

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
- Sciences Industrielles p 33

Filière PSI

Session 2011

	Inscrits		Admissibles		Classés	
Candidates	999	21,49	814	22,05	710	22,30
Etrangers CEE	17	0,37	16	0,43	13	0,41
Et Hors CEE	415	8,93	214	5,80	151	4,74
Boursiers	1345	28,94	1159	31,40	997	31,31
Pupilles	1	0,02	1	0,03	1	0,03
3/2	3444	74,10	2640	71,53	2214	69,54
Passable	283	6,09	197	5,34	157	4,93
Assez Bien	1318	28,36	1010	27,36	829	26,04
Bien	1882	40,49	1529	41,43	1324	41,58
Très Bien	1165	25,06	955	25,87	874	27,45
Spéciale PSI	3167	68,14	2522	68,33	2123	66,68
Spéciale PSI*	1427	30,70	1152	31,21	1047	32,88
Autres classes	54	1,16	17	0,46	14	0,44
Allemand	253	5,44	206	5,58	184	5,78
Anglais	4012	86,32	3273	88,68	2846	89,38
Arabe	300	6,45	142	3,85	94	2,95
Espagnol	69	1,48	58	1,57	49	1,54
Italien	7	0,15	6	0,16	6	0,19
Portugais	7	0,15	6	0,16	5	0,16
Total	4648		3691		3184	

Concours e3a – Filière PSI

RESULTATS DES EPREUVES ECRITES (2007 à 2011)

	épreuve	présents					moyenne finale					écart type final				
		2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
psi	Mathématiques A	3773	3887	3985	3942	4429	10.38	9.41	8.98	9.07	8.93	3.96	3.97	3.91	4.72	4.29
	Mathématiques B	3530	3645	3695	3684	4155	9.64	8.67	9.41	9.09	9.20	4.63	4.98	4.72	4.13	4.10
	Physique	3794	3906	4016	3950	4435	7.95	8.83	8.41	8.56	9.34	4.18	3.82	4.10	4.16	4.38
	Physique-Chimie	3524	3639	3720	3700	4178	9.00	9.03	9.21	8.92	9.05	3.30	3.69	3.59	3.90	4.17
	Sciences Industrielles	3810	3898	4005	3949	4441	9.80	9.86	10.19	10.39	9.98	4.27	3.41	3.50	3.50	3.88
e3a	Français	9762	10173	10442	10492	11429	8.90	8.56	8.44	8.92	8.81	3.36	3.38	3.30	3.36	3.54
	Langue Vivante Allemand	756	790	759	651	631	10.07	9.53	9.78	9.79	10.11	3.11	3.56	3.37	3.69	3.59
	Langue Vivante Anglais	8093	8419	8846	8770	9380	9.62	9.60	9.16	9.88	9.79	3.23	3.16	3.31	3.13	2.96
	Langue Vivante Arabe	741	731	611	864	1165	10.22	9.61	9.52	10.08	9.74	2.57	2.65	3.09	2.84	2.73
	Langue Vivante Espagnol	111	149	140	143	167	10.52	10.70	10.89	9.81	10.12	3.67	3.19	3.32	3.82	2.96
	Langue Vivante Italien	30	21	17	17	20	13.87	13.86	13.47	13.20	13.52	3.46	2.29	2.07	2.72	3.39
	Langue Vivante Portugais	8	6	7	7	10	12.75	12.67	11.86	14.43	13.83	1.98	1.63	2.12	1.51	2.20

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 portant sur des notions de base d'algèbre linéaire telles que rang, matrices semblables.
- Le problème portait sur la diagonalisation d'une matrice en utilisant différentes méthodes.
- Dans les deux premières parties, étaient abordés des cas particuliers qui mettaient en œuvre des notions simples du programme de la classe de Mathématiques spéciales PSI telles que : noyaux, matrices semblables, géométrie dans l'espace, changements de bases.
- Les deux dernières parties démontraient la diagonalisation de la matrice proposée dans le cas général, en utilisant deux méthodes différentes.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Nous sommes assez déçus par le niveau global des copies, sur un sujet assez classique et avec moins de questions difficiles que par le passé. Les copies ne sont pas toujours bien rédigées. Nous constatons une augmentation du nombre de copie constituées majoritairement de contre-sens, de calculs faux et d'incohérences.

- L'objectif du sujet était que des élèves connaissant leur cours aient la possibilité d'avoir une note approchant la moyenne.
- Rappelons que des résultats énoncés sans démonstration ne peuvent être pris en considération : l'affirmation brutale et inopinée d'un résultat ne permet pas d'obtenir de point.
- Les théorèmes classiques du programme sont souvent appliqués de manière approximative sans maîtrise des hypothèses.
- Par ailleurs, les calculs sont rarement menés jusqu'à leur terme, ce qui pénalise fortement les candidats.
- Enfin, nous regrettons le « papillonnage »: il est dommage que bon nombre de candidats n'arrivent pas à mener à terme leur raisonnement ou leur calcul et s'arrêtent sitôt la première difficulté rencontrée.

ANALYSE PAR PARTIE

Cours

Il était demandé dans cette partie, de refaire quelques démonstrations simples du cours pour justifier certaines affirmations et de donner un contre-exemple dans le cas contraire. Il est regrettable qu'une majorité des candidats donne des contre-exemples sans les vérifier.

Certains mélangent matrices équivalentes et matrices semblables. Les questions 2.5 et 2.6 sont souvent l'occasion de faire beaucoup de phrases inutiles et fausses. Dans les bonnes copies, un petit contre-exemple avec l'identité permettait d'être efficace pour tous les contre-exemples.

Partie 1

Question 2 : rappelons que les « smarties », « ellipse de l'espace », « sablier » ou encore « ballon de rugby » ne sont pas des termes figurants dans le programme. Nous avons trouvé une collection impressionnante de surfaces possibles et de dessins farfelus. Trop peu étaient bien soignés.

Question 3: les étudiants refusent trop souvent d'effectuer les calculs et plus grave encore, la série exponentielle est rarement reconnue.

Partie 2

Question 1 : la démonstration de la liberté de la famille proposée est souvent sabotée.

Question 2. Souvent bien traitée.

Questions 3 et 4 : elles permettaient aux étudiants rigoureux d'obtenir aisément des points.

Les questions 5 et 6 ont été rarement abordées.

Partie 3

Question 1 : trop peu de candidats ont justifié correctement et rigoureusement l'écriture de la matrice de l'endomorphisme proposé.

Question 2 : la résolution de l'équation différentielle proposée reste trop approximative pour une majorité de candidats, constatation déjà évoquée ces dernières années.

La fin n'a pratiquement jamais été traitée.

Partie 4

Question 1 : elle a souvent été abordée contrairement à la fin du problème.

ANALYSE DES RESULTATS

- Globalement le sujet nous a permis de classer les candidats et de valoriser ceux qui avaient une bonne connaissance du cours. La géométrie semble être délaissée par beaucoup de candidats.

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.
- Rappelons encore une fois, que tout résultat énoncé doit être justifié avec rigueur.

EPREUVE DE MATHÉMATIQUES B

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

L'épreuve de mathématiques B du concours e3a filière PSI, pour la session 2011, était constituée de trois exercices indépendants : algèbre des polynômes, géométrie et analyse.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'ÉPREUVE

Si toutes les questions du sujet ont été abordées par des candidats, il apparaît sans surprise que celles relevant de la géométrie ont été les plus délaissées. Il est tout à fait regrettable que les candidats négligent cette partie des mathématiques dont l'utilité dans les sciences et techniques connexes n'est plus à prouver. À l'avenir des exercices de géométrie continueront à être posés. Plus généralement certains candidats cherchent à grappiller des points sur les questions simples et n'abordent pas celles qui sont plus délicates. D'autres essaient d'aborder les exercices dans leur globalité. Cette deuxième attitude mérite d'être encouragée. Une fois de plus, il faut déplorer qu'un certain nombre de candidats rendent des copies illisibles, mal soignées et pleines de fautes. Un correcteur ne corrige que ce qu'il arrive à lire. De plus, une copie mal soignée peut être sanctionnée. Rappelons encore que les propriétés ou termes mathématiques doivent a priori être écrits en toutes lettres. L'usage de sigles (souvent internes au cours de la classe du candidat) est à proscrire ; TGSCV, CVS, CV, CNTS... ne seront plus acceptés.

ANALYSE PAR PARTIE

Exercice 1

Le but de ce premier exercice était de déterminer les polynômes à coefficients complexes vérifiant la relation $P(X^2-1)=P(X-1)P(X+1)$. Il permettait notamment d'évaluer les candidats maîtrisant des raisonnements classiques : analyse-synthèse, par l'absurde, récurrence. Les premières questions ont été majoritairement bien traitées. Dans la plupart des copies, les récurrences étaient correctement rédigées. Rappelons que « *la suite (u_n) est croissante* » n'est pas une hypothèse de récurrence. De nombreux candidats ont été perturbés par le fait que les polynômes étaient à coefficients complexes. Cela a donné lieu à des arguments étonnants du type « *P n'a pas de racines réelles car P est à coefficients complexes* » ce qui laisse supposer que ni la notion de racine d'un polynôme, ni celle de nombre complexe n'est acquise. Les questions (3), (4), et (5) ont été traitées rarement ou de manière incorrecte. Le fait que pour un polynôme de n'avoir que 0 comme racine a très rarement été interprété correctement. La synthèse concernant la forme générale des polynômes P n'est presque jamais faite.

Exercice 2

Cet exercice concernait l'étude d'une courbe paramétrée classique, une *strophoïde*, et son intersection avec une droite. Le jury félicite les quelques candidats ayant traité l'exercice en entier avec soin et perspicacité. Il est cependant étonnant que l'on trouve dans de nombreuses copies :

La parité de x ou de y justifie à elle seule la symétrie de la courbe par rapport à (Ox) ,
Les notions de points doubles ou de points stationnaires soient inconnues,
Les tangentes et les asymptotes soient confondues,
Il soit répondu aux questions sans calculs, avec des tableaux sans commentaire ni conclusion,
Le dessin soit en flagrante contradiction avec l'étude.

Le calcul du déterminant dans les questions B(1)(a) et (b) ont donné fréquemment lieu à une suite embrouillée de calculs où apparaissent miraculeusement le bon résultat à la dernière ligne. Les questions (2) et (3) de la partie B n'ont été abordées que par un candidat sur dix. Tout essai, amorce de méthode, illustration pertinente ont été pris en compte dans la notation.

Exercice 3

Cet exercice constituait en l'étude d'une fonction définie comme somme une série de fonctions en partie A. Cette fonction étant périodique, on étudiait alors dans la partie B son développement en série de Fourier. Le calcul des coefficients conduisait à celui d'une expression de la fonction initiale à partir des fonctions usuelles en partie C. Cet exercice permettait de mettre en œuvre les principaux théorèmes d'analyse au programme de deuxième année. Une bonne connaissance de ces théorèmes était nécessaire. Il a été celui qui a été le mieux traité, voir quasi parfaitement par certains candidats. Cependant une des erreurs les plus fréquentes a été la confusion entre les séries de fonctions et les suites de fonctions dans la partie A. L'énoncé était pourtant bien explicite. Que dire de ceux, nombreux, qui disent que « $u_n(t)$ converge car équivalente à l'infini à $1/t^2$ ». A la question (3) de la partie A était demandé l'énoncé d'un théorème de dérivabilité sous le signe somme. Toutes les versions étaient acceptées locale ou globale, avec des hypothèses plus ou moins fortes. Peu de candidats ont su donner un énoncé clair donnant toutes les hypothèses y compris celles sur les fonctions u_n . Presque toutes les copies font état de la nécessité de justifier l'interversion série-intégrale dans la question (1) de la partie B. Deux possibilités s'offraient aux candidats soit utiliser la convergence uniforme soit appliquer le théorème d'interversion de type « Lebesgue ». Dans ce dernier cas, il manquait en général des hypothèses comme celle de la convergence de la série des intégrales. Par contre, les théorèmes de continuité et de dérivabilité des fonctions définies par des intégrales sont connus et généralement bien appliqués malgré des dominations parfois fantaisistes. Il eut été souhaitable que cela fût aussi le cas pour le théorème de convergence normale des séries de Fourier et aussi ceux de changement de variables dans les intégrales impropres.

ANALYSE DES RESULTATS

L'hétérogénéité de certaines copies est très étonnante. Comment expliquer qu'un candidat pour qui « toute série dont le terme général converge vers 0 est convergente », applique correctement avec de bonnes majorations des théorèmes sophistiqués comme celui de dérivation des fonctions définies par une intégrale impropre. Comment expliquer qu'un candidat puisse réussir l'exercice 3 en entier alors qu'il est incapable de démontrer que : pour tout a appartenant à l'ensemble des complexes, $|a+1|=|a-1|=1$ implique que $a=0$?

Il est donc nécessaire que les candidats approfondissent les notions fondamentales de base.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

- Une bonne connaissance du cours permet aux candidats 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.
- Rappelons encore une fois, que tout résultat énoncé doit être justifié avec rigueur.

EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet posait le problème de l'adaptation de l'impédance et illustre de façon simplifiée le fonctionnement d'un silencieux automobile. Il était exclusivement consacré aux ondes acoustiques et se décomposait en trois parties corrélées entre elles :

- étude générale d'une onde acoustique dans un fluide parfait,
- réflexion et transmission de l'onde en incidence normale,
- mise en œuvre du silencieux d'échappement.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

L'épreuve reprenait de façon progressive l'intégralité du cours relatif aux ondes sonores dans les fluides pour aboutir au principe simplifié de fonctionnement d'un silencieux automobile, système conçu pour limiter le bruit produit par les gaz d'échappement d'un véhicule à moteur.

Les réponses à un nombre significatif de questions étaient implicitement contenues dans les paragraphes introductifs ou les textes explicatifs. Une lecture attentive et analytique du sujet était nécessaire et attendue.

L'épreuve, de difficulté graduée, évaluait la bonne assimilation du cours et la compréhension physique des phénomènes étudiés. Le principe du silencieux en fin d'épreuve permettait d'évaluer l'ingéniosité du candidat, son niveau d'acuité de raisonnement face à une problématique originale, son sens pratique voire critique quant à la technique utilisée. De longueur raisonnable elle 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 a 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 arguments apportés question après question pour comprendre l'influence de l'adaptation de l'impédance, le mode de fonctionnement du silencieux et le choix de son principe. 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 papillonner 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.

Le sujet se voulait sélectif et classant, il débutait par des questions de cours classiques relatives à la propagation d'une onde acoustique dans un fluide parfait, pour ensuite dépasser la simple restitution des connaissances et évaluer l'imagination des candidats. C'est en ce sens qu'a été introduite dans le sujet une conduite de section variable où la continuité de la vitesse donnait des résultats aberrants. Il était alors intéressant d'évaluer la faculté d'adaptation, l'esprit critique des candidats.

Néanmoins, et afin de ne pas pénaliser les élèves qui appliquent les consignes du cours et dans la mesure où ce cas de figure n'était pas forcément une situation nouvelle pour certains

Peu d'erreurs dans la partie liée à l'intensité sonore si ce n'est une grande difficulté pour beaucoup à effectuer les calculs en décibel.

De graves lacunes de rédaction sont à noter et une difficulté importante de bon nombre de candidats à analyser un tableau de mesures et à commenter ses valeurs numériques de façon claire et concise.

2^{ème} Partie : Réflexion et transmission en incidence normale

Cette partie se décalait du programme. La question introductive relative à la puissance transportée n'était pas anodine, elle permettait, juste avant le paragraphe lié aux conditions de passage, d'envisager sa continuité à l'interface des deux fluides. Les candidats ayant écrit la continuité de la vitesse ont néanmoins pris tous les points relatifs à cette question.

L'adaptation de l'impédance est bien connue et, dans l'ensemble, fut appréhendée de façon satisfaisante par une grande partie des candidats.

Le pavillon exponentiel est un problème connu, c'est son caractère adaptateur de l'impédance qui était envisagé ici. L'équation d'onde était donnée et permettait aux candidats qui ne l'ont pas justifiée de poursuivre la résolution du problème. Notons que certains ont usé d'une réelle malhonnêteté intellectuelle pour la retrouver coûte que coûte.

La suite du problème était peu calculatoire. Si le caractère passe-haut du filtre a été observé, sa justification a souvent été maladroite. Les candidats maîtrisent assez mal la terminologie de la physique et reconnaissent difficilement les termes d'amortissement, de propagation comme ils confondent dispersion et absorption.

Cette partie de l'épreuve a été rarement aboutie et peu commentée, laissant l'impression au jury d'un insuffisant traitement formel de la part des candidats.

3^{ème} Partie : Modèle simplifié d'un silencieux d'échappement

Cette partie, sans doute la plus difficile, a été traitée de façon anarchique. Si les équations de départ relatives aux continuités ont souvent été correctement écrites, le coefficient complexe de transmission global n'en fut que peu déduit. Notons que les erreurs de calculs peuvent être facilement évitées tout au long de la démonstration ou à la conclusion par des vérifications élémentaires d'homogénéité.

Les courbes observées ont été très approximatives, tracées rapidement et sans précision. Cette partie du problème a été rarement conclue.

ANALYSE DES RESULTATS

Le barème a été bien adapté à la diversité et au grand nombre des questions en favorisant les parties proches du cours. Celui-ci fut évalué de façon objective, les calculatrices étant interdites lors de cette épreuve. Le jury a largement pris en compte et à l'avantage des candidats les dépassements du programme pour cette épreuve.

Le bilan final est décevant, il montre une nouvelle fois la méconnaissance la plus élémentaire du cours pour bon nombre de candidats.

Le niveau général des connaissances a été jugé insuffisant par les correcteurs. Les réponses fournies sont souvent très approximatives, non justifiées, voire hasardeuses, dénotant des connaissances très superficielles. Les ordres de grandeurs sont trop méconnus des candidats et les pires énormités peuvent être ainsi écrites en matière de physique.

La rédaction est devenue quasi absente et cette situation s'aggrave au fil des ans. Une nouvelle stratégie s'est installée, elle consiste à ne plus rédiger mais plutôt à compiler les résultats littéraux et éventuellement numériques sans analyses ni commentaires succincts. La réponse par « oui » ou par « non » à la question posée est maintenant courante mais elle reste inacceptable, un résultat donné sans justification ne pouvant pas être pris en compte.

Les candidats maîtrisent pour certains assez mal le vocabulaire scientifique, il y a trop de confusion entre les termes de la physique (stationnaire, absorption, dispersion, ...).

Traiter un problème de physique, c'est exposer la solution de façon claire et concise. Il reste trop difficile pour beaucoup de candidats de rédiger leurs réponses de façon simple et compréhensible. La rédaction se réduit trop souvent à une succession d'équations sans explication ni articulation. Une définition s'énonce avec une phrase et non avec un mot ou une formule.

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 9,34 sur 20, avec un écart-type de 4,38. 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'épreuve était accessible et de longueur raisonnable. Toutes les questions, prises séparément, ont été correctement résolues par un certain nombre de candidats.

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 continuera à être 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 était consacré au fonctionnement d'un générateur à turbine, il se décomposait en quatre parties indépendantes :

- le cycle idéal de Carnot ;
- le générateur à turbine à gaz fonctionnant sur un cycle de Brayton et complété d'un dispositif de régénération des gaz sortant de la turbine ;
- la cogénération, production combinée d'énergie thermique et d'énergie mécanique ;
- la combustion de gaz naturel dans la turbine traitée d'un point de vue chimique.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Le sujet couvrait le programme des deux années en classes préparatoires ce qui a déstabilisé un certain nombre de candidats. Il faisait, dans un premier temps, essentiellement appel à des connaissances de thermodynamique lointaines pour certains mais incontournables aujourd'hui. Cette partie a été abordée avec beaucoup de succès et la totalité de ces questions a été parfaitement résolue par bon nombre de candidats.

La chimie en fin d'épreuve était d'une approche plus originale et, après le traitement d'une combustion somme toute classique, se poursuivait dans l'analyse de fumées sèches par un diagramme d'Ostwald. Elle évaluait l'ingéniosité du candidat, son niveau d'acuité de raisonnement face à une problématique différente, son sens pratique voire critique quant à la technique utilisée.

L'épreuve était longue mais elle présentait l'avantage d'être sélective et classante. Elle permettait au candidat de s'exprimer tant au niveau de sa connaissance du cours que de sa capacité d'imagination. L'analyse critique, le sens pratique et la créativité du futur ingénieur pouvaient être aussi mis en valeur en dernière partie d'épreuve. Dans la mesure de ses aptitudes, le candidat était ainsi susceptible de s'exprimer largement dans le cadre du temps qui lui était imparti.

La lacune évidente observée par le jury est l'absence de rédaction. Au-delà des questions purement qualitatives souvent mal exposées, elle se réduit trop souvent à un mot ou à une succession d'équations sans commentaires ni explication. L'introduction à la question, les articulations d'une démonstration, comme l'analyse de ses résultats sont presque systématiquement absentes ou totalement erronées. Une question qui ne semble pas requérir quelque équation ou calcul précis mais qui nécessite plutôt un sens physique, une réflexion de la part du candidat à partir d'informations est très souvent abandonnée.

L'exploitation de l'énoncé, alors que celui-ci souffle les réponses à plusieurs questions, et la rédaction simple, concise et compréhensible de la solution sont trop souvent mal envisagées par les candidats. L'orthographe et le style sont pauvres. Ceci est dû en partie à une insuffisance de la maîtrise du langage écrit, mais surtout à une stratégie du « grapillage » de points : de nombreux candidats se contentent de survoler le sujet dans le seul objectif de

compiler un maximum de points, alors qu'un ingénieur, dans sa vie professionnelle, passe beaucoup plus de temps à expliquer et à communiquer qu'à développer des équations.

Soulignons que le concours a mis en place un système de bonus qui favorise de façon significative une rédaction de qualité. Il valorise aussi, par un nombre significatif de points, les parties du problème traitées de façon complète et ponctuées de remarques physiques pertinentes.

Pour les applications numériques, la plus grande anarchie a régné dans l'expression des résultats. Les approximations ou le nombre de chiffres significatifs ont trop souvent été abusifs. Le jury a fait preuve de beaucoup d'indulgence à ce sujet alors que le poids des applications numériques était important dans le problème. Les valeurs numériques font partie du quotidien d'un ingénieur tant pour l'analyse serrée des performances d'un dispositif que des conséquences économiques qui s'ensuivent. Rappelons qu'une grandeur physique admet une unité. Tout résultat numérique non accompagné de celle-ci ne peut pas se voir accordé de points.

Malgré les remarques formulées chaque année dans tous les rapports, les candidats font toujours preuve de malhonnêteté intellectuelle en voulant s'approprier des résultats à démontrer (ou en résolvant les calculs à l'envers). Une relecture de la question n'est évidemment pas une démonstration.

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

- les raisonnements effectués avec rigueur et cohérence ;
- les réponses claires, 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 ou avec un nombre abusif de chiffres significatifs ;
- l'écriture illisible et l'absence de rédaction.

ANALYSE PAR PARTIE

1^{ère} Partie : Cycle de Carnot

A / Diagramme de Watt

Il s'agissait d'une question de cours dont le jury attendait mieux. D'entrée, le rapport des pentes de l'adiabatique et de l'isotherme égal aux capacités thermiques à pression et volume constants a été affirmé mais rarement justifié. De la même façon, le rendement de Carnot a été simplement énoncé mais peu souvent démontré. Rappelons qu'un résultat non justifié ne peut pas rapporter de point.

B / Diagramme entropique

Ce diagramme, simple et facile d'utilisation pour le cycle de Carnot, est mal connu des candidats et, en conséquence, mal exploité.

2^{ème} Partie : Etude d'un générateur à turbine à gaz

C / Premier principe pour un système ouvert

Cette partie a globalement été convenablement élaborée par les candidats même si les démonstrations ne furent pas toujours rigoureuses et convenablement rédigées. Notons que certains ont usé d'une réelle malhonnêteté intellectuelle pour la retrouver coûte que coûte.

La variation d'enthalpie massique, essentielle dans cette épreuve, a été donnée d'emblée pour permettre aux candidats qui ne l'ont pas justifiée de poursuivre néanmoins la résolution du problème.

D / Cycle de Brayton idéal

Nous avons déjà souligné l'anarchie qui a régné dans l'expression numérique des résultats obtenus, il faut aussi y ajouter de nombreuses erreurs de signe pour les énergies échangées, en désaccord avec la convention récepteur adoptée en thermodynamique. Notons que les applications numériques étaient nombreuses mais en accord avec le quotidien du travail de l'ingénieur.

Le formalisme de la thermodynamique (différentielles totales et formes différentielles) est confus, mal assimilé par trop de candidats.

Alors que le sujet mettait en avant la variation de l'enthalpie massique du fluide, de nombreux candidats se sont obstinés à exploiter la variation d'énergie interne massique, ce qui a eu pour conséquence toute une chaîne de formules erronés, encombrées par un coefficient γ , et des valeurs numériques incorrectes.

E / Cycle de Brayton réel

Les calculs de cette partie furent bien menés mais leur exploitation a été insuffisante. Peu de candidats, par exemple, ont remarqué que près de la moitié du travail fourni par la turbine était détournée pour faire fonctionner le compresseur. Ce qui n'était pas sans incidence sur le rendement du dispositif. C'est encore dans l'analyse et l'exploitation des résultats que les candidats ont échoué alors que la démarche mathématique avait été correcte.

F / Régénérateur

Mêmes remarques sur cette partie, les valeurs numériques étaient justes bien qu'approximatives mais leurs conséquences sur le fonctionnement mal appréhendées alors qu'une lecture attentive de l'énoncé prévoyait la réponse.

3^{ème} Partie : Cogénération d'énergies

G / Production d'énergie électrique : le turbo-alternateur

Cette partie était facile et a souvent été bien abordées par les candidats. Sauf pour la question relative à la tension efficace aux bornes de l'installation. Le raisonnement n'était pas simple et nécessitait la résolution d'une équation du second degré. Pratiquement aucun candidat n'a pu l'aboutir.

H / Production d'énergie thermique : l'échangeur de cogénération

Beaucoup de candidats ont mené à bien ces calculs.

4^{ème} Partie : Combustion du méthane

I / Combustion totale et complète

On attendait le terme d'oxydo-réduction mais les candidats ont répondu en majorité combustion ou réaction acido-basique ! Pour le sens d'évolution des réactions trop d'entre eux se sont contentés de répondre par une loi de modération, alors que l'énoncé demandait expressément d'exprimer la variation relative du quotient réactionnel dQ/Q et d'en exprimer clairement les conséquences.

Pour ceux, peu nombreux, qui ont correctement écrit la réaction de combustion incomplète, l'exploitation des données en termes de rendement énergétique et le caractère nocif du gaz expulsé fut satisfaisante.

J / Etablissement du diagramme d'Ostwald

Le sujet se concluait sur une technologie de contrôle des combustions réalisées quotidiennement dans les fours et les chaudières. Elle constituait la partie calculatoire du problème et ne nécessitait que peu de connaissances en chimie. Elle évaluait le bon sens des candidats et un certain sens pratique, voire une imagination qui prolongeait en fin d'épreuve le cadre du programme.

Il y eu beaucoup de remarques judicieuses mais cette question ne fut résolue que par partie et sans cohérence.

Les courbes observées ont été très approximatives, tracées rapidement et sans précision, souvent non justifiées.

ANALYSE DES RESULTATS

Le sujet était long mais permettait à chacun de s'exprimer dans la mesure de ses aptitudes. 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. 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 constitution et 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 et cette situation s'aggrave au fil

des ans. Une stratégie s'est installée, elle consiste à ne plus rédiger mais plutôt à donner les résultats littéraux et éventuellement numériques sans analyses ni commentaires succincts. La réponse brute et sèche à la question posée est maintenant courante mais elle reste inacceptable, un résultat donné sans justification ne pouvant pas être pris en compte.

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 9,05 sur 20, avec un écart-type de 4,17. 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'épreuve était accessible puisque toutes les questions, prises séparément, ont été correctement résolues par un certain nombre de candidats.

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.

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.

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 système industriel permettant la dépose automatisée de composants électroniques sur des circuits imprimés.

Le sujet concernait dans une première étape les analyses fonctionnelle, temporelle et matérielle d'un système existant. Dans une deuxième étape, et après avoir analysé les limitations engendrées par la structure du système existant, une structure plus élaborée était proposée et ses performances analysées et comparées à celles de la structure initiale.

OBJECTIFS DE L'EPREUVE

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

- Conduire une analyse fonctionnelle et structurale, destinée 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 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 degré d'hyperstatisme et proposition de modifications pour le diminuer.

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

Détermination de l'effort de maintien pour une architecture avec deux moteurs linéaires.

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

Validation de la cadence du système proposé (étude de la vitesse sur un axe et calcul du temps de cycle).

- Dynamique (niveau de taxinomie attendu : maîtrise méthodologique)

Détermination de l'effort, couple et puissance pour la validation (choix) des performances du système technique proposé.

- Automatique

- Séquentiel (niveau de taxinomie attendu : maîtrise méthodologique)

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

- Asservissement (niveau de taxinomie attendu : maîtrise méthodologique)

Déterminer la fonction de transfert du système. 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 Proportionnelle et Intégrale. Etude de différents types de boucles.

COMMENTAIRES GENERAUX SUR L'EPREUVE

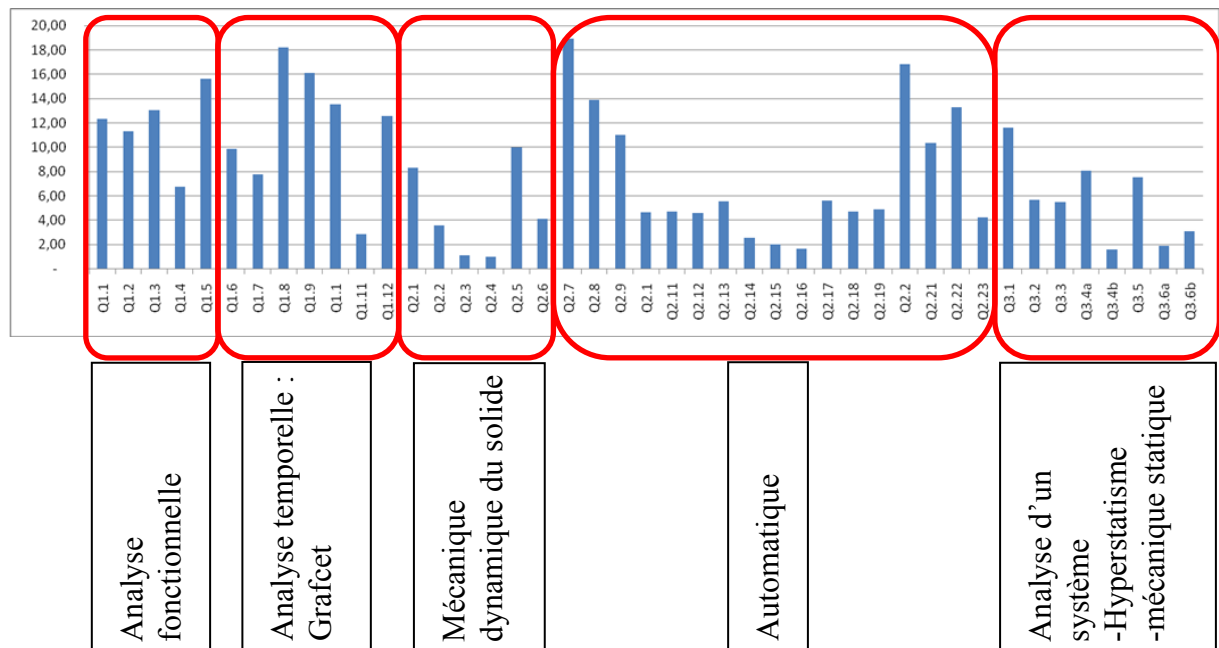
Bien que sur l'ensemble des copies corrigées, toutes les questions du sujet aient été abordées et traitées, le jury a constaté comme les années précédentes que les candidats ne cherchent pas à mener une étude construite et progressive d'un problème donné mais plutôt à répondre à des questions isolées leur permettant d'assurer un minimum de points. Bien que cette stratégie soit compréhensible dans le cadre d'un concours, les candidats obtenant les meilleures notes sont ceux ayant traité des parties de façon intégrale, permettant ainsi de vérifier la cohérence des réponses données par rapport au problème initial.

Le jury déplore l'absence de vérification des résultats par une approche physique. Pour exemple et illustration, bon nombre de candidats ne se rendent pas compte qu'ils estiment que des frottements aident au mouvement ou qu'un système de transmission mécanique peut posséder un rendement supérieur à l'unité. On notera aussi qu'un large nombre de candidats ne semble pas troublé par des cadences de plusieurs milliards de composants déposés par seconde ou par des vitesses de rotation d'une vis sans fin de plusieurs millions de rad/s.

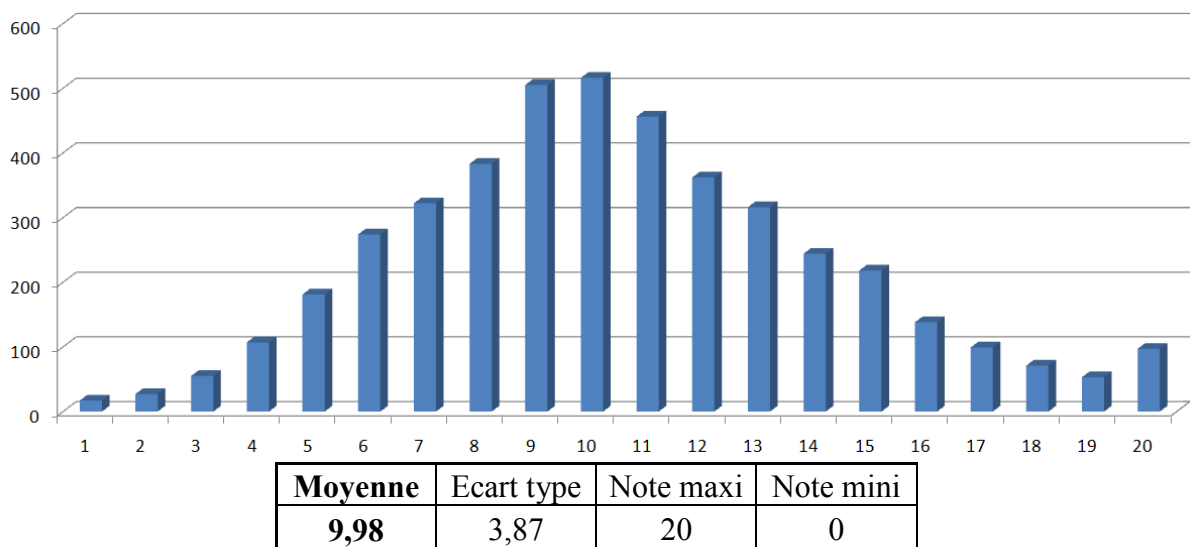
Comme pour les sessions précédentes, les questions d'automatique sont relativement bien traitées, même si les réponses sont obtenues généralement par application de recettes ou formules (telle que la formule de Black). Les questions moins classiques, qui amènent à réflexion, ont été bien moins traitées.

ANALYSE DES RESULTATS

Le graphique montre la note moyenne obtenue à chaque question par l'ensemble des candidats. Chaque question est ramenée sur 20 à titre de comparaison.



Les résultats obtenus à cette épreuve peuvent être présentés de la façon suivante (notes ramenées sur 20 points) :



ANALYSE DU SUJET PAR PARTIES

PARTIE I : Analyse du système existant

- DEFINITION DES FONCTIONS DU SYSTEME

Cette partie permet au candidat de rentrer doucement dans le sujet et l'oblige à en lire une grande partie pour retrouver les performances du système actuel. On peut regretter que beaucoup de candidats ont proposé la fonction contrainte F4 comme fonction principale. Une très grande majorité des candidats a spécifié la cadence du système (nombre de composants par heure) pour le volume de travail attendu en m³.

- ANALYSE DES PERFORMANCES DE LA FONCTION « Prendre des composants et les déposer sur une carte électronique »

Les candidats ont globalement eu du mal à mettre en place l'expression analytique du temps de cycle, malgré une bonne allure du graphe de l'évolution de la vitesse sur un cycle.

- ANALYSE DES SOLUTIONS TECHNIQUES RETENUES POUR REALISER LA FONCTION « Prendre des composants et les déposer sur une carte électronique »

Cette question a été relativement bien traité.

- ANALYSE DES ACTIONS ET ORDONNANCEMENT A EXECUTER POUR LA FONCTION « Prendre des composants et les déposer sur une carte électronique »

Les candidats montrent qu'ils savent en grande partie lire un Grafcet et en tirer des informations pertinentes. A peu près la moitié des candidats savent compléter un Grafcet de façon correcte.

PARTIE II : Etude et dimensionnement de l'axe transversal Y

- VALIDATION DE LA SOLUTION ACTUELLE

La détermination des relations permettant de calculer l'effort, la puissance et le couple ont posé de grosses difficultés aux candidats. Il est regrettable que les candidats arrivent à écrire des relations qui vont à l'encontre des principes de base de la physique. En effet, la grande majorité des candidats se permet de proposer une relation qui indique que l'effort pour déplacer le chariot diminue avec l'augmentation du frottement ou que la puissance à l'entrée du système (puissance exercée par la vis) est inférieure à la puissance en sortie. Cela met en évidence le manque de recul des candidats sur leur travail et montre une démarche en mécanique purement mathématique sans compréhension physique des phénomènes étudiés.

On peut aussi noter que certains candidats osent encore proposer des relations non homogènes au niveau des unités.

- CHOIX D'UNE SOLUTION POUR SATISFAIRE AUX NOUVELLES PERFORMANCES

Cette partie amène aux mêmes conclusions que celle précédemment.

- ETUDE DES PERFORMANCES DU CONTROLE EN POSITION DE L'AXE Y

La grande majorité des candidats est capable de calculer une fonction de transfert en poursuite d'un système en boucle fermée. Concernant la fonction de transfert en régulation, beaucoup plus de candidats se trompent dans la mesure où ce point est moins systématiquement abordé. A partir des expressions des fonctions de transfert, peu de candidats analysent de façon juste les propriétés des systèmes en boucle fermée.

On peut remarquer, que les candidats qui ont su réduire les expressions des fonctions de transfert dès le début, ont plus facilement traité les questions suivantes et notamment tracé un diagramme de Bode correct.

PARTIE III : Etude du déplacement longitudinal suivant l'axe X0

- JUSTIFICATION DE L'UTILISATION DE DEUX AXES MOTORISES

Ces premières questions n'ont pas posé trop de difficultés aux candidats bien que le calcul de cadence ait souvent été l'objet d'erreurs.

- ANALYSE DES PERFORMANCES AVEC DEUX AXES MOTORISES EN PARALLELE

La détermination du degré d'hyperstatisme a été globalement bien traitée par les candidats qui ont abordé la question. Mais on regrette (encore une fois) le manque de recul physique qui amène certains candidats à proposer un degré d'hyperstatisme de 45 pour un modèle de ce type.

En revanche, très peu de candidats ont su proposer une modification du schéma cinématique correcte pour rendre le système isostatique.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

- Se concentrer à réaliser une partie entière plutôt que de piocher des questions de façon aléatoire.
- Avoir du recul physique sur les résultats obtenus. Se poser la question : est-ce physiquement acceptable ?