

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 9
- Epreuve de Physique-Chimie p 14
- Epreuve de Français p 20
- Sciences Industrielles p 33
- Langue Vivante p 39

Filière PSI

Session 2010

	Inscrits		Admissibles		Classés	
Candidates	917	21,76	773	23,02	684	23,43
Etrangers CEE	12	0,28	9	0,27	9	0,31
Et Hors CEE	290	6,88	169	5,03	121	4,15
Boursiers	1153	27,36	936	27,87	792	27,13
Pupilles	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3/2	3136	74,42	2408	71,71	2032	69,61
Passable	323	7,66	210	6,25	154	5,28
Assez Bien	1272	30,19	991	29,51	807	27,65
Bien	1707	40,51	1415	42,14	1270	43,51
Très Bien	912	21,64	742	22,10	688	23,57
Spéciale PSI	2960	70,24	2409	71,74	2069	70,88
Spéciale PSI*	1216	28,86	936	27,87	841	28,81
Autres classes	38	0,90	13	0,39	9	0,31
Allemand	229	5,43	197	5,87	179	6,13
Anglais	3724	88,37	3008	89,58	2629	90,07
Arabe	186	4,41	98	2,92	66	2,26
Espagnol	65	1,54	47	1,40	40	1,37
Italien	7	0,17	6	0,18	4	0,14
Portugais	3	0,07	2	0,06	1	0,03
Total	4214		3358		2919	

Concours e3a – Filière PSI

RESULTATS DES EPREUVES ECRITES

épreuves	présents					moyenne finale					écart type final				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Mathématiques A	3774	3773	3887	3985	3942	8.47	10.38	9.41	8.98	9.07	4.85	3.96	3.97	3.91	4.72
Mathématiques B	3514	3530	3645	3695	3684	8.63	9.64	8.67	9.41	9.09	4.26	4.63	4.98	4.72	4.13
Physique	3787	3794	3906	4016	3950	8.50	7.95	8.83	8.41	8.56	3.92	4.18	3.82	4.10	4.16
Physique-Chimie	3491	3524	3639	3720	3700	8.66	9.00	9.03	9.21	8.92	3.19	3.30	3.69	3.59	3.90
Sciences Industrielles	3764	3810	3898	4005	3949	9.97	9.80	9.86	10.19	10.39	3.49	4.27	3.41	3.50	3.50

EPREUVEC COMMUNES CONCOURS e3a (MP/PC/PSI)

épreuves	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 DE LA FILIERE PSI

Voir site du SCEI rubrique statistiques

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

EPREUVE DE MATHEMATIQUES A

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet est composé d'une première partie relative à des applications directes du cours. Des préliminaires concernent la résolution d'une équation différentielle à paramètres.

La partie I traite des séries de Fourier. La partie II s'intéresse au calcul d'une intégrale paramétrée.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Dans l'ensemble, des élèves connaissant leur cours avaient la possibilité d'avoir une note approchant la moyenne. En algèbre, un théorème apprécié des élèves est le théorème du rang que certains ont hélas utilisé pour trouver la dimension du noyau dans les préliminaires. A contrario, le pauvre « Cauchy-Lipschitz » n'a pas eu beaucoup de succès. Très peu de copies justifient correctement que l'application φ est surjective. Le théorème de Dirichlet est souvent amputé d'une de ses hypothèses.

ANALYSE PAR PARTIE :

Cours

- 1) Quelques démonstrations étonnantes avec des polynômes ou avec une dérivée qui vaut un taux de variation.
- 3) Symétrie : des composées surprenantes dans les mauvaises copies. Dans les copies correctes, l'endomorphisme est rarement justifié. La décomposition est souvent redémontrée. La référence aux symétries est peu utilisée.
- 4) Un nombre non négligeable de candidats pensent qu'une fonction de type $\cos(x) + 1$ n'est ni paire ni impaire.
- 5) Encore un peu trop de copies où on calcule un discriminant pour résoudre $x^2 + 1 = 0$ (idem pour $x^2 + \lambda = 0$). C'est souvent mal rédigé et les copies moyennes oublient de sélectionner les parties paires ou impaires. Quelques étudiants utilisent la méthode de la variation de la constante pour trouver des solutions particulières et n'aboutissent pas.

Préliminaires

- 1) Il reste encore des copies où on prouve que $\varphi(0) = 0$ pour justifier la linéarité.
- 2) Voir plus haut
- 4 et 6) On voit des noyaux ayant un nombre fini d'éléments, une dimension inférieure ou égale à 2 dans les mauvaises copies. Les structures vectorielles et affines restent confuses pour certains.
- 5) L'équation caractéristique est rarement posée et étudiée rigoureusement (oubli souvent du cas $\lambda = 0$).
- 7) La confusion ensemble vide et ensemble réduit au vecteur nul demeure chez certains. La question 7.3 est rarement traitée.

Partie 1

1.1) Quelques lignes brisées, des fonctions non périodiques nous confortent dans l'idée qu'une question très anodine peut être discriminatoire. Il y a rarement des tangentes bien faites aux $k\pi$.

- 1.2) Plutôt bien réussi
- 1.3) Voir début
- 1.4) Plutôt bien réussi mais on peut ici débusquer quelques perles : $(-1)/n^2$ est décroissante. Le rapport de d'Alembert est inférieur - car négatif - donc cela converge....
- 1.5) Rarement traité. Souvent on dit que q existe sans expliquer comment le trouver.
- 1.6) Les candidats connaissent la valeur de la somme.
- 1.7) Cette question permet de scinder les candidats en 2 groupes : ceux qui ont bien compris la dérivabilité et les autres, qui récitent un théorème mis en défaut par le dessin effectué quelques lignes avant.
- 2) On peut voire qu'une somme de fonctions continues est continue, même si cette somme est infinie...
La suite est bien traitée par ceux qui savent leur cours et c'est un plaisir de lire alors des enchaînements d'idées bien structurés.
- Le 2.4) est un succès relatif car certains arrivent à bien raisonner, malgré des erreurs avant.
- 3) Peu fait. Quelques curiosités : des équations différentielles avec des coefficients variables...
- 4) Peu de scrupules chez certains qui remplacent x par 0 dans des séries divergentes.
- 5, 6, 7, et 8) Très inégal et peu satisfaisant pour le correcteur. On met néanmoins souvent des points à la question 7. Les DL n'ont toujours pas la cote, hélas !

Partie 2

- 1) A part les irréductibles de la majoration sans valeur absolue et des équivalents en l'infini audacieux, c'est souvent compris.
- 2) Quelques « si et seulement si », un regain d'erreurs du type du 1) mais beaucoup ont compris.
- 3) L'intégration par parties est souvent mal traitée et on trouve l'opposé du résultat prévu. Certains utilisent les complexes mais la justification des limites nulles à l'infini est souvent passée sous silence.
- 4 et 5) Très peu traité convenablement, sauf la fin qui permet de prouver que l'on sait lire un énoncé.

ANALYSE DES RESULTATS

La partie II a permis à ceux qui ont quelques problèmes avec la partie I de se rattraper. Force est de constater que le tracé d'une fonction périodique pose toujours autant de problèmes aux candidats. Les résultats sur les équations différentielles linéaires à coefficients constants sont peu maîtrisés.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Une bonne connaissance du cours permet aux candidats via la première partie de l'épreuve, d'obtenir un bon nombre de points. Il faut bien citer/vérifier que toutes les hypothèses soient satisfaites avant d'appliquer un résultat du cours. Il nous paraît important que la notion de développement limité fasse l'objet d'une meilleure préparation.

EPREUVE DE MATHEMATIQUES B

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

L'épreuve de mathématiques B du concours e3a filière PSI est constituée de deux exercices indépendants, l'un d'algèbre linéaire, l'autre d'analyse, comportant chacun des parties pouvant être elles-mêmes traitées indépendamment quitte à admettre le résultat d'une question antérieure. Les questions sont très guidées, rédigés 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. La moyenne des notes à l'épreuve est de 9,09 sur 20 avec l'écart type de 4,13.

Le jury de l'épreuve prie les candidats de l'excuser pour une malencontreuse et grossière erreur qui a échappé aux nombreuses relectures du sujet. Il rappelle néanmoins que les instructions en cas d'incohérence du sujet sont clairement décrites dans l'entête de celui-ci.

ANALYSE DU SUJET

Exercice I

Cet exercice d'algèbre linéaire propose de classifier les matrices carrées complexes de taille 2 qui « q -commutent » avec une autre matrice. Il repose principalement sur des techniques de calcul de déterminant et fait appel à la théorie de la réduction des endomorphismes. Si la partie calculatoire est plutôt bien traitée, le jury déplore les carences de nombreuses copies lorsqu'il faut faire appel au raisonnement.

La partie A, n'a d'autre but que d'introduire une formule de calcul de déterminant pour des matrices définies par blocs. Il est malheureux que des candidats inventent des formules fantaisistes de calcul pour justifier les résultats de la question 1a). Néanmoins les questions 1) et 2) sont bien traitées dans plus de 80% des copies. Par contre, moins de 10% des candidats abordent correctement la question 3. D'une part très peu d'entre eux parviennent à identifier l'ensemble S qui n'est autre que le spectre de la matrice D , encore moins à formuler un raisonnement juste faisant appel à la continuité ou à une identification de polynômes. Enfin, les termes « en toute généralité » ont manifestement été mal interprétés. Pourtant l'hypothèse de commutation entre les blocs et celle de l'inversibilité ou non de D apparaissent clairement dans les énoncés. Il appartient aux candidats de comprendre quelles sont les hypothèses desquelles découlent les résultats demandés.

Dans la partie B, on calcule le déterminant d'un endomorphisme de l'espace vectoriel des matrices carrées complexes de taille 2. Le sujet guide les candidats au travers de calculs relativement touffus. Les questions 1) et 2) sont correctement traitées par plus de 70% des candidats. La question 3) est honorablement réussie dans près de la moitié des copies. Remarquons néanmoins que, dans la question 3), si quasiment tous les candidats utilisent la formule de la partie A, seuls moins de 15% d'entre eux pensent à s'assurer qu'il est légitime de le faire en vérifiant les hypothèses de commutation. De plus, le jury précise qu'il est inacceptable qu'une copie comporte des « escroqueries au calcul ». N'ont obtenu des points que celles où les calculs sont clairement et explicitement rédigés.

La partie se poursuit en montrant que le déterminant de l'endomorphisme s'écrit à l'aide du

polynôme caractéristique de la matrice A et s'achève par la classification des matrices pour lesquelles il existe une matrice « q -commutantes ». Moins de 30% des candidats abordent les questions 4) et 5), moins de 20% d'entre eux traitent convenablement une partie de l'une ou l'autre question. Très peu d'entre eux identifient la matrice B comme un élément du noyau de l'endomorphisme. De plus l'équivalence entre $\det(M_A)=0$ et les trois conditions est généralement expliquée par un raisonnement fantaisiste. Une discussion correcte sur la forme de A , à l'aide des théorèmes de diagonalisation ne se rencontre que dans 2% des copies.

Exercice II

L'exercice consistait en l'étude d'une fonction définie à l'aide de la classique moyenne arithmético-géométrique. Elle fait intervenir des suites de fonctions ainsi que des intégrales impropres.

Le jury se réjouit du fait que les théorèmes d'analyse, comme la convergence dominée ou la « règle de Leibniz » soient connus par la plupart des candidats. En revanche, il s'alarme du peu de rigueur dans la rédaction des raisonnements par récurrence. S'il est admissible que certaines formules peuvent se justifier par un « d'après une récurrence immédiate », il ne l'est pas que les questions soient systématiquement traitées de cette manière. Le jury attendait qu'au moins un raisonnement par récurrence soit complètement et correctement rédigé en particulier avec une vérification de l'initialisation. Il souligne, que les candidats qui procèdent avec cette rigueur résolvent correctement les questions A3), B2b) et D1). Le jury conseille également aux rédacteurs des sujets de s'astreindre eux aussi à cette bonne discipline.

La partie A a été bien traitée par plus de 80% de candidats.

La partie B est entachée d'une erreur d'énoncé. Pour la question B2) il fallait évidemment lire $x \leq f(x) \leq (x+1)/2$. Il va de soi que les copies (près de 40%) dans lesquelles le résultat de l'énoncé a été démontré par un passage à la limite en utilisant l'inégalité fautive $b_1(x) \leq a_n(x) \leq a_0(x)$ n'ont pas été sanctionnées. Certains candidats, remarquant l'absurdité de la double inégalité proposée, imposent la condition $x \geq 1$ ou ne démontrent que la partie vraie ou expliquent clairement l'erreur. Toutes ces copies (moins de 15%) ont été récompensées par des points hors barème.

Les deux dernières questions de la partie B où l'on utilisait la convergence uniforme sont moins bien réussies. Seules 25% des copies contiennent des éléments de réponse acceptables. Les réponses à la question 4 consistent trop souvent en une invocation de la convergence uniforme manifestement mal comprise. Le jury souligne que ce type de question de conclusion ne peut prétendre à obtenir des points que si elle est correctement rédigée, notamment, lorsque qu'on justifie que les hypothèses des théorèmes utilisés sont vérifiées.

La partie C, qui peut être abordée indépendamment des autres, consiste en l'étude d'une intégrale impropre. Comme nous l'avons évoqué plus haut, les théorèmes de convergences utiles pour les questions 1 et 2 sont bien connus d'une majorité de candidat (plus de 60%). Il reste que la vérification de certaines hypothèses manque de rigueur. Par exemple, il n'est pas admissible de lire que la fonction qui à x associe $1/x^2$ est intégrable sur \mathbf{R} . De même nous déplorons de nombreuses erreurs dans le calcul de la dérivée ou des majorations hâtives que l'on sent forcées sans aucun souci de véracité dans le seul but de satisfaire à la liste des hypothèses.

Le changement de variable de la question 3b) qui pourtant n'avait d'autre difficulté que le calcul, est rarement effectué correctement (seulement dans 12% des copies). Nous soulignons qu'il était nécessaire de justifier la validité du changement de variable dans ce cas. Ici encore

le jury a sanctionné de nombreuses tentatives « d'escroqueries au calcul ».

Enfin, **la partie D**, souffrant d'être la dernière est généralement peu entamée. En particulier, la première question qu'une récurrence simple pouvait résoudre est souvent maltraitée (seulement correctement faite dans 18% des copies). La question 2c) posant le plus de difficultés n'a été abordée que par près de 20% des copies, mais dans ce cas de manière honorable, là encore le théorème de convergence dominée est connu et relativement bien maîtrisé.

En guise de conclusion, le jury souhaite également rappeler qu'un correcteur ne peut faire preuve de mansuétude pour une copie lorsqu'il doit fournir de grands efforts pour la déchiffrer, l'écriture étant trop petite, peu lisible et lorsque sa présentation laisse à désirer.

EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème concernait l'effet Hall et en donnait deux applications.

Le sujet abordait des thèmes variés et couvrait plusieurs domaines du programme de première et de deuxième année :

- étude de l'effet Hall en régime statique ;
- étude de l'effet Hall en régime sinusoïdal ;
- application à un capteur de rotation d'un arbre de machine tournante ;
- application à un capteur de vitesse pour ESP.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Comme pour les années précédentes, 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 commentaires ;
- les applications numériques délivrées sans unité ;
- l'écriture illisible et l'absence de rédaction.

ANALYSE PAR PARTIE

1^{ère} Partie : Etude de l'effet HALL

Cette partie comprenait deux sous parties, la première concernant le régime statique ; les copies ont été lamentables sur ce point. Beaucoup de candidats ont beaucoup de mal à écrire la relation vectorielle entre la densité de courant et la vitesse des électrons faisant intervenir la charge des électrons et leur densité volumique ; par exemple on a pu lire sur une copie « le module de V est négatif car les électrons vont dans le sens opposé ». Sont également observées beaucoup de relations inhomogènes, où il manque la charge ou la densité volumique. Pourtant l'étude qualitative de la conduction est vue au collège comme on peut le lire dans le programme : « *Le courant électrique est dû à un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant dans un métal* ».

A la question sur la force magnétique, il y a souvent confusion entre force magnétique, force de Lorentz et force de Laplace. Quant à la déviation des électrons, là encore c'est très mal expliqué, certains appliquent le PFD, d'autres encore raisonnent en module ! Dans une copie nous avons lu « les électrons sont déviés vers la face un ou deux selon leur charge ». Pourtant celle-ci était rappelée dans l'énoncé. D'année en année nous répétons aux futurs candidats qu'il faut lire le sujet attentivement, car souvent les points clés sont indiqués et c'était le cas cette année encore.

Il y a parfois confusion entre Le champ de Hall et le champ électromoteur et la relation champ-potentiel sous forme intégrale est souvent fautive. Les candidats ont du mal à écrire correctement la différence de potentiel sous forme intégrale, avec les bornes dans le bon sens, souvent le signe intégral est posé mais il n'y a pas de bornes ; faire l'intégration et prendre une primitive n'est pas la même chose. Le coefficient R_H demandé a souvent été donné en Ohm, et c'est révélateur d'un manque d'attention des candidats. Le sujet demandait d'analyser le signe ce coefficient, ce qui pouvait laisser penser qu'il y avait un problème particulier. Pour les applications numériques, la calculatrice étant interdite, il fallait parfois faire quelques approximations mais ils étaient toujours faisables sans trop de soucis. Il y avait une tolérance adéquate sur les valeurs numériques. Nous répétons qu'un résultat est compté juste s'il est donné avec la bonne unité et la plus simple possible. Le champ magnétique est donc attendu en Tesla (mais l'unité ne suffit pas, ainsi on a vu une valeur numérique de 10^{38} T !).

La question relative à la sensibilité a posé beaucoup de problème, c'est pourtant une notion clé pour tous les appareils de mesure. Dans le contexte du sujet il y avait deux réponses possibles. En section PSI, nous attendons des candidats des connaissances de base en métrologie. Ensuite venait une étude sur la variation de la mesure en fonction de la température, et on demandait d'évaluer une variation relative. Là encore, c'est une notion inconnue de l'immense majorité des candidats. On mesure le ravage des réformes successives. Le sujet demandait une relation entre la force de Laplace et la tension de Hall, cette question a été abordée assez souvent de manière correcte, les meilleurs candidats ont poussé l'analyse un peu plus loin qu'une simple vérification mathématique (la force de Laplace correspond à l'action du champ de Hall sur les ions).

Ensuite venait une analyse des lignes de champ et équipotentielles en absence puis en présence de champ magnétique. Certains candidats ont très bien répondu à cette question, d'autres ont fait n'importe quoi (lignes de champ circulaires...). Il faut que les candidats sachent que dans le barème il n'y a que des points positifs, mais si à une question on trouve deux réponses distinctes dans la copie (ce qui a été effectivement le cas cette année), la réponse est comptée fautive. Si la réponse est complètement à coté de ce qui est normalement attendu, l'impression du correcteur n'est pas très bonne sur la copie et cela peut influencer sur la notation d'une question ultérieure ou la réponse n'est pas tout à fait exacte.

La question A.12 à propos de la tolérance sur la position des points de soudure a posé beaucoup de difficulté. Une proportion infime de candidat a réellement compris ce qui était demandé. Des candidats ont trouvé des tolérances supérieures aux 3cm de la longueur de la plaquette jusqu'à 12,7 km ! ce qui laisse imaginer pour le moins que la question n'a pas bien été comprise).

La deuxième sous partie abordait l'effet Hall en régime sinusoïdal. Cette partie du problème a été globalement la mieux traitée, sans doute parce qu'elle correspondait bien à une partie identifiée du programme de deuxième année. Les équations de Maxwell étaient demandées en absence de charges, et dans l'ARQS. Certains candidats les ont données dans le cas général ce qui n'était pas demandé, dans ce cas ils n'ont pas obtenu les points correspondants. Nous renvoyons le lecteur au paragraphe sur la lecture du sujet. Venait ensuite l'établissement de l'équation de diffusion, qui a parfois confondue avec une équation de propagation (voire une

équation de dispersion dans le pire des cas). Il y avait une analyse sur la parité de la densité de courant induit. A cette question était attendu une analyse sur les symétries des causes et sur celles des effets. Pour bien des candidats l'analyse des symétries est faite uniquement sur les conséquences avec un raisonnement faux ; partant du résultat attendu et après quelques manipulations, le résultat est retrouvé formulé autrement ! Les correcteurs ne sont pas dupes, il faut bien que les futurs candidats le sachent.

La résolution de l'équation a été faite par une bonne part des candidats, mais certains ne savent pas intégrer correctement une équation du second ordre, ou la confondent avec celle d'un oscillateur harmonique. La plaquette n'étant pas de dimension infinie, les deux solutions en exponentielles coexistaient ce qui n'a pas été vu par tous les candidats (il y avait deux conditions aux limites).

La question B-7 faisait encore appel à l'étude des symétries. Les remarques précédentes s'appliquent également.

La fin de la première a rarement été faite jusqu'au bout. Nous rappelons aux futurs candidats que les questions entièrement faites sont valorisées d'un bonus. Il est donc préférable d'approfondir quelques questions plutôt que de papillonner sur le début de chaque partie. Ainsi la première partie à elle seule pouvait rapporter une note supérieure à trois fois la moyenne nationale sur l'épreuve entière, et égale à la note de la meilleure copie.

2^{ème} Partie : Applications de l'effet HALL

Cette partie comportait deux sous parties, la première abordait un capteur de rotation de machine tournante. Les premières questions demandaient dans des cas particuliers d'orientation du champ par rapport à la plaquette, la tension due à l'effet Hall et il fallait préciser entre quelles faces de la plaquette il fallait prendre la ddp. Bien évidemment, il fallait avoir lu l'introduction du sujet et décliner les résultats donnés par la première partie à ces situations nouvelles, avec d'autres notations, d'autres dimensions... Globalement, ces questions ont été faites assez correctement. Venaient ensuite la détermination de l'angle à partir des tensions relevées sur les faces de la plaquette. L'angle attendu faisait 240° , ce qui le plaçait dans le quadrant où l'Arc sinus, l'Arc cosinus et l'Arc tangente ne donnent pas le résultat sans précaution. L'immense majorité des candidats a trébuché dans la difficulté. Les questions suivantes demandaient les tensions du capteur pour une rotation uniforme, la tension maximale, le lien entre vitesse de rotation de l'arbre et fréquence de la tension du capteur. Il est surprenant de voir que même la relation fréquence-pulsation puisse être écrite de travers. La raison du feuilletage de l'arbre a été bien évoquée.

Venait ensuite un moteur synchrone diphasé pour lequel on demandait un schéma équivalent compte tenu des valeurs des tensions mesurées à vide, des résistances et des conventions choisies sur le schéma. Cette question s'est révélée très sélective est nécessitait d'avoir bien compris le phénomène d'induction. A partir d'un bilan de puissance le couple électromagnétique devait être établi, et le lieu des points donnant un couple constant devait être tracé pour aboutir sur les courants optimaux d'alimentation de la machine et ce qu'il fallait faire pour les obtenir à partir de signaux des capteurs. Ces questions n'ont été traitées entièrement correctement que par une infime partie des candidats.

La deuxième sous partie concernait un capteur de vitesse pour ESP. Deux capteurs à effet Hall décalés dans l'espace étaient face à une roue dentée métallique, et délivraient des tensions sinusoïdales déphasées. Les premières questions demandaient de quoi dépend la période de ces tensions et quel était le rapport entre décalage spatial et distance entre deux dents du pignon. Ces questions furent très mal faites, pourtant elles relèvent du bon sens et de la compréhension du phénomène de propagation. Venait ensuite un comparateur à hystérésis, sa caractéristique et des chronogrammes sur un document réponse fourni. Si l'étude du

comparateur à été relativement bien faite, les chronogrammes ont été bien souvent négligés. Ceux qui les ont faits ne savent pas toujours tracer correctement une sinusoïde, ni tracer un signal en retard ou en avance par rapport à un autre ; ce sont pourtant des notions de bases et il est déplorable de voir que ce n'est pas acquis.

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.

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 8,56 sur 20, avec un écart-type de 4,16. 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.

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. 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 préparation à la formation d'ingénieurs privilégie une démarche scientifique empreinte de rigueur, elle s'accommode mal de l'apprentissage réducteur d'une collection de formules plus ou moins bien corrélées. L'usage de la calculatrice sera à l'avenir prohibé pour cette épreuve.

Rappelons que tout résultat non justifié ne permet pas l'attribution des points.

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 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 PHYSIQUE - CHIMIE

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème illustre le « parcours » d'un polymère, le polyméthacrylate de méthyle (PMMA) dans le cadre de la réalisation d'une plaque transparente et comportait trois parties totalement indépendantes :

- Polymérisation du MMA et plus particulièrement l'étude de la cinétique de polymérisation ;
- Injection dans un moule de forme simple, assortie de la qualification de l'écoulement et la détermination du profil de vitesse entre les plaques du moule ;
- Contrôle de l'indice de réfraction par interférométrie optique (Mach-Zehnder).

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

La totalité des questions (sauf la fin de la partie optique) 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. Pour compléter, signalons que l'orthographe et style deviennent de plus en plus pauvres.

Le niveau de difficulté très variable des questions et le caractère indépendant de certains paragraphes a ouvert pour bon nombre de candidats une "chasse aux points" alors qu'ils n'ont ni appréhendé, ni compris le fonctionnement global du dispositif proposé. Tous les correcteurs sont unanimes à dire qu'il serait plus profitable pour eux, en termes de points accumulés, à rédiger certaines parties dans leur globalité plutôt que de papillonner d'une question à une autre.

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. Certains candidats n'hésitent pas à reproduire des résultats d'exercices stockés dans leur calculatrice, sans la moindre explication ; ils font alors preuve de naïveté car les correcteurs, eux, ne sont pas dupes.

Toutes les questions élémentaires de démarrage de parties ou sous parties ont bien été abordées ; mais dès lors que les questions suivantes commençaient 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.

C'est la première fois depuis qu'existe cette épreuve de Physique-Chimie PSI que la chimie a été aussi peu (20% des candidats l'ont purement et simplement boycottée) et surtout aussi mal traitée. Sans doute les candidats ne s'attendaient-ils pas à quelques questions de chimie organique ni à de la cinétique sur ces mêmes produits, mais l'étude du PMMA figure au chapitre des matériaux polymères de seconde année, tandis que la cinétique est un classique du programme de chimie de première année, quelle que soit la sous-section.

ANALYSE PAR PARTIE

1^{ère} Partie : PMMA et cinétique de polymérisation

A / Polymérisation et MMA

Les questions de chimie organique ne présentaient guère de difficulté pour quelqu'un qui avait appris son cours. Il est totalement inadmissible que les candidats ne sachent pas reconnaître une base de Lewis, ne sachent pas représenter des formules mésomères d'un composé ou ne connaissent pas les règles d'addition d'un radical carboné sur une double liaison carbone-carbone. Les correcteurs ont accumulé en quatre questions un régal d'horreurs, où tout et le contraire de tout du programme de chimie organique a pu être rencontré. Pour bien des candidats, l'appellation vinylique provient de la fonction CO-O-CH₃, ou est liée à la présence de 20 atomes dans la molécule, ou encore parce qu'on la rencontre dans le vin ... ! Plus grave encore, un candidat sur deux se hasardant dans cette partie confond mésomérisation et isomérisation, avec un régal de formes Z ou E ! Par ailleurs il eut été amusant de comptabiliser les pour et les anti Karasch et Markovnikov, afin de choisir le malheureux carbone sujet à l'attaque par un radical, mais en se préoccupant que très peu de notions élémentaires d'encombrement stérique.

B / Cinétique de polymérisation

Le schéma réactionnel de la polymérisation radicalaire était totalement décrit et expliquée dans l'énoncé. De plus les candidats n'avaient qu'à se laisser guider par les questions successives pour mener à bien l'étude des différentes vitesses de réaction. Pour ceux qui se sont donné la peine d'y réfléchir, la rédaction de la partie plus théorique a été réalisée de façon satisfaisante et les vitesses de réaction ont été obtenues assez facilement, montrant bien qu'ils étaient capables de mener à bien une étude cinétique, même sur des molécules organiques. Les correcteurs n'ont par contre pas apprécié les nombreux candidats qui « balançaient » les expressions des vitesses de polymérisation et de terminaison sans le moindre calcul intermédiaire ni explication, même succincte. A titre anecdotique, au sujet de l'hypothèse de la quasi-stationnarité des intermédiaires réactionnels, 14% des candidats l'attribuent à son auteur, Bodenstein, 5% à Van't Hoff, 2% à Arrhenius, sans oublier Lewis, Gibbs, Cauchy, Euler, Einstein, Ellingham et même Mendeleïev.

C / Analyse de résultats expérimentaux

Le concepteur proposait de confronter les résultats théoriques aux résultats expérimentaux de Sigimura et Minoura qui font foi dans le domaine. La majorité des candidats sont incapables d'exploiter des résultats tracés sur un graphique (a fortiori ici avec des échelles logarithmiques) et le phénomène s'accroît d'année en année, alors que les épreuves introduisent de plus en plus ce type d'analyse. L'ordre de la réaction, qu'il soit donné pour 0, 1, 2 ou une valeur algébrique quelconque ... est écrit sans aucune justification. Rares furent les candidats à calculer les différentes vitesses, en suivant le guide de l'énoncé ; quant aux unités (il est vrai, peu courantes comme des L. mol⁻¹.s⁻¹) elles brillèrent par leur absence ! La dernière question, relative à la variation de la constante de vitesse apparente consécutive à une variation de la température, a confirmé une fois de plus que les élèves n'ont toujours pas

assimilé la notion de variation relative d'une grandeur et que malgré les heures et les heures d'enseignement de la mathématique, ils ne savaient toujours pas différentier une grandeur.

2^{ème} Partie : Thermique de l'injection

D / 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.

E / 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.

3^{ème} Partie : Contrôle de l'indice de réfraction par interférométrie optique

F / Etude préliminaire

En milieu industriel, la caractérisation optique de plaques de PMMA par interférométrie fait partie des tests obligatoires, à côté de tests mécaniques, dans le cadre du contrôle qualité du produit fabriqué.

Après une description très précise de l'interféromètre de Mach-Zehnder, il était proposé au candidat une étude préliminaire afin de se familiariser avec cet appareil et d'établir quelques résultats élémentaires, utiles pour la suite de l'étude. Alors qu'il était simplement demandé d'additionner les amplitudes de deux faisceaux réalisant deux parcours différents au gré de leurs transmissions ou réflexions sur des miroirs ou des séparatrices (pour lesquels les coefficients de transmission et réflexion étaient fournis), il fut rarissime de trouver des candidats réalisant correctement cette addition ; l'évaluation des éclaircissements correspondants était ensuite un autre obstacle.

Un nombre impressionnant de candidats ne sait pas qu'une lame mince d'épaisseur e et d'indice n provoque un accroissement de chemin optique de $e(n-1)$, eux se contentant de ne .

Dans un cas comme dans l'autre, l'éclairement est uniforme mais de très nombreux candidats veulent à tout prix y observer sur l'écran des franges, des anneaux ; ne sont-ils donc capables que de réagir par mimétisme et de ne pas réfléchir devant une question plus que simpliste ? Pour la lame inclinée dans le faisceau, l'expression de la différence de marche (fournie dans l'énoncé) devait être démontrée : comme d'habitude toutes les supercherries pour obtenir le résultat ont été notées mais dans la majorité des cas ils se sont contentés d'admettre le résultat, pensant qu'il leur serait insurmontable de calculer la différence entre deux chemins optiques, assorti d'un peu de trigonométrie !

L'obstacle majeur à leur poursuite dans cette partie fut de simplifier cette différence de marche en se plaçant dans un domaine de faibles angles d'incidence et de réfraction (niveau classe de Terminale) ; le concepteur leur avait fourni généreusement les approximations nécessaires ainsi que les relations trigonométriques utiles ; ce fut une hécatombe et pour beaucoup l'arrêt de leurs efforts.

G / Détermination précise de l'indice de réfraction

Fort heureusement quelques bons candidats (moins de 10% tout de même) ont franchi cet obstacle pour aborder une approche originale pour déterminer précisément l'indice de réfraction, sans pour autant être confiné dans le domaine des petits angles. Bien guidés par l'énoncé, qui leur proposait successivement les relations à établir, un certain nombre a obtenu la relation permettant de calculer l'indice. Il est dommage que le manque de temps ou le caractère plus calculatoire des trois dernières questions les aient stoppés à ce stade.

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.

Traiter un problème de Physique-Chimie, c'est exposer la solution de façon claire et concise. Encore plus aujourd'hui qu'hier, il reste trop difficile pour beaucoup de candidats de rédiger leurs réponses de façon synthétique et compréhensible. La rédaction se réduit trop souvent à une succession d'équations sans explication ni articulation.

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 8,92 sur 20, avec un écart-type de 3,90. Quelques très bonnes copies ont été appréciées mais beaucoup trop de copies stagnent avec un total ne dépassant pas quelques points.

CONSEILS 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 SCIENCES INDUSTRIELLES

Durée : 5 heures

Ce rapport reprend certaines parties du rapport de l'an dernier car, compte tenu des constatations suite aux corrections des copies, ces commentaires et suggestions restent toujours d'actualité.

PRESENTATION DU SUJET

Le support du sujet de l'épreuve de Sciences Industrielles était un *prototype industriel* de machine de découpe de poutres permettant d'obtenir soit des plaques, soit des barres de section carrée plus petites que la poutre d'origine. Les plaques ou barres produites sont destinées à l'aéromodélisme ou la fabrication de flotteurs de pêche.

La particularité de cette machine est de ne générer que très peu de perte de matière première (chutes) lors de la découpe grâce à l'utilisation de fils abrasifs de très faible diamètre (0,6 mm).

Le sujet permettait, en mobilisant des compétences du programme de Sciences Industrielles de PSI, d'apprécier des fonctions de services et techniques du système. La problématique industrielle principalement étudiée ici était la gestion de la vitesse d'avance des poutres (analyse séquentielle des actions, dynamique du mouvement d'avance, asservissement en vitesse et en effort du mouvement d'avance...)

OBJECTIFS DE L'EPREUVE

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

- Conduire une analyse fonctionnelle et structurelle, destinée à valider la compréhension de l'architecture générale du système, son organisation et sa décomposition en fonctions techniques. Cette activité utilise les outils de la communication technique du programme.
- Mettre en œuvre une démarche de vérification de performance sur des chaînes fonctionnelles, ou sur des constituants de ces chaînes, afin d'évaluer la pertinence des solutions retenues en regard du cahier des charges. Le candidat est ainsi appelé à mettre en œuvre ses compétences pour 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 P.S.I.
- Assurer une production de solution en proposant des dispositions constructives relatives à une des fonctions précédemment étudiée. Cette activité s'inscrit dans la continuité de la formation dispensée dans la filière P.S.I., en permettant au candidat de mettre en valeur son aptitude à s'approprier une problématique technique et à proposer des modifications locales de solution en utilisant sa culture des solutions techniques élaborée au contact des systèmes du laboratoire de S.I.I.

Par ailleurs, le niveau des questions a été revu quelque peu à la baisse étant donné que les années précédentes les meilleurs candidats n'arrivaient à traiter qu'à peine plus de la moitié du sujet. Ce choix avait pour but notamment d'inciter les candidats à consacrer autant de temps sur les questions de mécanique que sur les questions d'automatique.

Plus précisément, les objectifs évalués au cours de cette session, essentiellement basés sur les fondamentaux, étaient les suivants :

- **mécanique**

- **Théorie des mécanismes** (*niveau de taxinomie attendu : maîtrise d'outils*)

Détermination d'un hyperstatisme et proposition de modifications pour le diminuer.

- **Cinématique** (*niveau de taxinomie attendu : maîtrise d'outils*)

Détermination de la vitesse de translation sur un mécanisme bielle - manivelle.

- **Dynamique** (*niveau de taxinomie attendu : maîtrise méthodologique*)

Equilibrage dynamique (mécanisme bielle – manivelle) et dynamique du solide en translation rectiligne et en rotation autour d'un axe fixe (mouvement d'avance de la poutre).

Bilans de puissance avec maîtrise de la notion de rendement. Application des principes de la dynamique ou de conservation de l'énergie.

- **automatique**

- **Séquentiel** (*niveau de taxinomie attendu : maîtrise méthodologique*)

Lecture de Grafctet. Production d'un Grafctet simple suivant un cahier des charges. Calculs de grandeurs dépendant du système, qui seront prises en compte dans les Grafctet.

- **Asservissement** (*niveau de taxinomie attendu : maîtrise méthodologique*)

Déterminer la fonction de transfert d'un système électromécanique. Déterminer une fonction de transfert à partir d'un schéma bloc. Application du théorème de la valeur finale. Tracé d'un diagramme de Bode d'une fonction de transfert complexe. Action des corrections de type Proportionnel et Intégrale. Etude de différent type de boucle.

REMARQUES GENERALES

Bien que sur l'ensemble des copies corrigées, toutes les questions du sujet aient été abordées et traitées, le jury déplore cette année encore, un certain « bachotage » et ce malgré le changement de longueur du sujet. Le sujet était construit en parties, et sous-parties quasiment indépendantes les unes des autres. Les candidats ont eu tendance à répondre aux premières questions de chaque partie (*notées sur un nombre de points limités*) sans chercher à construire le raisonnement qui menait aux dernières questions de chaque sous-partie. Certains répondent même à des questions au hasard, sans avoir répondu à celle qui précède.

Les candidats qui ont traité des sous-parties intégralement sont les candidats qui ont le mieux réussi, les dernières questions de chaque sous-partie étant systématiquement bien récompensées car elles traduisent une certaine curiosité, une ténacité avérée et une réflexion par rapport au problème posé, ce qui relève bien d'une démarche d'ingénieur. Le jury est conscient que les sujets sont longs, mais cela doit permettre aux candidats de s'exprimer de façon approfondie sur les domaines (*c'est à dire un bloc de questions sur une problématique donnée*) qu'ils maîtrisent le mieux. Néanmoins, les candidats qui ont répondu correctement à la majorité des questions initiales pour chaque partie obtiennent un résultat satisfaisant.

Comme pour les sessions précédentes, les questions d'automatique sont relativement bien traitées, les questions proposées étant « classiques » pour cette session. Mais les questions traitées par une grande partie des candidats sont surtout celles nécessitant peu de réflexion pour des candidats bien préparés. Les questions nécessitant quelque peu de réflexion ont été trop peu traitées.

ANALYSE DETAILLEE

Partie I : Analyse fonctionnelle

- *Une seule question* pour cette partie destinée surtout à présenter les fonctions attendues du système à étudier dans le sujet. Néanmoins seulement environ la moitié des candidats ont obtenu le maximum de points sur cette question. Précisons en particulier que de très nombreux candidats positionnent l'énergie sur le dessus de la case du diagramme IDEF0 (ou SADT) alors qu'il ne devrait y figurer que des données de contrôle. Ceci est vraisemblablement dû à un enseignement de cette méthode qui n'est peut-être pas assez rigoureuse sur ce point. Cette erreur n'a donc pas été sanctionnée mais le jury souhaiterait qu'à l'avenir ceci soit pris en compte. Si le contrôle des énergies peut figurer à ce niveau, les énergies en tant que telles doivent par contre figurer en support de la fonction (en bas de la case).

Partie II : Générer le mouvement de découpe

- *Etude de l'hyperstatisme* : plus de 75% des candidats ont globalement bien traité cette partie. Néanmoins seuls 30% ont proposé une solution viable pour rendre ce mécanisme (classique) isostatique.

- *Etude cinématique et équilibrage dynamique* : plus de 75% des candidats ont calculé correctement la position et la vitesse du cadre mais ensuite moins de 15% (dans l'ensemble) ont traité correctement les autres questions de cette partie.

Partie III : Adapter la vitesse d'avance. Automatisation séquentielle du système.

- *Grafcet à compléter* : partie peu souvent abordée, les candidats n'ont pas compris que l'on attendait uniquement l'utilisation des variables proposées sur le document. Les candidats ont été perturbés par cet ajout qui n'existait pas dans les sujets antérieurs. A ne pas renouveler, les résultats sont meilleurs lorsqu'ils cherchent les variables. Moins de 10% des candidats ont obtenu le maximum de point à cette question.

- *Calculs des grandeurs caractéristiques du système* : très peu de candidats (entre 10 et 25% suivant la question) ont su calculer les grandeurs demandées utilisées dans les Grafcet, à partir des caractéristiques des éléments du système (*Annexes*). Elles découlaient d'une petite réflexion « logique » et ne demandaient aucune connaissances particulières.

Partie IV : Entraîner la poutre en translation

- *Schématisation de la poutre* avec les efforts appliqués : cette question laissait toute liberté au candidat pour choisir la ou les vues à représenter. Moins de 20% ont fourni un schéma avec toutes les forces représentées correctement et ont su en déduire la force d'appui minimale. Il semblerait que de nombreux candidats ne maîtrisent pas les modèles d'adhérence et de frottement. En effet, parmi les 50% de candidats ayant traité la question 4.2, seulement moins de 30% ont conclu correctement.

- *Les dernières questions* de cette partie (qui permettaient de conclure) ont été traitées correctement (maximum des points) par moins de 5%, ce qui rejoint les remarques générales. On retrouve encore de trop nombreux candidats (environ

30% de ceux qui ont répondu) qui ne connaissent pas la signification exacte de la notion de rendement mécanique puisque qu'ils l'ajoutent dans les calculs de rapport de réduction.

Partie V : Adapter la vitesse d'avance de la poutre

Partie A : Régulation de vitesse d'avance de la poutre

- **Calculs de la fonction de transfert du moteur** : partie traitée par une grande partie des candidats, et ce malgré la petite erreur d'énoncé sur les K_i , qui a été prise en compte lors de la correction. Les schémas blocs ont été complétés correctement par une grande partie des candidats et à l'avenir la forme du résultat sera imposée aux candidats pour faciliter la correction.

- **Exploitation des Fonctions de transfert** : pour une grande partie des candidats, le théorème de la valeur finale a été bien exploité. Cette partie a été globalement bien traitée (*lorsque les fonctions de transfert trouvées étaient justes*)

- **Diagramme de BODE** : les diagrammes de BODE ont été abordés par seulement 40%, malgré une fonction de transfert simple. Quand les candidats l'ont abordé, le résultat était juste pour seulement 15% d'entre eux.

- **Critique sur le choix de la régulation** : Peu de candidats ont compris que la régulation de vitesse ne devait pas être utilisée dans notre cas (rupture des fils de découpe). Ils ont trouvé qu'elle fonctionnait correctement avec le PI, et donc le système remplissait parfaitement son objectif. Les candidats savent faire des calculs (pour une grande partie) mais ils sont trop peu nombreux à savoir réfléchir sur un problème. Peut être que le « bachotage » les en empêche ?

Partie B : Régulation de courant sur le moteur d'avance de la poutre

- **Calculs de la fonction de transfert du moteur** : comme précédemment, cette partie a été traitée par une grande partie des candidats, idem pour les schémas blocs. Même remarque pour la proposition d'une forme « type » afin d'uniformiser les résultats.

- **Exploitation des Fonctions de transfert** : pour une grande partie des candidats, le théorème de la valeur finale a été bien exploité. Cette partie a été bien traitée car elle ressemblait à la partie A et réutilisait les mêmes équations.

- **Point de repos** : la régulation de courant était étudiée pour un fonctionnement autour d'un point de repos. Cette notion a été très mal comprise par les candidats, et donc cette partie n'a pas été traitée par une très grande partie des candidats (environ 85%). Ainsi les conclusions « *intéressantes* » n'ont pas été traitées. Encore une fois, ceci nécessitait une « petite » réflexion, sortait du domaine du bachotage, et a donc été peu abordée. Par contre des conclusions (parfois justes) ont été proposées sans avoir fait de calculs ?!

Partie VI : Faire adhérer une bande tournante contre la poutre

Cette partie n'a été que très peu traitée.

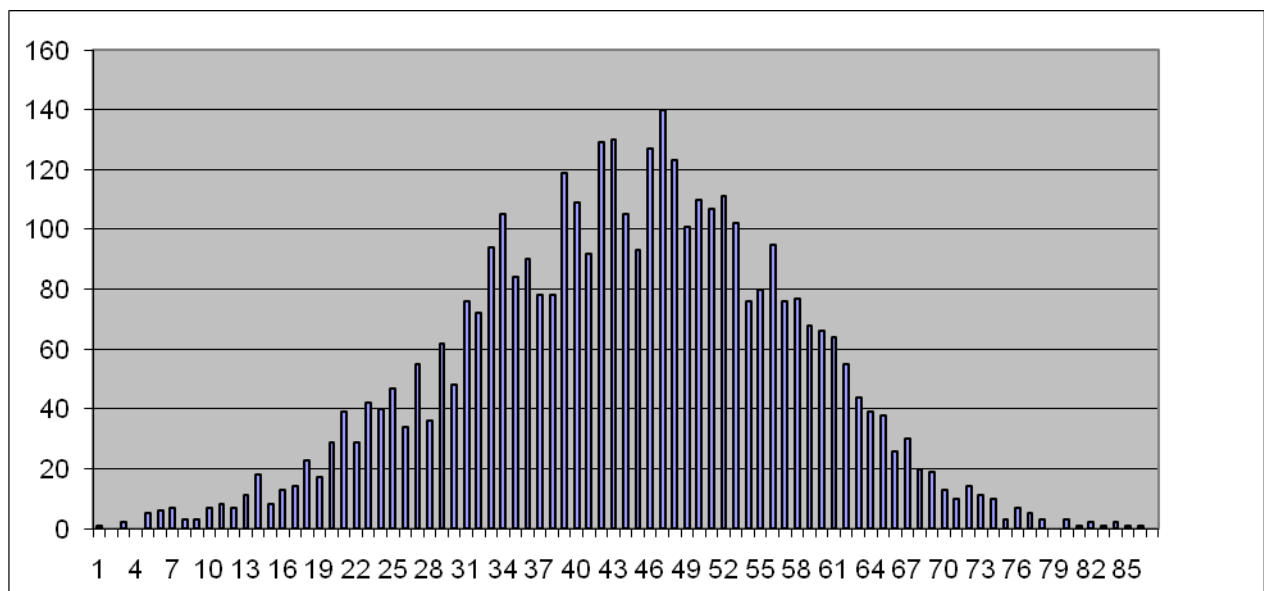
- **Pour la question 6-1** : ceux qui y ont répondu (environ 10%) sont environ 20% à obtenir le maximum de points et 40% à obtenir 0, dans la plupart des cas parce qu'ils ont « bâclé » leur réponse.

- **Pour la question 6-2** : environ 5% ont tenté d'y répondre mais personne n'a obtenu le maximum de points. Plus de 50% ont obtenu un tiers des points et 15% ont obtenu deux tiers des points.

Le jury trouve dommage que cette partie ne soit pas plus souvent traitée par les candidats qui devraient trouver là un espace d'expression de leur créativité en lien avec leur petite expérience en laboratoire de sciences industrielles.

RESULTATS

Malgré le changement de forme du sujet, découpé en un nombre de parties plus important, la répartition des notes brutes est globalement conforme aux années précédentes. Le jury rappelle qu'il est conscient de la longueur des sujets et que les candidats ne peuvent tout aborder. Les meilleurs candidats ont néanmoins abordés 85 % du sujet cette année.



Quelques statistiques :

Barème : 86 points

Note mini = 1 ; Note maxi = 86 ;

Moyenne = 44,5 ; Ecart type = 13,4

CONCLUSION GENERALE ET CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Il ressort de ce rapport que, comme pour les sessions précédentes, trop de candidats traitent de manière ponctuelle et isolée quelques questions sans réelle réflexion pour évaluer les performances d'un système. Les fondamentaux de la mécanique et de l'automatique sont trop souvent mal maîtrisés. En revanche, certains candidats, trop peu nombreux, proposent des réponses pour l'intégralité des questions d'une sous-partie homogène du sujet qui aborde

l'étude d'une problématique donnée, ce qui montre une certaine curiosité, une ténacité avérée et une réflexion par rapport au résultat, ce qui relève bien d'une démarche d'ingénieur.

L'apprentissage du cours est nécessaire, et **certaines copies montrent un manque de connaissances notamment en mécanique du solide**. En tant que futur ingénieur, les candidats doivent montrer un niveau d'analyse pertinent, mais également de solides connaissances sur les phénomènes physiques et technologiques pour maintenir, développer ou inventer les systèmes mécatroniques de demain. Il faut, pour les sessions à venir, que les candidats profitent davantage des séances de travaux pratiques dans le laboratoire de SII pour acquérir une culture minimale des solutions techniques et du vocabulaire associé. Qu'ils se concentrent également sur la lecture des schémas et leur exploitation. En effet, on constate encore que les questions « calculatoires » sont relativement bien traitées et que les questions s'appuyant sur la compréhension des schémas, des graphiques présentant les solutions techniques et leurs performances sont très peu et mal abordées.

Il faut également insister sur la qualité de l'expression écrite et la présentation des réponses aux questions en respectant les consignes du sujet.

Pour finir, précisons que l'objectif du sujet n'est pas seulement de trier ceux qui maîtrisent le mieux leurs cours, ou savent bien dérouler les phases calculatoires, mais aussi de déceler l'esquisse des premières compétences de l'ingénieur :

- appréhender la globalité d'un problème technique ;
- identifier les points clef de sa résolution concrète ;
- relier les performances d'un système aux solutions techniques retenues et les pistes de leur évolution afin de respecter au mieux son cahier des charges sur la base du meilleur compromis technico économique ;
- faire la liaison modèle – réel afin de détecter des pistes d'amélioration des performances souhaitées ;
- au moins, imaginer clairement les conséquences physiques des résultats de calculs sur les modèles et leurs paramètres influents significatifs.

QUELQUES CONSEILS

- Prendre le temps de lire le sujet pour déceler les sous-parties les mieux maîtrisées
- Eviter de répondre à des questions éparpillées, mais se concentrer sur un bloc de questions cohérentes
- Etre précis dans les explications (ne pas écrire pour recopier le sujet)
- Ne pas se contenter de recopier une connaissance du cours, mais montrer la compréhension et l'assimilation des concepts
- Ne pas négliger la mécanique du solide
- Maîtriser la notion de rendement
- Maîtriser les conversions d'unités
- Savoir prendre du recul sur un essai expérimental
- Prendre du recul sur les applications numériques pour vérifier leur pertinence
- Travailler la lecture de plans avec des formes géométriques simples
- Oser proposer un schéma, une esquisse, pour illustrer une idée, une proposition