force de gravitation à la force d'inertie et vice versa.

B7 : La direction de la force de gravitation due à la Lune est souvent dirigée vers le centre de la Terre, la force d'inertie a rarement le bon sens (et varie parfois d'un point à l'autre) ce qui rend la conclusion complexe.

B8 : Trop peu de candidats répondent à cette question en s'appuyant sur les résultats de la précédente ; un certain nombre connaissaient visiblement le résultat.

B9 : La troisième loi de Kepler, très souvent connue, donne parfois lieu à des confusions sur la nature du centre attracteur et de sa masse.

B10 : Là encore, la réponse est rarement étayée en partant des questions précédentes.

B11 : Très rarement bien traitée, donne lieu à des expressions mathématiques sans aucun sens, les candidats voulant, par tous les moyens possibles, « retomber » sur l'expression proposée dans l'énoncé (le jury conseille vivement d'apprendre à exprimer la norme d'un vecteur en calculant le carré scalaire).

B12 : Les calculs ne sont le plus souvent pas expliqués, ce qui ne permet pas d'attribuer la totalité des points.

B13 : L'application numérique est souvent faite, il aurait été intéressant de mettre en évidence le fait que l'influence d'un astre est fonction d'un quotient entre la masse et la distance au cube.

B14 : Question plutôt bien réussie en ce qui concerne les schémas « vives eaux » / « mortes eaux » ; la périodicité de cette alternance est plus rarement bien traitée.

## **Partie C : Amplitude des marées océaniques**

C1 : L'analyse dimensionnelle est le plus souvent bien traitée.

C2 : Les réponses aux questions qualitatives sont souvent peu satisfaisantes, l'interprétation physique de la loi de l'hydrostatique est souvent mal connue voire inconnue.

C3 : Bien traitée dans certaines copies, donne souvent lieu à des choses incohérentes.

C4 : De grosses confusions, champs, forces, forces volumiques, potentiel, etc. Addition de termes non homogènes entre eux.

C5 : L'application numérique est souvent faite mais la question n'est que très rarement abordée dans son ensemble.

C6 : Quasiment aucune bonne réponse, le marnage est le plus souvent envisagé comme une hauteur et non comme une différence entre les hauteurs minimale et maximale.

C7 : Faute d'une réponse correcte à la question précédente, ne donne lieu le plus souvent qu'à la même application numérique qu'en C1.

## **DEUXIEME PARTIE: LE MAREGRAPHE A ULTRASON**

### **Partie D : Puits de tranquillité**

D1 : La réponse est rarement justifiée. Le jury regrette que certains candidats pensent qu'un filtre passe-bas laisse passer les basses amplitudes.

D2 : L'exploitation numérique du graphe n'est pas souvent menée à bien.

D3 : Les candidats ayant choisi une approche « globale » ou intégrale du bilan thermique demandé ont été piégés par la puissance par unité de longueur. L'équation demandée s'obtenait par une exploitation locale du premier principe.

D4 : Cette question a été bien traitée la plupart du temps.

D5 : Très rarement la bonne expression, faute de trouver l'homogénéité en inverse de la conductivité thermique. Par contre le calcul a parfois été fait directement ou bien par analogie avec la résistance en électrocinétique pour un conducteur cylindrique.

D6 : Il fallait relier la puissance par unité de longueur à la résistance thermique.

D7 : Cette question a égaré bon nombre de candidats.

D8 : Il fallait relever le passage de l'altitude à la profondeur.

D9 : Question souvent abordée, même si le calcul du gradient manque généralement de rigueur.

D10 : L'application numérique fut très peu traitée correctement.

## **Partie E : Temps de propagation**

E1-E2 : Mal justifiées, ou donnant lieu à des réponses étranges (la fréquence est négligeable).

E3-E8 : Des points facilement gagnés par ceux qui ont abordé ces questions, les expressions issues de calculs un peu techniques étant fournies par l'énoncé.

E9-E10 : Beaucoup de candidats ont eu du mal à extraire et à exploiter les données numériques du texte de cette partie ; certains ont su comparer et critiquer les modèles proposés.

## **TROISIEME PARTIE: HAUTEURS DE MAREES A BREST**

### **Partie F : Base de données**

F1 : La question est assez souvent bien traitée, mais certaines réponses n'ont pas de sens.

F2 : Là encore, question souvent bien traitée.

F3 : La logique d'une requête semble assimilée par la plupart, mais la syntaxe SQL est souvent fantaisiste. Le jury tient à souligner l'importance de respecter les mots clés comme « SELECT », « FROM » et « WHERE ».

### **Partie G : Représentations graphiques**

G1 : Beaucoup de réponses erronées et non justifiées pour cette question à priori facile.

G2-G4 : Chacune de ces questions pouvait être traitée en quelques lignes, mais elles ont trop souvent donné lieu à des réponses beaucoup trop longues. Une réponse concise et explicite est préférable à une réponse longue et obscure.

### **Partie H : Représentations graphiques**

H1-H3 : Ces algorithmes au programme sont maîtrisés par une bonne partie des candidats, mais certaines erreurs témoignent d'une incompréhension des mécanismes de base de la programmation.

H4-H5 : Ces questions, plus difficiles, ont été peu abordées et seules les excellentes copies ont proposé des choses intéressantes. De façon étrange, certains les abordent alors qu'ils n'ont quasiment rien fait de ce qui précède. Le jury souhaite rappeler aux candidats que les dernières questions d'une partie sont a priori plus difficiles que les premières, et qu'il est illusoire de vouloir les traiter ainsi.

## **ANALYSE DES RESULTATS**

Les candidats sérieux, connaissant leur cours avec précision et se donnant la peine d'expliquer leurs réponses de manière claire ont pu obtenir des notes satisfaisantes, même sans aborder la totalité du problème. À l'inverse, les copies enchaînant sans le moindre commentaire des calculs, et se perdant dans de longues explications peu scientifiques ont perdu de nombreux points.

Les copies des candidats ont été d'un niveau très hétérogène. Les meilleures copies ont résolu la plus grande partie de l'épreuve, avec des réponses claires montrant une bonne compréhension des concepts mis en jeu. A l'opposé, de nombreuses copies traitent le sujet de manière superficielle et décousue, sans rechercher les liens existant entre les questions, laissant une impression de confusion.

Après un traitement mathématique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,55 sur 20 avec un écart-type de 3,89.

# EPREUVE DE CHIMIE

Durée : 3 heures

## PRESENTATION DU SUJET

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

La première partie portait sur la cristallographie, la seconde permettait de remonter à des grandeurs thermodynamiques via l'étude expérimentale d'une pile. La troisième permettait de déterminer l'épaisseur d'une couche de zinc déposée sur une rondelle, grâce à une série de titrages. La quatrième permettait de justifier l'utilisation du zinc dans la lutte contre la corrosion à l'aide de courbes intensité-potentiel. Les trois parties suivantes, relatives à la chimie organique, illustraient les propriétés chimiques des organo-zinciques à travers la réaction de Reformatsky.

## 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, toutes les questions ont été abordées et traitées ; la partie chimie organique étant, dans l'ensemble, la mieux réussie.

Les correcteurs ont regretté que tous les candidats ne soignent pas consciencieusement la présentation de leurs copies et ne respectent pas la numérotation des questions.

Les applications numériques (avec calculatrice autorisée) 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

### Partie A : Etude du cristal ZnO

La vue en perspective est souvent correctement représentée mais nous notons de nombreux problèmes de tangence claire entre anions et cations sur la vue d'une face. La détermination du nombre d'ions est rarement détaillée, il s'agit le plus souvent d'une succession de calculs sans justifications. Enfin, nous avons pu constater sur la question A4 de nombreuses erreurs de calculs et des erreurs fréquentes sur l'expression du volume d'un cube. L'unité imposée pour la masse volumique n'est pas toujours respectée.

### Partie B : Détermination de grandeurs thermodynamiques à l'aide d'une pile

De nombreuses équations sont ajustées en milieu acide et non basique, comme imposé dans l'énoncé. Trop peu de candidats ont précisé que les espèces présentes étaient dans leur état standard. Nous pouvons encore noter de nombreuses erreurs de signes, de calculs, d'unité.

Beaucoup ont confondu les valeurs expérimentales déterminées graphiquement et les grandeurs théoriques obtenues par le corollaire de la loi de Hess. Enfin, il est important de rappeler que les expressions littérales doivent systématiquement figurer sur la copie afin de justifier les calculs réalisés. Le jury regrette que l'obtention de signes opposés suivant la méthode utilisée, n'ait que très rarement surpris les candidats.

### **Partie C : Détermination de l'épaisseur de zinc déposé sur une rondelle**

Les électrodes sont souvent méconnues et il y a des confusions entre leur rôle et leur nature. Trop peu de candidats ont pensé à comparer les constantes d'équilibre en se rapportant à un équivalent d'ion  $\text{HO}^-$ . Pour la question C3, le jury regrette la faible quantité de bonnes réponses : certains candidats semblent confondre les termes « équivalence » et « équilibre » et oublient les coefficients stœchiométriques, la dilution et les calculs d'incertitude. Ensuite, la présence d'ions métalliques est rarement évoquée pour justifier la nocivité des produits à traiter. Enfin, pour la question C7, la formule littérale est correctement établie mais les calculs de la grandeur et son incertitude sont rarement aboutis.

### **Partie D : Intérêt du zinc utilisé comme anode sacrificielle**

Beaucoup de candidats se contentent de décrire les observations sans les exploiter : absence de demi-équations électroniques, d'équations chimiques. Des confusions entre les réactions d'oxydo-réduction et les réactions de précipitation ou de complexation sont fréquentes. Les schémas du montage sont rarement complets et correctement annotés. Les courbes intensité-potential mettent en évidence l'aspect cinétique : il était donc indispensable de faire figurer les intensités sur le graphique et de les comparer pour conclure sur les vitesses de corrosion du zinc et du fer.

### **Partie E : Présentation et synthèse des organozinciques**

Les conditions de synthèse d'un organomagnésien sont connues le plus souvent mais les critères du solvant, aprotique et base de Lewis, sont souvent oubliés alors qu'ils sont essentiels. Pour la question E2, le jury tient à signaler qu'une succession d'inégalité entre les électronégativités ne permet pas de répondre aux questions posées.

### **Partie F : Utilisation des organozinciques : Réaction de Reformatsky**

Il est très important de justifier que l'organo-zincique réagit avec sa HO et l'aldéhyde ou l'ester avec leur BV. Un mécanisme implique la présence de flèches à toutes les étapes. Le carbone asymétrique doit être repéré et la non stéréosélectivité de la réaction correctement justifiée. A la question F3, le jury relève souvent des erreurs de légende et un manque de soin apporté à la représentation du schéma. La définition d'un rendement est souvent méconnue. La question F7 est globalement bien traitée. Néanmoins, le jury tient à signaler que l'IR permet de repérer une liaison et non une fonction. Le choix des réactifs est souvent judicieux mais les réactions secondaires ne sont que trop rarement prises en compte. Ensuite, au niveau de la question F9, l'équilibre de tautomérie se fait en milieu basique et non acide. La question F10 est peu ou mal traitée : les candidats ont rarement établi un lien entre l'ET et la configuration finale et les configurations des  $\text{C}^*$  sont souvent non justifiées. Le fonctionnement du polarimètre de Laurent est souvent incomplet : réglage du zéro, angle pour aligner analyseur et polariseur... La formation de diastéréoisomères est rarement évoquée pour justifier la migration différente des énantiomères sur la colonne.

### **Partie G : Application dans l'industrie pharmaceutique : Synthèse de l'HINESOL**

Cette réaction est sous contrôle cinétique : l'attaque se fait par la face la moins encombrée. Le jury regrette l'absence de flèches à chaque étape pour les mécanismes considérés alors considérés comme incomplets. La présence du méthanol est souvent mal comprise. Un soin doit être apporté à la représentation du montage de Dean Stark. Lors de la question G5, le jury s'est aperçu que le rôle de l'hydrogencarbonate est souvent méconnu. Le mécanisme  $\text{E}_1$  est rarement cité et les étapes du mécanisme tronquées.

## **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.

Le niveau d'ensemble est peu satisfaisant. Des notions de base (niveau Baccalauréat) ne sont parfois pas assimilées : calcul de rendement, calculs de quantité de matières aux équivalences, calculs d'incertitudes, écriture d'équations chimiques de réactions. De plus, la restitution des connaissances est superficielle et peu rigoureuse dans de trop nombreuses copies.

Les notes obtenues s'étalent du médiocre au très bon ; plusieurs candidats maîtrisant bien les différents aspects pratiques et théoriques du programme ont obtenu un total de points satisfaisant.

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 3,97.

## **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 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.