

# SOMMAIRE

## I – DONNEES STATISTIQUES

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

## II – RAPPORT DES EPREUVES ECRITES

- Epreuve de Mathématiques A ..... p 5
- Epreuve de Mathématiques B ..... p 7
- Epreuve de Physique ..... p 8
- Epreuve de Physique-Chimie ..... p 13
- Sciences Industrielles ..... p 18

Filière PSI

Session 2013

	Inscrits		Admissibles		Classés	
<b>Candidates</b>	1037	22,63	862	22,80	765	23,19
<b>Etrangers CEE</b>	24	0,52	19	0,50	18	0,55
<b>Et Hors CEE</b>	438	9,56	275	7,28	203	6,15
<b>Boursiers</b>	1398	30,50	1207	31,93	1053	31,92
<b>Pupilles</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>3/2</b>	3401	74,21	2737	72,41	2326	70,51
<b>Passable</b>	372	8,12	269	7,12	206	6,24
<b>Assez Bien</b>	1217	26,55	976	25,82	794	24,07
<b>Bien</b>	1782	38,88	1491	39,44	1331	40,35
<b>Très Bien</b>	1212	26,45	1044	27,62	968	29,34
<b>Spéciale PSI</b>	3070	66,99	2555	67,59	2179	66,05
<b>Spéciale PSI*</b>	1474	32,16	1213	32,09	1111	33,68
<b>Autres classes</b>	39	0,85	12	0,32	9	0,27
<b>Allemand</b>	217	4,73	184	4,87	166	5,03
<b>Anglais</b>	4020	87,72	3383	89,50	2981	90,36
<b>Arabe</b>	279	6,09	157	4,15	106	3,21
<b>Espagnol</b>	53	1,16	43	1,14	34	1,03
<b>Italien</b>	9	0,20	8	0,21	7	0,21
<b>Portugais</b>	5	0,11	5	0,13	5	0,15
<b>Total</b>	4583		3780		3299	

*Concours e3a – Filière PSI*

**RESULTATS DES EPREUVES ECRITES**

		présents					moyenne finale					écart type final				
épreuve		2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
PSI	<b>Mathématiques A</b>	3985	3942	4429	4334	4365	8.98	9.07	8.93	9.57	9.09	3.91	4.72	4.29	3.53	4.42
	<b>Mathématiques B</b>	3695	3684	4155	4098	4127	9.41	9.09	9.20	9.29	9.46	4.72	4.13	4.10	4.77	4.27
	<b>Physique</b>	4016	3950	4435	4361	4395	8.41	8.56	9.34	9.36	8.89	4.10	4.16	4.38	4.25	4.60
	<b>Physique-Chimie</b>	3720	3700	4178	4115	4158	9.21	8.92	9.05	8.99	9.91	3.59	3.90	4.17	4.31	4.02
	<b>Sciences Industrielles</b>	4005	3949	4441	4337	4367	10.19	10.39	9.98	9.52	9.71	3.50	3.50	3.88	4.31	3.97
e3a – épreuves communes	<b>Français</b>	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
	<b>Langue Vivante Allemand</b>	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
	<b>Langue Vivante Anglais</b>	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
	<b>Langue Vivante Arabe</b>	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
	<b>Langue Vivante Espagnol</b>	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
	<b>Langue Vivante Italien</b>	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
	<b>Langue Vivante Portugais</b>	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
	<b>QCM Anglais Fac Anglais</b>	0	0	0	8723	10917	0	0	0	10.71	10.56	0	0	0	3.49	3.72

## TABLEAU STATISTIQUES DES ECOLES DE LA FILIERE PSI

Voir site du SCEI rubrique statistiques

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

## EPREUVE DE MATHEMATIQUES A

Durée : 3 heures

Sur les **4365 copies**, nous en avons eu d'excellentes où les candidats dominent le programme et des copies moyennes où les candidats essaient de montrer qu'ils ont appris des théorèmes même s'ils ont du mal à les utiliser correctement. Nous avons globalement valorisé les élèves qui apprennent leur cours, calculent correctement et n'essayent pas de « rouler » le correcteur même s'ils n'aboutissent pas toujours à un résultat. Cela a permis de distinguer les mauvaises copies des copies moyennes. Les membres des jurys s'alarment qu'environ 15% des copies comportent une succession de résultats faux, un manque de rigueur, une méconnaissance du cours et un mélange de tous les théorèmes au programme.

La moyenne des notes est de 9.09 sur 20 avec un écart-type de 4.42.

Le sujet testait les candidats sur leurs connaissances des intégrales à paramètre et de la diagonalisation des matrices. Les racines de l'unité jouaient un rôle important. Elles apparaissaient comme spectre d'une matrice de permutation et dans une transformée de Fourier discrète. Cette épreuve comportait des questions préliminaires et quatre parties dont une indépendante des autres. Les questions volontairement très guidées, étaient rédigées de façon très progressive et devaient permettre à tout candidat maîtrisant son cours et les techniques de calcul de base d'obtenir une « note honorable ». Les questions trop techniques ou qui faisaient appel à des astuces de calcul étaient détaillées et assorties d'indications. De manière générale, comme les questions du problème étaient fermées afin de permettre une progression quitte à admettre un résultat intermédiaire, le jury attendait des candidats qu'ils précisent les raisonnements et explicitent les calculs. Il a souvent été trouvé des copies où les hypothèses de la question et sa conclusion sont simplement séparées par un « par conséquent », des décompositions en éléments simples truquées ou encore des bornes d'intégrations qui changent miraculeusement de signe.

Des questions préliminaires type « questions de cours », bien appréciées par les collègues lors des réunions e3a, sont bien traitées en général. Elles portaient sur les racines de l'unité. Par contre, dès qu'il faut faire un raisonnement où différents cas sont à distinguer, le taux de succès chute à 10%. Le jury remarque la difficulté qu'ont certains candidats à utiliser le langage symbolique pour écrire un ensemble. D'autres questions, bien traitées, étaient relatives à la théorie de la diagonalisation des matrices.

Dans la partie A, il s'agissait de démontrer la nullité d'une intégrale à l'aide de la théorie des fonctions définies par une intégrale à paramètre. Le jury a constaté que de chercher le domaine de définition d'une fonction n'est plus un automatisme. Dans de nombreuses copies, la question de la définition d'une fonction est confondue avec celle de la continuité. Le jury a aussi constaté d'importantes lacunes de logique. Certains candidats, qui ont bien vu qu'il fallait démontrer une inégalité, en tiraient des conditions nécessaires qu'ils vérifiaient et concluaient que l'inégalité était bien vérifiée. Seules 8% des copies ont eu le maximum de points pour cette question. La partie B s'intéressait à des matrices à coefficients complexes où un calcul de déterminant et un calcul d'un polynôme caractéristique étaient sollicités. Cette partie a été bien traitée par une copie sur deux. Dans la partie C, il s'agissait de calculer les coefficients de la matrice de la partie précédente par une transformée de Fourier discrète et la partie D réutilisait les résultats précédents pour calculer une intégrale en l'identifiant à la limite d'un déterminant.

L'épreuve de problème sur un thème complémentaire de ceux choisis pour les exercices permet par les questions de cours de tester à la fois les connaissances du candidat sur le cours dispensé pendant les deux années de classes préparatoire et de le mettre en confiance pour la suite du problème. Le problème est très progressif de façon à effectivement classer les candidats.

## EPREUVE DE MATHEMATIQUES B

Durée : 4 heures

Sur les **4127 copies**, nous en avons eu d'excellentes où les candidats dominent le programme et des copies moyennes où les candidats essaient de montrer qu'ils ont appris des théorèmes même s'ils ont du mal à les utiliser correctement. Nous avons globalement valorisé les élèves qui apprennent leur cours, calculent correctement et n'essayent pas de « rouler » le correcteur même s'ils n'aboutissent pas toujours à un résultat. Cela a permis de distinguer les mauvaises copies des copies moyennes. Les membres des jurys s'alarment qu'environ 15% des copies comportent une succession de résultats faux, un manque de rigueur, une méconnaissance du cours et un mélange de tous les théorèmes au programme.

La moyenne des notes est de 9.46 sur 20 avec un écart type de 4.27.

Dans l'Exercice 1, il fallait reconnaître et tracer une parabole donnée sous forme paramétrique et calculer sa podaire par rapport à l'origine. Cet exercice, malgré sa grande simplicité, n'a pratiquement pas été traité. La parabole devient une hyperbole, un cercle ou même une cardioïde...

L'Exercice 2 permettait de démontrer une égalité entre une série de fonctions et une intégrale impropre dépendant d'un paramètre. Le jury a constaté beaucoup de problèmes à propos des notions de convergence de série ou d'intégrales. La domination par une série numérique positive convergente est très souvent mal rédigée. La maîtrise de la valeur absolue dans le cadre des majorations est discriminante entre les copies.

L'objet de l'exercice 3 était de démontrer qu'une famille finie de vecteurs d'un espace préhilbertien réel vérifiant une propriété donnée était finalement une base orthonormée. Ceci devait être vérifié pour différentes hypothèses. Cet exercice a permis de mettre des points aux candidats qui ne mélangeaient pas les notions libre-générateur-base. De nombreux candidats n'hésitent pas à « truquer » leurs calculs pour arriver aux conclusions proposées.

L'exercice 4 était relatif à l'étude d'un sous-groupe multiplicatif des matrices complexes d'ordre  $n$  vérifiant une propriété donnée. L'usage d'une norme matricielle subordonnée permettait de démontrer que cet ensemble est borné. Des questions portant sur les puissances de ces matrices et sur les vecteurs propres ont permis de mettre des points aux bons candidats. En conclusion, l'épreuve d'exercices, de même difficulté, permet de balayer le programme de la filière PSI. L'intérêt de cette épreuve réside dans la vérification des compétences d'adaptabilité des candidats. En quatre heures, ceux-ci doivent en effet passer d'un thème du programme à l'autre en mettant en œuvre les connaissances acquises au cours des deux années de CPGE. Chaque exercice possède une progressivité propre qui permet de classer efficacement les candidats.

## **EPREUVE DE PHYSIQUE**

Durée : 3 heures

### **PRESENTATION DU SUJET**

Le problème était consacré aux capteurs de proximité, il comportait deux volets indépendants : les capteurs capacitifs et les capteurs inductifs.

### **COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE**

Dans l'élaboration du barème, le jury s'est attaché à valoriser :

- les raisonnements effectués avec rigueur et cohérence ;
- les réponses claires et concises, soigneusement justifiées et rédigées ;
- la compréhension qualitative des phénomènes physiques mis en jeu ;
- l'analyse critique des résultats quantitatifs.

Il a en revanche sanctionné :

- l'utilisation indistincte de formules non justifiées ;
- les questions de cours non assimilées ;
- les résultats inhomogènes ou faux ;
- les réponses données sans justification ni commentaire ;
- les applications numériques délivrées sans unité ;
- l'écriture illisible et l'absence de rédaction.

L'épreuve se déroulant sans calculatrice, le jury a été très indulgent quant à la précision des valeurs numériques obtenues.

Le sujet se voulait sélectif et classant. La mise en œuvre de la démarche scientifique débutait par des questions de cours classiques relatives aux lois de l'électromagnétisme, pour ensuite dépasser la simple restitution des connaissances et évaluer le sens pratique ainsi que la créativité des candidats.

Le problème, pour chaque partie, était de difficulté graduée. Il évaluait la bonne assimilation du cours et la compréhension physique des phénomènes étudiés puis se prolongeait systématiquement de façon à évaluer l'ingéniosité du candidat, son niveau d'acuité de raisonnement, son sens pratique, voire critique quant à la technique utilisée.

La construction des modèles adoptés passaient par une faible technicité calculatoire, l'accent étant mis sur l'interprétation et la discussion des résultats. Les raisonnements pouvaient être fortement simplifiés par des approximations et le savoir-faire du candidat.

Le sujet a pris en compte l'importance fondamentale de la composante expérimentale dans la formation des futurs ingénieurs. Il évaluait leur capacité de mobilisation des connaissances et des savoir-faire pour la mise en œuvre des capteurs, leur modélisation, l'estimation de leurs sensibilités et la qualité des mesures obtenues. Une réflexion ouverte sur les avantages et inconvénients inhérents à l'utilisation de ces capteurs était imposée en conclusion de chaque partie.



La définition de la réluctance a été donnée. Cette partie de l'épreuve a été traitée avec succès par bon nombre de candidats, elle évaluait leur intuition, leur initiative, leur autonomie et leur capacité à extraire l'information pour une orientation de raisonnement suggérée dans l'énoncé.

De longueur raisonnable, et à plusieurs entrées, le sujet a permis à chaque candidat de s'exprimer largement dans la mesure de ses aptitudes.

Le niveau de difficulté très variable des questions et le caractère indépendant de certains paragraphes ont ouvert pour bon nombre de candidats une « chasse aux points » alors qu'ils n'ont ni appréhendé, ni compris la progression du sujet et les corrélations de ses différentes parties. Les candidats ne doivent pas s'arrêter aux calculs mathématiques mais doivent systématiquement les intégrer dans une démarche scientifique, les conclure par une analyse physique, les orienter vers le but pratique recherché dans la construction du dispositif, ici de détection. Tous les correcteurs sont unanimes à dire qu'il serait plus profitable pour les candidats, en termes de points accumulés, de rédiger certaines parties dans leur globalité plutôt que de butiner d'une question à une autre. En ce sens, des points supplémentaires ont été accordés comme autant de bonus pour les candidats qui ont fait l'effort d'accomplir une telle démarche.

## **ANALYSE PAR PARTIE**

### **1<sup>ère</sup> Partie : Capteur de proximité capacitif**

#### *A/ Etude du condensateur de mesure.*

Cette partie très proche du cours débutait par une simple question relative au théorème de GAUSS. Il qui fut souvent mal énoncé par incompréhension de sa formulation mathématique. Les invariances et symétries des distributions de charges furent mal explicitées ou tout simplement escamotées. Rappelons qu'un schéma illustratif peut aider au développement de la réponse.

La mise en œuvre du théorème a été très approximative et, globalement, le condensateur cylindrique a été mieux traité que le condensateur plan. Sans doute parce que l'expression de sa capacité était donnée dans l'énoncé et orientait le raisonnement.

Pour s'affranchir de la capacité parasite, les réponses furent bien souvent mathématiques alors que la question suscitait une réponse d'ordre pratique, voire technique.

La suite de cette partie dépendait de l'exactitude des premiers résultats. Ceux qui l'ont abordée correctement ont su la conclure et obtenir les points de bonus.

#### *B/ Conditionnement du capteur.*

L'expression de la fonction de transfert du filtre de Wien a été aboutie par beaucoup, mais sa mise en forme a été très diverse alors que la nature du filtre aurait pu être immédiatement déterminée en l'écrivant sous sa forme canonique.

Le passage de la fonction de transfert à l'équation différentielle a été difficile. Beaucoup méconnaissent le passage du domaine fréquentiel au domaine temporel de même que le critère

de stabilité de l'équation. Que d'erreurs auraient été évitées par conscience des inhomogénéités flagrantes présentes dans les expressions obtenues !

Cette partie, a priori bien connue des candidats, nécessitait une technicité calculatoire simple. Trop nombreux furent ceux qui s'y égarèrent et peu d'applications numériques furent abouties.

#### *C/ Conditionnement du signal.*

Le montage déphaseur et le filtre passe bas ont été bien résolus. Par contre le multiplicateur correspondant au bloc B a été peu cité même si les calculs furent justes.

La partie C4. a eu peu de succès, sans doute à cause du calcul trigonométrique. Pourtant la transformation de  $\cos^2$  était proposée par l'énoncé et orientait de façon remarquable le raisonnement. Beaucoup ont renoncé.

Peu de propositions correctes pour la définition de la sensibilité du capteur. C'était une simple question de bon sens sur le thème de la mesure physique.

Cette partie se concluait sur une analyse des défauts et inconvénients du capteur. Lorsqu'elle fut abordée cette question ouverte, sans calculs ni équations, fut réussie.

### **2<sup>ème</sup> Partie : Capteur de proximité a réluctance variable**

#### *D/ Etude du capteur inductif.*

Le théorème d'AMPERE a été mieux énoncé que le théorème de GAUSS mais il y eut une grande confusion entre B et H. Cette confusion s'est répercutée tout au long de cette partie.

Il y eut souvent omission récurrente du nombre N de spires enlacées.

Nombreux sont ceux qui méconnaissent la conservation du flux magnétique et une grande majorité l'écrit comme la somme des trois contributions.

Peu ont observé que les matériaux ferromagnétiques possèdent la propriété de devenir magnétiques, c'est-à-dire de s'aimanter, lorsqu'ils sont placés dans un champ magnétique et de conserver cette aimantation quand le champ est supprimé. C'est une partie du cours peu connue des candidats.

La suite de cette partie était dépendante des premiers résultats, elle a permis à un bon nombre de candidats d'obtenir des points de bonus.

Rares sont les analogies observées entre réluctance et résistance dans la dernière question qui se voulait intuitive et de pur sens physique.

#### *E/ Conditionnement du capteur.*

Les expressions des impédances complexes ont été bien écrites par chacun ainsi que la condition d'équilibre du pont.

La suite, plus difficile, a été inégalement abordée et quelques candidats seulement sont allés jusqu'au résultat final pour aboutir à l'erreur relative. La prise en compte de l'approximation simplifiait pourtant fortement les calculs.

#### *F/ Conditionnement du signal.*

Cette partie a souffert de sa position en fin d'épreuve et la presque totalité des candidats s'est arrêtée à l'AO inverseur.

### **ANALYSE DES RESULTATS**

Malgré un barème adapté à la diversité et au grand nombre de questions proches du cours, les résultats constatés ne sont pas satisfaisants. Le niveau général des connaissances a été jugé insuffisant par les correcteurs. Les réponses fournies sont souvent très approximatives, non ou mal justifiées, dénotant des connaissances trop superficielles.

La rédaction est fréquemment absente, beaucoup de copies se réduisent à un enchaînement de calculs sans commentaire laissant au lecteur le soin de conclure. Les explications sont souvent confuses parce que trop longues. Il faut apprendre à répondre de façon concise et précise, il faut absolument rédiger. Cette épreuve est aussi une épreuve de communication.

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 8,89 sur 20, avec un écart-type de 4,60. Les correcteurs, dans leur globalité, constatent que de nombreux candidats voient leur note finale constituée d'un grappillage de points sans vraiment avoir compris l'enchaînement des questions. Rappelons que des points de bonus sont accordés par les correcteurs aux candidats qui ont été critiques quant à leurs résultats et qui ont conclu une partie entière de l'épreuve sans faute au fil d'une réelle composition.

L'absence de calculatrices a contribué aux difficultés de résolution du problème, mais il est remarquable de constater que certains candidats sont allés jusqu'au bout de l'épreuve avec succès.

### **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS :**

La préparation du concours est fondée sur un apprentissage régulier et approfondi du cours. Cet apprentissage s'effectue par une approche équilibrée entre la théorie et l'expérience : la démarche expérimentale effectuée dans le cadre des travaux pratiques est incontournable et riche d'informations pour la compréhension des phénomènes physiques. L'étudiant doit à tout instant estimer la qualité des mesures effectuées et des résultats obtenus.

La préparation à la formation d'ingénieurs privilégie une démarche scientifique empreinte de rigueur et s'accommode mal de l'apprentissage réducteur d'une collection de formules plus ou moins bien corrélées.

La résolution du problème nécessite un minimum de technicité calculatoire que le candidat se doit de maîtriser même si son utilisation reste réduite dans le cadre du concours. Pour autant, le candidat ne doit pas se contenter de répondre mathématiquement aux questions posées, il doit argumenter, rédiger sa réponse de manière précise, dégager le sens physique de ses résultats et effectuer l'analyse critique du phénomène étudié. Le caractère pertinent des solutions se doit d'être souligné. Le choix des sujets abordés évalue la curiosité, le sens de

l'observation, le réalisme du candidat et son adaptabilité face au monde naturel et technique en perpétuelle évolution.

L'ultime recommandation, et sans doute la première au jour de l'épreuve, est une lecture préalable attentive, sans précipitation, de l'énoncé : les réponses à bon nombre de questions ou les orientations relatives à la bonne marche à suivre pour la résolution du problème sont souvent suggérées par le concepteur dans des phrases introductives ou de liaison entre les paragraphes successifs. Le candidat doit savoir en extraire l'information utile.

# EPREUVE DE PHYSIQUE - CHIMIE

Durée : 4 heures

## PRESENTATION DU SUJET

Le problème était consacré au mouvement d'un et comportait trois parties distinctes :

- étude de l'écoulement d'un glacier ;
- reconnaissance du glissement du glacier par interférométrie radar ;
- chimie de la glace.

## COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

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. Ces évidences ne sont pas semble-t-il, connues par un très grand nombre de candidats.

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.

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.

Dans l'élaboration du barème, le jury s'est attaché à valoriser les raisonnements effectués avec rigueur et cohérence, la compréhension qualitative des phénomènes physiques mis en jeu et l'analyse critique des résultats quantitatifs. Il n'hésite pas à sanctionner l'utilisation indistincte de formules non justifiées, les résultats inhomogènes ou faux, les réponses données sans justification ni commentaires et les applications numériques délivrées sans unité.

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<sup>ère</sup> Partie : Ecoulement d'un glacier

A / Etude préliminaire : écoulement d'une couche de miel sur un plan incliné

Si l'orientation des lignes de courant ne posait aucune difficulté, par contre montrer que la composante du champ de vitesse n'était fonction que de  $z$  fut plus compliqué pour un très

grand nombre de candidats : les invariances par translation sont généralement rappelées mais la nature incompressible du fluide est très souvent laissée de côté.

La simplification de l'équation de NAVIER-STOKES (fournie) compte tenu des caractéristiques de l'écoulement a prouvé une fois de plus que les candidats retrouvent toujours le résultat obtenu dans leur cours, mais sans faire preuve de la plus grande honnêteté : nombreux pensent que la dérivée particulaire de la vitesse est nulle du moment que l'écoulement est permanent, bien d'autres ne savent pas quoi faire du terme d'accélération convective.

Heureusement que l'intégration successive de chacune des projections de cette équation était guidée pas à pas car les correcteurs ont bien senti que très peu de candidats ont compris qu'il fallait exprimer  $P(z)$ , prouver qu'elle ne dépendait pas de la variable  $x$ , avant d'intégrer selon  $z$  ; l'intégration de l'équation différentielle de la vitesse, très guidée, a permis à tous ou presque d'obtenir un profil parabolique. Sa représentation, par contre, le long du plan incliné a été plus contrastée : beaucoup de profils linéaires, ou paraboliques avec inflexion du profil débouchant sur une vitesse infinie à l'interface miel-air.

Les déterminations du débit, de la vitesse moyenne de l'écoulement et l'évaluation du nombre de Reynolds ont été correctement traités.

#### B / Dynamique d'un glacier

Il était ensuite proposé aux candidats d'étendre l'étude précédente à une géométrie de dimensionnalité deux, en introduisant une vitesse caractéristique afin d'obtenir une équation différentielle adimensionnée. Le tracé de la solution leur a permis de trouver la vitesse maximale ; ils se sont tous pliés à cet artifice mathématique.

Le texte proposait ensuite de l'appliquer à une carte IGN retraçant l'évolution d'une ligne de 50 balises au cours d'une décennie pour le glacier du Rhône, dans le Valais suisse. Le relevé du déplacement des balises leur a permis de déterminer la vitesse moyenne (sans trop d'erreurs quant à la conversion d'échelle) ainsi que la viscosité de la glace. Ils ont tous trouvé que cette viscosité était plus élevée que celle du miel mais pratiquement aucun n'a attribué une telle viscosité à celle d'un solide, auquel le glacier peut s'apparenter.

### **2<sup>ème</sup> Partie : Reconnaissance de l'écoulement par interférométrie radar**

#### C / Interférences lumineuses dans le visible

Afin de les préparer à traiter l'interférométrie radar, une étude préliminaire très classique sur les interférences à partir du dispositif d'Young leur était proposée. La détermination du déphasage a été très laborieuse (calculs sans fin, pages de développements limités pour arriver à des expressions sans aucun sens ni aucune cohérence dimensionnelle) ; les correcteurs ont même dû se résigner à admettre les expressions simplifiées de la différence de marche, comme à l'époque où les développements limités étaient moins usités ... ! La traduction en termes de figure d'interférences et d'interfranges, même si l'éclairage (appelé éclairage par certains ...) était correct, a donné lieu à toutes sortes de résultats : pas de souci de préciser l'orientation des franges, confusion entre figures de diffraction et d'interférences, interfranges non homogènes à une longueur.

Leurs difficultés furent loin d'être terminées dès lors que le plan d'observation des interférences était incliné d'un angle constant puis d'un angle variable, pour leur faire comprendre ce qui les attendait en partie suivante. Dans l'ensemble, ils n'ont pas su, même avec une différence de marche correcte précédemment, la faire évoluer compte de cette nouvelle orientation et dans la majeure partie, ils ont abandonné.

#### D / Interférométrie radar

Le fonctionnement du système d'interférométrie radar (émission puis réception d'ondes EM après rétrodiffusion en un point du sol) en associant deux satellites (maître et esclave) était expliqué de façon simple aux candidats ; il leur suffisait de se laisser guider au fil des questions. De plus tous les aspects mathématiques rébarbatifs avaient été mis de côté et les résultats importants fournis, le concepteur attendant des élèves qu'ils analysent les quelques calculs qu'ils étaient amenés à réaliser.

Les candidats ont réagi de deux façons devant ce système, non traité en cours : les trois-quarts ont abandonné au bout de deux questions, avec souvent l'erreur de ne pas penser que l'onde émise par le satellite devait retourner vers ce dernier ... ; les autres se sont pris au jeu et ont mené leur étude pratiquement jusqu'au bout, distinguant les deux types de granges observées, traduisant soit un sol plat soit un terrain vallonné, avec une interprétation satisfaisante des clichés proposés.

Le jury a toutefois vivement déploré que les élèves, pour justifier l'emploi de cette technique radar, n'aient jamais pensé que des mesures optiques (dans le visible) sont rarement réalisables de nuit, par trop forte réflectivité sur le glacier et sont entravées par les nuages et le brouillard ... !

### **3<sup>ème</sup> Partie : Chimie de la glace**

#### E / Structure de l'eau liquide

Les notions de chimie de première année sont manifestement bien loin dans la mémoire de bien des candidats : configuration électronique d'un atome, le schéma de Lewis associé, l'utilisation de la théorie V.S.E.P.R. pour déterminer la géométrie du polyèdre de coordination, l'écart angulaire entre les deux liaisons O-H, des notions pourtant élémentaires. L'utilisation des moments dipolaires globaux et de la simple liaison O-H, en composant vectoriellement deux vecteurs identiques mais non colinéaires en a intrigué plus d'un !

Leurs connaissances sur la notion de liaison chimique demeurent très floues (fait déjà signalé dans de précédents rapports du même concours) : ils mélangent sans vergogne liaison ionique, covalente, hydrogène et même Van der Waals.

#### F / Solidification de l'eau

A la question de savoir les paramètres influant lors du phénomène de solidification de l'eau, il est noté beaucoup d'hésitation (vive les effaceurs !) ; la pression est décrite comme grandeur déterminante mais un nombre limité cite et dessine le diagramme P-T de l'eau. Le tracé demandé des enthalpies libres massiques est correct dans l'ensemble, même si les correcteurs n'ont pas pénalisé ceux (la quasi-totalité) qui ont dessiné deux droites, alors qu'ils attendaient deux demi-droites, de part et d'autre de la température de solidification.

L'évaluation des enthalpies et entropie massiques de solidification a vu énormément d'erreurs, la plupart ne distinguant pas la solidification de la fusion.

L'étude de l'influence de l'ajout de chlorure de sodium sur la température de solidification a été commencé par tous les candidats : pas de souci jusqu'à l'écriture des potentiels, le passage aux enthalpies molaires standard (car tout était guidé) ; par contre la phase d'intégration amenant la nouvelle température de solidification n'a inspiré personne ou presque. Pour clore cette rubrique, seuls deux candidats sur mille ont su calculer la fraction molaire en eau lorsque 50 g de NaCl sont dissous dans un litre d'eau.

## G / Structure de la glace

Le concepteur proposait tout d'abord de se pencher sur l'assemblage tétraédrique de molécules d'eau, tel que rencontré dans toutes les variétés de glace, quelque soit leur structure particulière. Malgré toute l'étude structurale précédente, la signification des deux types de liaisons apparaissant sur le dessin ne fit pas l'unanimité, pas plus que le décompte de liaisons hydrogène développées par chaque molécule, encore moins dès lors que quelques distances doivent être déterminées d'un point de vue géométrique.

Toujours dans cet esprit de découverte, un document pré-tracé soumettait aux élèves différentes configurations – en liaison avec l'entropie associé à cet arrangement – des molécules d'eau dans le dit arrangement tétraédrique : beaucoup de grilles vierges à l'arrivée, des tracés exacts pour ceux qui se sont donnés la peine de l'étudier.

Pour terminer, une étude classique de la glace Ic (seule structure officiellement au programme même si elle ne se rencontre pas ailleurs que dans les étoiles ou nébuleuses ...) leur demandait de représenter la maille élémentaire (présentation de leur choix) , de dénombrer les atomes présents et d'évaluer la longueur de la liaison hydrogène ainsi que la compacité : résultats divers et variés, dessins confus, calculs géométriques poussifs et compacité souvent délirante.

## ANALYSE DES RESULTATS

La longueur du sujet avait été réduite de façon notable par rapport aux précédentes années et le type de questions posées avait évolué pour ne plus paraître aussi théorique qu'auparavant. Cette épreuve a été globalement mieux réussie que celle des trois dernières sessions et sa structure a permis à la majorité des candidats d'aborder de nombreuses questions. Si le jury se réjouit de nouveau d'avoir pu corriger d'excellentes copies, il tient également à signaler un nombre trop important de réponses aberrantes qui semblent témoigner d'un manque de réflexion regrettable chez de trop nombreux candidats.

Pour 18 % des copies, les candidats shuntent systématiquement la partie de Chimie, perdant ainsi de nombreux points car elle représentait près d'un tiers du barème. A l'opposé, de nombreux candidats (sans doute des anciens PCSI) ont débuté par la Chimie, en la traitant presque complètement pour certains, mais se sont contentés de grappiller quelques points ici et là, dans les deux parties de Physique.

Les candidats attachent toujours autant d'importance à la forme mathématique d'un résultat et ne se soucient guère du sens physique ou chimique associé, à l'encontre même d'un esprit ingénieur. Comment réagiraient-ils dans l'avenir si, leurs moyens de calcul diminuant, ils n'avaient qu'à analyser des situations proposées et formuler des réponses qualitatives ?



Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 9,91 sur 20, avec un écart-type de 4,02.

## **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Même si les candidats lisent rarement les rapports d'épreuves des concours, rappelons-leur que la préparation du concours est fondée sur un apprentissage régulier et approfondi du cours, cet apprentissage s'effectuant par une approche équilibrée entre la théorie et l'expérience : la démarche expérimentale effectuée dans le cadre des travaux pratiques est incontournable et riche d'informations pour la compréhension des phénomènes physiques. Il apparaît inadmissible que les questions proches du cours sur lesquelles s'appuie le raisonnement ne soient pas ou mal traitées par les candidats.

La résolution du problème nécessite un minimum de technicité calculatoire que le candidat se doit de maîtriser même si son utilisation reste réduite dans le cadre du concours. Pour autant, le candidat ne doit pas se contenter de répondre mathématiquement aux questions posées, il doit argumenter, rédiger sa réponse de manière précise, dégager le sens physique de ses résultats et effectuer l'analyse critique du phénomène étudié. Le caractère pertinent des solutions se doit d'être souligné. Le choix des sujets abordés évalue la curiosité, le sens de l'observation, le réalisme du candidat et son adaptabilité face au monde naturel et technique en perpétuelle évolution.

Ne pas négliger les applications numériques et prendre en compte la précision attendue. Ces informations sont importantes pour évaluer les performances d'un système et influent de façon notable sur la note acquise par le candidat.

L'ultime recommandation et sans doute la première au jour de l'épreuve est une lecture préalable attentive, sans précipitation, de l'énoncé : les réponses à bon nombre de questions ou les orientations relatives à la bonne marche à suivre pour la résolution du problème sont souvent glissées par le concepteur dans des phrases introductives ou de liaison entre les paragraphes successifs. Le candidat trouvera dans la formulation des questions et bien souvent dans les données numériques les clés de son raisonnement.

# EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES

Durée : 5 heures

## PRESENTATION DU SUJET

Le sujet avait pour support un mélangeur interne à rotors engrenant permettant le mélangeage de caoutchoucs en grande quantité avant vulcanisation.

Le sujet comportait 4 parties indépendantes :

- L'analyse du système et d'un cycle de mélangeage
- L'étude de la chaîne fonctionnelle de mise en mouvement des rotors
- L'étude de la chaîne fonctionnelle d'actionnement du fouloir
- L'étude de la chaîne fonctionnelle de manœuvre de la porte de déchargement

L'épreuve a pour but d'évaluer les capacités et compétences des candidats pour :

- Conduire une analyse fonctionnelle et structurelle, destiné à valider la compréhension de l'architecture générale du système, son organisation et sa décomposition en fonctions techniques.
- Mettre en œuvre une démarche de vérification de performances sur des chaînes fonctionnelles, ou sur des constituants de ces chaînes, afin d'évaluer la pertinence des solutions retenues au regard du cahier des charges. Le candidat est ainsi appelé à valider les niveaux des critères des fonctions de service étudiées. Les champs disciplinaires abordés sont ceux du cours de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur de la filière PSI.

Plus précisément, les objectifs visés et les connaissances utiles au cours pour cette session, étaient les suivantes :

### Mécanique

Dynamique : Application du théorème de l'énergie puissance pour le dimensionnement en effort et puissance d'un actionneur.

Statique : Modélisation d'un action mécanique et passage d'un modèle local à un modèle global de l'action mécanique. Détermination de l'effort de poussée nécessaire d'un vérin par application rigoureuse d'une démarche d'utilisation du Principe Fondamental de la Statique.

Théorie des mécanismes : Détermination du degré d'hyperstatisme d'une chaîne fermée de solides et conditions géométriques associées.

### Automatique

Logique combinatoire : Analyser la commande logique d'une chaîne d'énergie pneumatique.

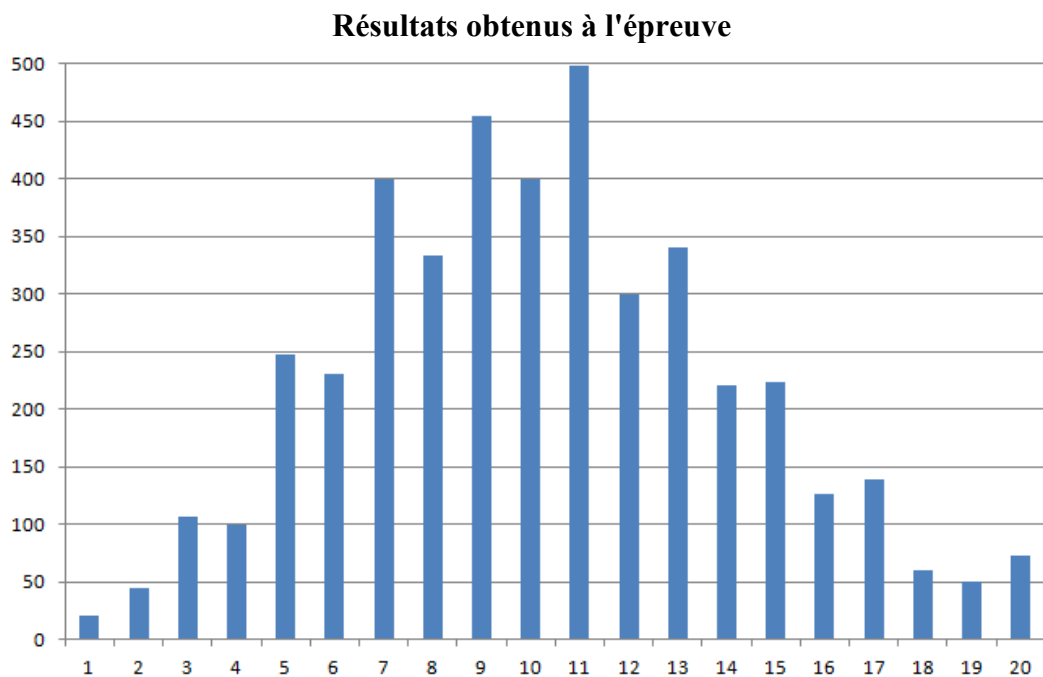
Asservissement : Déterminer une fonction de transfert et identifier les paramètres. Choisir et régler un correcteur pour optimiser les performances d'un asservissement.

## COMMENTAIRE GÉNÉRAL SUR L'ÉPREUVE

Le jury a observé une certaine disparité sur l'ensemble des copies corrigées. Comme l'indique l'histogramme ci-dessous, une part des candidats montre une maîtrise satisfaisante des outils et démarches enseignées en Sciences de l'Ingénieur.

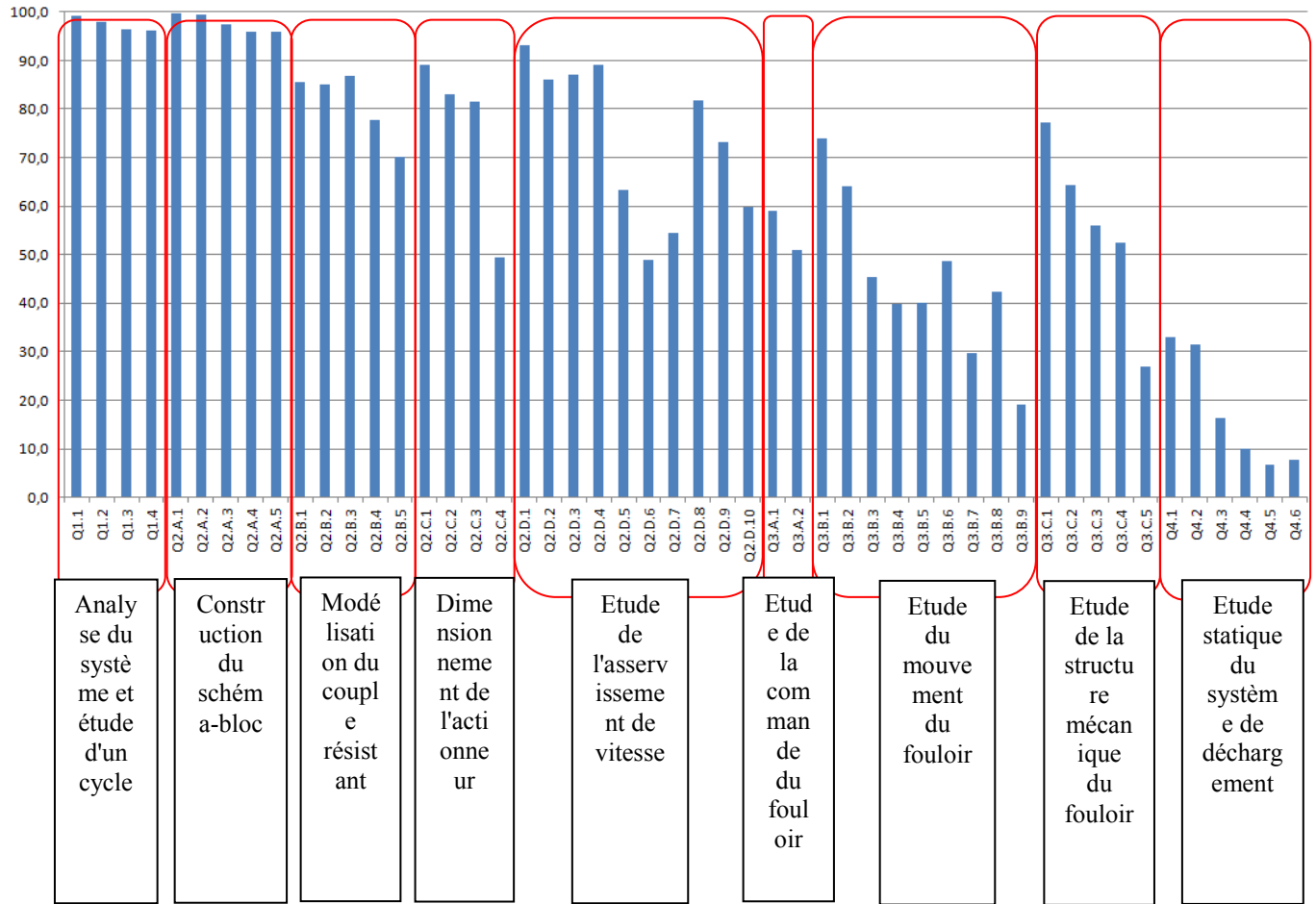
L'épreuve proposée a permis à certains candidats de traiter la quasi-totalité du sujet dans les 5 heures imparties. Les parties étaient indépendantes et cependant peu de candidats ont traité les dernières questions.

Le jury remarque et déplore que beaucoup de candidats utilisent des théorèmes du cours de SII sans la rigueur nécessaire, théorèmes de l'énergie puissance, théorèmes issues du Principe Fondamental de la Statique et critère du revers notamment.



<b>Moyenne</b>	<b>Ecart type</b>	<b>Note maxi.</b>	<b>Note. mini</b>
<b>9.71</b>	<b>3.97</b>	<b>20</b>	<b>0</b>

## Pourcentage de candidats ayant traité les différentes questions



## Moyenne par question /20

