

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 1 p 5
- Epreuve de Mathématiques 2 p 6
- Epreuve de Physique/Modélisation p 7
- Epreuve de Physique-Chimie p 17
- Sciences Industrielles p 22

Filière PSI

Session 2018

	Inscrits		Admissibles		Classés	
Candidates	1144	24,44	970	24,63	860	24,59
Etrangers CEE	19	0,41	17	0,43	13	0,37
Et Hors CEE	403	8,61	238	6,04	165	4,72
Boursiers	1411	30,15	1200	30,46	1041	29,77
Pupilles	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3/2	3702	79,10	3092	78,50	2717	77,70
Passable	227	4,85	159	4,04	124	3,55
Assez Bien	850	18,16	719	18,25	617	17,64
Bien	1666	35,60	1404	35,64	1231	35,20
Très Bien	1937	41,39	1657	42,07	1525	43,61
Spéciale PSI	3342	71,41	2862	72,66	2510	71,78
Spéciale PSI*	1281	27,37	1057	26,83	975	27,88
Autres classes	57	1,22	20	0,51	12	0,34
Allemand	97	2,07	85	2,16	80	2,29
Anglais	4244	90,68	3655	92,79	3286	93,97
Arabe	272	5,81	144	3,66	84	2,40
Espagnol	48	1,03	37	0,94	31	0,89
Italien	14	0,30	13	0,33	11	0,31
Portugais	4	0,09	4	0,10	4	0,11
Total	4680		3939		3497	

Concours e3a – Filière PSI

RESULTATS DES EPREUVES ECRITES

		présents					moyenne finale					écart type final				
épreuve		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
psi	Mathématiques 1	4246	4221	4425	4477	4418	9.55	9.56	9.59	9.03	9.55	4.66	4.00	4.21	3.81	4.83
	Mathématiques 2	4475	4032	4155	4138	4071	9.02	9.06	9.22	9.61	9.58	4.65	4.86	3.98	4.15	4.23
	Physique-Chimie	4270	4172	4384	4411	4359	9.61	9.49	9.67	9.76	9.88	4.59	4.28	4.10	3.77	4.02
	Physique-Modélisation	4494	4264	4452	4519	4450	9.72	9.57	9.60	9.10	9.33	4.05	4.13	3.46	4.24	4.30
	Sciences Industrielles	4451	4213	4419	4490	4426	9.83	10.00	9.89	9.74	9.92	4.64	4.05	4.39	4.37	4.08
e3a	Français-Philosophie	11367	10473	10404	10287	10233	8.76	8.74	9.29	9.29	9.26	3.69	3.48	3.73	3.84	3.83
	Langue Vivante Allemand	430	324	304	286	260	11.39	11.38	10.52	10.80	10.71	3.72	3.90	3.88	3.39	3.77
	Langue Vivante Anglais	9535	9109	9184	9195	9096	9.97	9.98	9.88	10.06	10.08	3.21	3.31	3.33	3.50	3.43
	Langue Vivante Arabe	1121	809	706	731	782	9.55	10.91	10.63	10.33	11.26	3.56	3.13	3.83	2.92	2.80
	Langue Vivante Espagnol	135	148	123	117	121	11.47	11.18	11.03	10.47	11.19	3.36	3.22	3.42	3.71	3.68
	Langue Vivante Italien	24	17	22	27	22	12.92	11.00	8.86	9.93	8.82	2.83	4.17	3.62	3.26	3.98
	Langue Vivante Portugais	8	3	1	3	5	12.17	11.67	11.67	7.00	10.33	1.83	1.67	.00	3.33	5.09
	QCM Anglais	11031	10253	10239	10245	10203	10.78	10.60	10.83	10.56	12.75	4.27	4.35	3.56	3.80	3.60

TABLEAU STATISTIQUES DES ECOLES DE LA FILIERE PSI

Voir site du SCEI rubrique statistiques

<http://www.scei-concours.fr/statistiques/stat2018/psi.html>

Compte rendu épreuve Maths 1 PSI

Le sujet comportait quatre exercices de longueurs et de difficultés variées.

Exercice 1

Cet exercice commençait par une application directe du cours. Suivait un exemple simple illustrant la situation précédente et annonçant le résultat proposé à la fin.

Seule la question **4.1.1.** présentait une réelle difficulté.

Exercice 2

Il s'agit d'un exercice de probabilité élémentaire : certains résultats comme dans la question **1.** étaient des questions de cours simples qui permettaient aux candidats de poursuivre la résolution dans de bonnes conditions.

En combinatoire, nous regrettons que les candidats n'arrivent pas à utiliser l'indication proposée et un dessin pour visualiser la situation.

Il n'en reste pas moins que les probabilités semblent boudées par beaucoup trop de candidats.

Exercice 3

Cet exercice portait sur l'étude de l'ensemble des matrices diagonalisables de $\mathcal{M}_n(\mathbb{R})$.

Trop d'étudiants ne connaissent pas les dimensions de $\mathcal{S}_n(\mathbb{R})$ et $\mathcal{A}_n(\mathbb{R})$: parmi les résultats surprenant obtenus, $\frac{n^2}{2}$, $\frac{n}{2}$, ...

Dans la première question l'étude du cas $n = 2$ permettait de manipuler de façon concrète les matrices symétriques et les matrices diagonalisables. On attendait des étudiants qu'ils retrouvent la dimension de $\mathcal{S}_2(\mathbb{R})$ et corrigent alors leurs erreurs dans le cas général...

Dans trop de copies à la question **1.** de cette partie, une combinaison linéaire de matrices diagonalisable est diagonalisable. Ce qui n'empêche pas à la question **3.** de cette même partie de démontrer que l'ensemble des matrices diagonalisable n'est pas un espace vectoriel : il serait bon que les candidats, au cours de leur formation, apprennent une certaine cohérence dans ce qu'ils écrivent : c'est une qualité indispensable pour devenir ingénieur.

Les premières questions de topologie étaient une application directe du cours de deuxième année de CPGE PSI (cf. programme officiel).

La partie **2.** traitait du cas général et seules quelques questions en fin de partie demandaient une réelle réflexion. Plusieurs questions de cours étaient insérées dans cette partie.

Exercice 4

Globalement, l'enseignement du Python semble bien assimilé par une grande partie des candidats : les résultats obtenus sur cet exercice peuvent nous inciter à continuer à interroger sur cette partie du programme.

En conclusion, même si l'épreuve demande un effort de reconcentration à chaque exercice, nous avons été étonnés du manque de solidité dans les connaissances et de savoir faire dans des calculs simples. Bien souvent les questions posées sont toujours pour guider le candidat dans sa recherche d'une solution.

Les notions de probabilité restent malconnues de trop de candidats. Nous renouvelons les conseils donnés l'an dernier : rigueur, lecture soignée de l'énoncé, connaissance approfondie du cours.

Rappelons que le jury valorise toujours la bonne restitution du cours, la qualité et la concision de la rédaction et des calculs.

Pour finir signalons que nous avons vu d'excellentes copies où la quasi-totalité des questions a été traitée correctement.

Compte rendu épreuve Maths 2 PSI

Le sujet portait sur l'étude d'une transformation intégrale liée à la résolution d'une équation différentielle du premier ordre.

Le début du problème avait pour but de vérifier les connaissances de base des étudiants sur les fonctions définies par une intégrale fonction de sa borne supérieure.

Nous avons pu constater que trop de candidats ne savent pas dériver correctement la fonction $x \mapsto \int_a^x f(t) dt$ où f est continue. Certains pensent même devoir utiliser la dérivation des intégrales à paramètre pour s'en sortir. Il semble que la notion de primitive d'une fonction soit très vague pour beaucoup.

La notion de fonction et de fait celle de variable, semble plus que confuse dans l'esprit de nombreux candidats : s'en suivent des résultats incohérents et(ou) contradictoires qui ne les gênent aucunement. Par exemple : si l'énoncé propose une fonction $f : x \mapsto f(x)$ nous voyons apparaître des expressions du type : $\int_a^x f(x) dt$ (cf question **3.1.** de la partie **1**).

Comment des étudiants ayant effectué deux ans de classes préparatoires scientifiques peuvent-ils se fourvoyer à ce point ?

Les candidats semblent traiter chaque question indépendamment des questions précédentes et trop rarement réfléchir à la cohérence de leurs résultats. Ont-ils une habitude suffisante de résoudre des problèmes ?

Trop d'étudiants pensent que les $g_k(x) = e^{-x} x^k$ sont des fonctions polynomiales de degré k et appliquent sans vergogne le résultats des polynômes de degré échelonné...

On a remarqué trop de confusion entre endomorphisme itéré et dérivations itérées. (question **10.**)

Toujours à la question **10.**, trop peu d'étudiants ont vu qu'une seule intégration par partie suffisait pour obtenir le résultat demandé : nous sommes étonnés puisque la démonstration se décalque sur celle de la formule de Taylor avec reste intégral censée être vue en cours.

Comme d'habitude les questions concernant les séries de fonctions ont été traitées de manière trop approximative : nous n'avons pas trop pénalisés les étudiants au niveau du barème.

Enfin, les candidats n'hésitent pas à prendre des équivalences portant sur deux variables à la fois !

En conclusion, sur un sujet certes un peu long, mais qui comportait beaucoup de questions élémentaires ou de technicité moyenne, nous avons été étonnés du manque de solidité dans les connaissances et de savoir faire dans des calculs simples. Est-il utile de rappeler que le plus souvent les questions posées le sont pour guider le candidat dans sa recherche d'une solution et lui permettre de montrer ses connaissances ?

Les notions d'analyse de base ne semblent pas toujours acquises correctement. Nous renouvelons les conseils donnés l'an dernier : rigueur, lecture soignée de l'énoncé, connaissance approfondie du cours. Par ailleurs un entraînement régulier et soutenu à la recherche de problèmes est fondamentale.

Rappelons que le jury valorise toujours la bonne restitution du cours, la qualité et la concision de la rédaction et des calculs.

Pour finir signalons que nous avons vu d'excellentes copies où la totalité des questions a été traitée correctement.

ÉPREUVE DE PHYSIQUE-MODÉLISATION

Durée : 3 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Ce sujet s'intéressait à la récupération de l'énergie houlomotrice. Elle se composait de quatre parties, la première portant sur un système mécanique en régime sinusoïdal forcé, la deuxième sur la production d'électricité au moyen du phénomène d'induction, la troisième sur la formation des vagues et enfin la quatrième sur les propriétés de vagues marines.

Les compétences en informatique étaient évaluées dans la première et la dernière partie.

COMMENTAIRE GÉNÉRAL SUR L'ÉPREUVE ET CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Le sujet présentait une progressivité, les deux premières parties étant relativement proches du cours tandis que les deux dernières, plus originales faisaient notamment appel à l'analyse d'un graphe et à des raisonnements dimensionnels.

De nombreux thèmes du programme de première et de deuxième année étaient abordés : mécanique (moment d'une force, moment cinétique), signaux physiques (détermination du spectre d'un signal, oscillateur amorti en régime sinusoïdal forcé et résonance pour un système mécanique), induction (flux du champ magnétique, loi de Faraday, moment magnétique), mécanique des fluides (nombre de Reynolds, relation de Bernoulli, débit volumique, viscosité), statique des fluides (évolution de la pression avec l'altitude pour un fluide incompressible et homogène), physique des ondes (vitesse de phase, vitesse de groupe). Il évaluait également aussi diverses compétences notamment l'exploitation d'une représentation graphique, la représentation graphique de données expérimentales, la connaissance de valeurs approchées de grandeurs physiques (masses volumiques de l'air et de l'eau), l'utilisation de l'analyse dimensionnelle.

Les questions portant sur l'informatique faisaient appel à la fois aux notions de première année (écriture de fonctions, instructions conditionnelles, instructions itératives, manipulation de listes ou de tableaux, méthode d'Euler, requêtes SQL dans une base de données) et de deuxième année (tri par insertion, application à la recherche de la médiane).

Le niveau des copies a été varié. Quelques candidats ont traité le sujet quasiment intégralement et de manière très correcte. La moyenne sur 20 a été, après traitement informatique, de 9,33 avec un écart-type de 4,3.

Quelques remarques et conseils généraux :

- On rappelle aux candidats l'importance des remarques indiquées sur la page de garde : il est important d'utiliser exclusivement les notations de l'énoncé, d'exprimer les résultats avec un nombre de chiffres significatifs adapté et avec la bonne

unité. Un résultat sans unité ou avec une unité fautive n'entraîne l'attribution d'aucun point.

- De même, un résultat non justifié ne rapporte aucun point.
- La présentation générale des copies a été globalement bonne. On rappelle que celle-ci est prise en compte dans la notation.
- La connaissance d'une loi, d'un théorème ne repose pas uniquement sur la connaissance d'une formule. Si l'on ne connaît pas également la signification des symboles utilisés, les unités associées et les hypothèses permettant de l'appliquer, on ne peut pas l'utiliser correctement.
- Le programme de première année ne doit pas être négligé. La partie A qui portait sur de la mécanique de première année a été relativement mal réussie, une bonne partie des candidats ne maîtrisant pas le moment d'une force, le théorème du moment cinétique, ...
- Une réponse ne consiste pas en une juxtaposition de calculs. Il est rappelé que la présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entrent pour une part importante dans l'appréciation des copies. Les copies ne respectant pas ces consignes ont été sanctionnées.
- On signale à ce propos que le conseil d'encadrer (à la règle bien évidemment) les résultats des calculs ainsi que l'utilisation raisonnée de couleurs contribuent à la bonne présentation et à la lisibilité d'une copie.
- On rappelle que les noms propres commencent par une majuscule et doivent être correctement orthographiés : on souvent vu « archimède », « bernoulli » ou « Bernouilli », « Reynold », ... alors que ceux-ci sont écrits dans l'énoncé et parfois même dans la question juste au-dessus du cadre réponse.
- On a également vu à plusieurs reprises le mot « poids » mal orthographié : « poid ».
- Certains candidats semblent penser que les accents sont facultatifs en français à moins qu'ils ne possèdent qu'un stock limité d'accents (un forfait accents limité ?) pour l'ensemble de la copie.
- L'emploi d'abréviations ou de sigles est toléré pour des expressions longues revenant à plusieurs reprises (par exemple « PFD » pour « principe fondamental de la dynamique ») à la condition que ceux-ci soient définis par le candidat.
- On ne peut que conseiller à nouveau aux candidats de vérifier l'homogénéité de leurs résultats.
- Il faut également bien lire l'énoncé afin d'éviter d'oublier de répondre à une partie des questions.
- La « malhonnêteté » intellectuelle visant à « bidouiller » des calculs (signes se modifiant comme par magie, absence de calculs, expressions du type « après calculs, on arrive à » sans indiquer les calculs, ...) pour arriver à un résultat fourni dans l'énoncé est très mal vu et n'est jamais récompensé. Si le résultat est donné, c'est la démarche, les hypothèses, les justifications, l'enchaînement des calculs qui sont évalués.
- De même, essayer de « grapiller » des points en effectuant une question de-ci, de-là et parfois sans justification ne rapporte que très peu de points. Au contraire, tenter de traiter intégralement une partie ou une sous-partie est valorisé par le barème.

Concernant les questions portant sur l'informatique :

- La structure des fonctions Python, des boucles et des tests est généralement bien connue et l'indentation est bien respectée par la majorité des candidats.
- On peut cependant regretter que très peu de candidats commentent le code de leurs fonctions alors que cela est utile pour sa lisibilité, particulièrement ici pour le tri par insertion. Et on rappelle que même en dehors d'une épreuve de concours, un code informatique se doit d'être commenté notamment pour permettre à un autre programmeur de le comprendre, ou à la personne qui l'a écrit de le reprendre plus tard si besoin.
- Il faut différencier notation mathématique et notation informatique.
- On rappelle qu'il faut faire attention aux indices et que ceux-ci commencent à 0 en Python.
- On ne peut que conseiller aux candidats de revoir le fonctionnement de range.
- On a de manière satisfaisante relevé très peu de print à la place de return.
- Beaucoup de confusion entre les symboles / (opérateur de la division flottante) et \ (qui permet de continuer une ligne de code en Python) mais également entre / et // (qui permet d'obtenir le quotient de la division euclidienne de deux entiers).
- L'énoncé limitait les mots du langage Python à utiliser et ne permettait pas d'utiliser des fonctions des divers modules de Python, notamment du module numpy. Certains candidats utilisent quand même les fonctions zeros ou linspace de numpy et en plus sans les maîtriser !
- L'initialisation d'une variable ou d'un tableau est indispensable avant son utilisation. Et il ne faut pas créer un tableau vide si on veut accéder ou modifier la valeur d'indice i , $y[i]$, ou sinon on utilise la méthode append par exemple.
- L'initialisation et la modification de listes ou de tableaux est à revoir : accès à un élément, ajout d'un élément, ...
- Le non respect du cahier des charges d'une question est bien évidemment sanctionné. Par exemple, lorsque l'énoncé demande d'écrire une fonction qui renvoie le tableau contenant y_0, y_1, \dots, y_n , il ne faut pas renvoyer également le tableau contenant les dates t_0, t_1, \dots, t_n .
- Une partie des candidats ne maîtrisent pas du tout la syntaxe SQL : confusion entre = et ==, ordre aléatoire des différentes instructions, utilisation de AND entre les attributs (ou champs) demandés, utilisation de IMPORT à la place de SELECT, de IN au lieu de FROM, de WHEN au lieu de WHERE, ...
Contrairement à un langage de programmation comme Python, l'égalité d'un attribut dans une requête SQL s'écrit avec le symbole = et non ==. L'erreur inverse, utiliser = pour un test d'égalité en Python, a été par contre peu rencontrée dans les copies.
- On conseille aux candidats d'écrire les mots du langage SQL en majuscule afin d'améliorer la lisibilité des requêtes même si cela n'est pas obligatoire ni sanctionné.

ANALYSE PAR PARTIE

A/ Des vagues au système mécanique

- A1. Beaucoup de candidats écrivent l'égalité des normes du poids et de la poussée d'Archimède, $m = \rho_e g$, en disant qu'à l'équilibre les forces se compensent. On rappelle que l'on s'intéressait à la stabilité d'une position d'équilibre et non à un équilibre du solide au sein de l'eau. On fait d'ailleurs remarquer que les candidats oublient dans ce cas la force exercée par l'axe de rotation.

Quelques candidats envisagent même une masse négative $m = -\rho_e V$!

- A2. Certains candidats doivent revoir la définition du moment d'une force ou les propriétés du produit vectoriel car ils écrivent que le moment par rapport à O d'une force \vec{f} appliquée au point G vaut $\vec{f} \wedge \overrightarrow{OG}$, oubliant peut-être que le produit vectoriel est antisymétrique.

Une partie des candidats ne fait pas la différence entre le moment d'une force par rapport à un axe comme demandé ici (et qui est un scalaire) et le moment d'une force par rapport à un point (qui est un vecteur).

On a noté quelques confusions entre les fonctions cosinus et sinus.

- A3. Certains candidats utilisent $J = md^2$ alors que cette expression n'est qu'une approximation ici et qu'elle n'est utilisée qu'à la question A8 pour l'application numérique. Pourquoi ne pas garder J qui est une notation de l'énoncé ?

Il faut bien évidemment citer la loi ou le théorème utilisé pour établir l'équation différentielle du mouvement.

La loi de la quantité de mouvement est parfois confondue avec la loi du moment cinétique. Certains candidats écrivent alors que la masse multipliée par l'accélération est égale à la somme des moments des forces.

- A4. L'approximation des petits angles n'est pas toujours maîtrisée, certains écrivant $\cos \theta \approx \theta$, d'autres $\sin \theta \approx 0$ ou parfois les deux en même temps.

Des candidats ayant confondu sinus et cosinus pour le calcul des moments essaient de « bidouiller » leurs formules pour tenter d'arriver au bon résultat. Une telle attitude n'est pas acceptable et ne rapporte bien évidemment aucun point.

Plusieurs candidats oublient le d pour le calcul du moment de la poussée d'Archimède et ne s'en rendent pas compte quand ils écrivent $\omega_0^2 = \frac{g(\rho_e V - md)}{J}$ qui est clairement inhomogène : $\rho_e V$ et md n'ont pas la même unité.

On a même vu une pulsation complexe $\omega_0 = \sqrt{\frac{j\beta}{mJ}}$!

Nombreux sont ceux qui oublient de diviser par J le second membre de l'équation aboutissant ainsi à une expression fautive de $f(t)$. D'autres omettent des coefficients lors de l'identification : on a ainsi vu $\omega = \sqrt{\frac{\rho_e V - m}{J}}$ alors que le terme gd est bien présent dans leur équation différentielle.

D'aucuns veulent trouver $\omega_0^2 = \frac{gd(m - \rho_e V)}{J}$ (alors que cette expression est ici négative). Ils « trafiquent » donc les signes alors qu'ils ont parfois bien calculé les moments et ne se rendent pas compte de leur erreur même lors de l'application numérique de la question A8!

- A5. Question généralement assez bien réussie même si certains candidats doivent revoir ce qu'est le module d'un nombre complexe. On a ainsi vu parfois le nombre imaginaire pur j dans certaines expressions du module.
- A6. Le calcul de la puissance a rarement été mené jusqu'au bout. La notation complexe s'emploie « directement » uniquement avec des opérateurs linéaires. Ainsi $\dot{\theta}^2 \neq \text{Re}(\underline{\dot{\theta}}^2)$.
Plusieurs candidats oublient le terme ω^2 car ils écrivent θ^2 au lieu de $\dot{\theta}^2$.
- A7. La puissance $P_m(\omega)$ n'est pas maximale quand son dénominateur est minimal si le numérateur n'est pas constant (c'est-à-dire s'il dépend de ω).
L'expression de la pulsation de résonance doit bien sûr être justifiée.
- A8. Pour l'application numérique, plusieurs candidats oublient de prendre la racine carrée.
- A9. Alors que la question précisait bien les arguments de la fonction amortissement et notamment α , certains candidats veulent l'écrire α , ce caractère n'étant pas présent sur un clavier AZERTY (ou QWERTY) standard.
Quelques candidats écrivent $\wedge 2$ pour le carré. L'opérateur \wedge en Python correspond au « ou exclusif logique » (XOR).
Plusieurs candidats renvoient $P_1ev // (\Omega^{**2})$.
- A10. Que d'erreurs d'indices, de parenthèses ou crochets, de maîtrise des listes ou des tableaux! Très fréquemment seulement n valeurs sont renvoyées au lieu des $n + 1$ demandées.
L'ordre des instructions est important : $y[0] = y_0$ n'a pas de sens si cela est écrit avant d'initialiser la liste y .
 $y = [] * n$ n'a pas de sens (et en tout cas pas le sens souhaité par le candidat) car cela renvoie une liste vide de 0 élément.
Certains utilisent mal `numpy.linspace` en créant un tableau de n valeurs. De plus, cela est *a priori* non autorisé par l'énoncé, celui-ci autorisant simplement l'utilisation de tableaux `numpy` mais pas les fonctions de ce module. Les mots du langage Python autorisés étaient précisés dans l'énoncé.
Certains candidats écrivent `t = ndarray(t0, t1, n)` confondant peut-être avec `numpy.linspace(t0, t1, n+1)`.
`numpy.linspace(t0, t1, h)` avec h le pas de temps est souvent utilisé alors que le troisième argument correspond au nombre d'éléments du tableau renvoyé.
Certains confondent l'indice du tableau et le temps : $Y[t_0 + k \cdot h]$ au lieu de $Y[k]$. De nombreux candidats renvoient le tableau des dates alors que l'énoncé demande seulement de renvoyer le tableau contenant les valeurs y_0, y_1, \dots, y_n : il faut bien lire l'énoncé!
Certains écrivent $Y = [y_0]$ puis dans la boucle `for` d'indice i , ils écrivent $Y[i]$ alors que Y est un tableau de taille 1 : $Y[i]$ n'existe donc pas si $i > 0$.
On ne peut pas remplir $y[0]$ si y n'existe pas en tant que liste ou tableau d'au moins un élément!
- A11. Question bien traitée par les candidats qui l'ont comprise.
- A12. Les valeurs de α, P_1ev sont supposées déjà initialisées comme celles de A et D mais cela ne signifie pas que $D = P_1ev$ comme certains semblent le penser.

B/ Production d'électricité

- B1. Question bien traitée malgré quelques erreurs. Le flux du champ magnétique n'est pas un vecteur et $\vec{u}_z \cdot \vec{n} \neq \cos \theta \vec{u}_y$. D'autres pensent que le flux à travers la bobine correspond au flux à travers une surface fermée.
- B2. Beaucoup d'erreurs à cette question, la plus courante étant d'affirmer que $\Phi_{1 \rightarrow 2} = -\Phi_{2 \rightarrow 1}$ ou $\Phi_{1 \rightarrow 2} = \Phi_{2 \rightarrow 1}$! Certains tentent de justifier cela en invoquant le théorème des actions réciproques ou une conservation du flux.
On a également souvent vu $\Phi_{1 \rightarrow 2} = N_2 S B_1 \cos \theta$ alors que le champ \vec{B}_1 n'est pas uniforme sur toute la surface de la bobine 2 ni sur celle de 1 (la bobine 1 n'est pas un solénoïde). Il est important de revoir la notion d'inductance mutuelle.
- B3. Certains confondent impédance et inductance et écrivent $L \ll R$! On rappelle que l'on ne peut comparer que des grandeurs ayant la même dimension.
Beaucoup de schémas avec une tension u sans précision de sa valeur ou alors avec un circuit ouvert. Bien sûr, comme par miracle, on obtient $e = R i_2$.
Certains dessinent un circuit à la main (circuit rond ou ovale). Le schéma d'un circuit électrique se trace à l'aide d'une règle.
- B4. Énormément de candidats oublient que la bobine 1 possède plusieurs spires alors qu'ils ne l'avaient pas oublié à la question B1.
- B5. Beaucoup d'erreurs sur le commentaire du signe négatif de l'expression. Le couple ne tend pas à faire tourner le rotor selon $-\vec{u}_y$, ni dans le sens horaire ou trigonométrique. Cela dépend du signe de $\dot{\theta}$ puisqu'il s'agit un couple résistant, c'est-à-dire qu'il s'oppose au mouvement. La loi de Lenz est rarement évoquée.
De nombreux bidouillages de signes car le produit vectoriel est mal effectué ($\sin \theta$ au lieu de $-\sin \theta$) puis le candidat prend $e = -R i_2$ alors qu'à la question B3, comme indiqué dans l'énoncé, il a justifié que $e = R i_2$. De tels comportements ont bien évidemment été sanctionnés.
- B6. Un nombre non négligeable de candidats oublient le ω lors de la dérivation de $\theta(t)$ ou font des erreurs lors de la linéarisation.

C/ Du vent aux vagues : modélisation statique

- C1. Une majorité de candidats connaissent la définition du nombre de Reynolds malgré quelques formules étranges, par exemple $Re = \frac{\rho V_0^2 L}{\eta}$.
Cependant un nombre inquiétant d'entre eux ne connaissent pas l'ordre de grandeur de la masse volumique de l'air dans des conditions usuelles de température et de pression.
Petit florilège des valeurs rencontrées : $10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$, $0,044 \text{ g/L}$, 22 kg/m^3 , 24 g/m^3 , 10^{-3} kg/m^3 , $330 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $10^{-9} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ou 10^{-3} g/m^3
Plusieurs valeurs sans unité (donc fausses) : 1000 , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^5 ou même 1 .
Certains font l'effort d'une phrase : « ρ_a est de l'ordre de l'unité » (mais sans unité, cela ne vaut rien).
On a aussi croisé l'incompréhensible $\rho_a \approx 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $\rho_a = \left| \frac{KR^2 \pi^4}{8\eta} \right| = 5 \text{ m}^{-1} \cdot \text{Pl}^{-1}$.
Pour un candidat, l'air et l'eau ont même masse volumique : $\rho_a = 10^3 \text{ kg/L}$ pour l'air à cette question puis $\rho_e = 10^3 \text{ kg/L}$ pour l'eau à la question C9.

Quelques candidats indiquent seulement un résultat pour le nombre de Reynolds sans préciser les valeurs utilisées.

C2. Certains affirment : « La pression augmente lorsque l'altitude augmente ». Beaucoup invoquent des frottements alors que l'écoulement de l'air est supposé parfait. On rappelle en outre que l'adjectif « parfait » n'a pas le même sens dans les expressions « gaz parfait » et « écoulement parfait ».

C3. Il manque souvent certaines hypothèses pour la relation de Bernoulli, notamment la mention que l'expression est constante le long d'une ligne de courant (si l'écoulement n'est pas irrotationnel auquel cas la constante est la même dans tout le fluide).

De nombreuses erreurs d'un facteur 2 devant a .

Quelques candidats écrivent « Pour utiliser la relation de Bernoulli entre C et S , il faut que l'écoulement soit HPPI entre ces deux points » sans définir ce que signifie « HPPI ». S'agit-il de « HedgePath Pharmaceuticals Inc. » ou d'« hémorragies du post-partum immédiat » ? Sans aller jusque là, on ne sait pas si le candidat connaît la signification du sigle qu'il utilise et cela ne rapporte donc évidemment aucun point s'il n'est pas défini.

Certains écrivent : « Le théorème de Bernoulli dans ces conditions est [...] » sans avoir au préalable donné les conditions ce qui est bien évidemment sanctionné.

C4. Question étonnamment assez mal réussie même lorsque les conditions aux limites sont correctement écrites.

Des confusions entre variation linéaire et fonction linéaire.

D'autres écrivent des relations non homogènes ou tentent de partir de la relation de Bernoulli. On a ainsi vu $V_1(z) = V_c^2 - V_0^2 - 2g(z - (H - a))$ (clairement inhomogène), ou « La vitesse du vent varie de façon linéaire donc $V_1(z) = (V_0 - V_c)(H + a)/z$ » ou encore l'énigmatique expression parachutée $V_1(z) = V_0 + V_c e^{j[(h+a)-z]}$.

On ne peut que conseiller aux candidats de vérifier la concordance de leurs expressions finales avec les conditions aux limites utilisées initialement.

C5. Le débit volumique est souvent bien défini comme le flux de la vitesse à travers la section considéré mais $V_1(z)$ est régulièrement « sorti » de l'intégrale alors que celle-ci porte notamment sur la variable z !

Beaucoup de résultats indiquent des débits qui dépendent de la variable z !

Des candidats effectuent des calculs corrects mais ne simplifient pas leurs résultats (alors que les expressions finales sont relativement concises après simplification) ce qui peut devenir assez pénible ou difficile à corriger.

C6. Affirmer « D'après les hypothèses il y a conservation du débit volumique » n'est pas une justification valable. Il faut bien évidemment préciser la ou les hypothèses nécessaires.

Beaucoup parlent de débit sans préciser s'il s'agit du débit volumique ou du débit massique.

« En égalisant $D_1 = D_2 \Rightarrow V_0 LH - V_c(z - H)LH = (V_0 - V_s(z - H + a))L(H + a)$. On a $D_1 = D_2 = V_0 LH$ (Calculs effectués au brouillon) ». Le candidat écrivant cela pensait-il vraiment que le correcteur allait le croire ? Il est impossible d'arriver à ce résultat de cette manière et avec les calculs précédents faux ! Un tel comportement est bien entendu sanctionné.

- C7. Question peu souvent traitée et rarement réussie.
- C8. Encore une fois, de nombreuses erreurs d'un facteur 2 : il y a une différence d'altitude de $2a$ entre le creux et le sommet comme indiqué sur le schéma de l'énoncé.
- C9. La masse volumique de l'eau est globalement mieux connue que celle de l'air mais on a quand même croisé $\rho_e = 1$.
- C10. Des réponses parfois farfelues.

D/ Propriétés de vagues marines

Un certain nombre de candidats n'ont pas fait les questions D1, D2, D3, D4. D'autres se contentent d'aligner les résultats sans justification et perdent ainsi de nombreux points.

Plusieurs candidats étourdis ont apparemment dû annoter la figure de l'énoncé (pour répondre aux questions D1 et D3) et non celle du cahier réponse car ils font référence à des couleurs et à des points mais la figure du cahier réponse est entièrement vierge d'annotations.

Ceux qui font l'effort de bien expliquer leur démarche et d'annoter correctement la figure récupèrent l'ensemble des points.

- D1. Encore une fois, il est important de bien lire la question. Il est demandé d'expliquer en annotant la figure. L'absence d'annotations a été sanctionné.

Le « k » de « kn » (*knot*) est parfois confondu avec le préfixe kilo.

La proportionnalité n'est pas toujours maîtrisée ce qui est inquiétant pour des étudiants de classes préparatoires.

Certains écrivent $1 \text{ nm} = 1,8 \text{ km}$! On rappelle que « nm » signifie nanomètre. Il n'était pas indiqué de notation pour « *nautical mile* ». Pour information, le BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) indique qu'il « n'existe pas de symbole convenu au niveau international, mais les symboles M, NM, Nm et nmi sont utilisés ».

Certains candidats connaissent apparemment la valeur exacte de 1852 m pour le mille nautique (fixée par convention) mais la citent sans aucune justification avec le graphique ce qui ne rapporte aucun point car il est demandé de déterminer cette valeur à partir de la figure qui ne permettait d'ailleurs pas de déterminer une valeur aussi précise.

- D2. Question globalement bien réussie malgré quelques lectures étranges du graphique.
- D3. Quand la question demande de justifier notamment en annotant la Figure 7, il faut... justifier en annotant la Figure 7 !

« D'après la Figure 7 » n'est pas une justification suffisante, ni une annotation...

- D4. Question assez bien réussie pour les candidats l'ayant traitée. Sur un graphique, on doit voir apparaître clairement les points de mesure. Certains candidats indiquent les mesures avec des petit points puis les relient ce qui les fait disparaître. On préférera utiliser les symboles + ou x pour indiquer les points de mesure.

On précise également pour quelques candidats que l'indication de 3 ou 4 points n'est pas suffisant pour déterminer l'évolution d'une grandeur, et la figure de l'énoncé permettait d'en obtenir davantage.

D5. Beaucoup de formules non homogènes parfois parachutées sans explication :
 $\lambda = Tg$, $\lambda = \frac{Tg}{2\pi}$, $\lambda = \frac{T}{g}$, $k = \frac{\lambda}{2\pi}$ puis $\lambda = \frac{8\pi^3}{gT^2}$, $\lambda = k$, $\lambda = T\sqrt{g}$, $\lambda = \frac{g}{2\pi T^2}$.

La relation entre la pulsation et la période est parfois ignorée, tout comme celle entre la norme du vecteur d'onde et la longueur d'onde. On a ainsi vu plusieurs fois : $\omega = \frac{1}{2\pi T}$ et $k = \frac{1}{\lambda}$.

Certains parachutent un résultat homogène mais oublient le facteur sans dimension 2π et on rappelle qu'un résultat non justifié n'est pas pris en compte.

D6 et D7. Questions assez bien traitées en dépit de quelques mauvaises définitions des vitesses de phase et de groupe.

D8. Assez bien. Plusieurs candidats confondent vitesse du vent et vitesse des vagues.

D9. Question étonnamment mal réussie. Certains candidats ne savent pas effectuer une analyse dimensionnelle ou ne savent pas ce qu'est une énergie par unité de surface.

D10. Question très peu traitée et très peu réussie.

D11. Question assez bien réussie malgré quelques erreurs d'indices, certains candidats ne parcourant pas tout leur tableau T (ils utilisent `range(len(T)-1)` dénotant une méconnaissance du comportement de `range`).

Quelques candidats osent `return average(T)` ou encore `sum(T)/len(T)` alors même que l'énoncé précise qu'il ne faut pas utiliser de fonctions des divers modules de Python notamment de `numpy`, et que les mots du langage à utiliser sont clairement indiqués dans l'énoncé. Ces réponses n'ont bien évidemment rapporté aucun point à leurs auteurs.

De nouveau quelques confusions entre `/` et `//`.

D12. Pas mal d'erreurs sur la méthode du tri par insertion : erreurs d'indices, inversion dans l'ordre des opérations, confusion avec d'autres méthodes de tri, ...

Un candidat tente, bien sûr sans définir la fonction `tri_insertion` :

```
def tri(T):  
    T = tri_insertion(T)  
    return T
```

D13. On rappelle qu'une réponse, même exacte, si elle n'est pas justifiée n'est pas prise en compte. La question demandait de déterminer et non pas de donner la complexité temporelle du tri par insertion dans le meilleur et dans le pire cas.

On a croisé des complexités pour le moins originales pour le tri par insertion : complexité dans le meilleur et le pire cas en $O(n!)$, complexité dans le pire cas en $O(n \ln(n))$.

D14. Certains considèrent que le tableau T est trié alors que l'énoncé de la question précise bien qu'il ne l'est pas !

D15 et D16. Certains candidats prennent la moyenne de `p_annee` pour alors qu'il s'agit d'après l'énoncé de la « puissance de houle moyenne sur une année ». L'utilisation de `AVG` n'était utile qu'à la question D17 où son utilisation était rappelée.

D15. De nombreuses confusions entre le nom de la table (vagues) et « Table 1 », cela n'a pas été sanctionné mais on conseille aux candidats de bien lire l'énoncé.

Fréquemment, les candidats oublient de mentionner l'année : `WHERE p_annee > 5` au lieu de `WHERE p_annee > 5 AND annee = 2014`.

- D16. La fonction MAX n'est pas maîtrisée par un bon nombre de candidats ce qui donne de nombreuses requêtes fausses du type :
- ```
SELECT site FROM vagues WHERE p_annee = MAX(p_annee) AND annee = 2014
```
- Des oublis fréquents, comme à la question précédente, de annee = 2014 dans le WHERE.
- D17. Question rarement entièrement réussie, les candidats ne calculant pas la bonne moyenne, ne faisant pas correctement une jointure entre deux tables ou oubliant d'utiliser GROUP BY.



# EPREUVE DE PHYSIQUE - CHIMIE

Durée : 4 heures

## PRESENTATION DU SUJET

Le problème est composé de deux parties indépendantes, portant respectivement sur la physique et la chimie. Chaque partie est découpée en sous-parties très largement indépendantes.

- La première partie porte sur un récent dispositif récupérateur d'énergie en discothèque, mis en mouvement sous l'effet des pas des danseurs. On propose tout d'abord une mise en équation mécanique et électrique du système, puis on compare les résultats du modèle à des simulations numériques fournies par le constructeur. Par la suite, on s'intéresse au système optique du « miroir infini », puis on étudie une technique d'obtention d'un miroir sans tain.
- La deuxième partie a pour thème une boisson énergisante (Red Bull). On s'intéresse dans un premier temps à l'aluminium constituant la canette de Red Bull, puis on propose de déterminer une technique de refroidissement rapide et efficace de celle-ci. Dans un second temps, on analyse une méthode de détermination de la quantité de glucose dans une canette de Red Bull par dosage indirect ; la valeur obtenue par l'expérience est enfin comparée à la valeur attendue.

## COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Ce sujet aborde de nombreuses parties du programme (mécanique newtonienne, électrocinétique, optique géométrique, électromagnétisme, atomistique, calorimétrie, oxydo-réduction) et présente différentes activités conformes à l'esprit du programme, dont des analyses documentaires et une résolution de problème. La diversité des domaines donne la possibilité aux candidats de montrer leurs compétences (connaissances, capacités, attitudes) dans ces différents domaines. Au sein de chaque partie, les questions sont suffisamment indépendantes, variées et surtout progressives en termes de difficulté. D'ailleurs, le sujet comporte quelquefois des expressions littérales de résultats à trouver ou à utiliser, ce qui peut rassurer et guider les candidats dans leur composition. Sur le plan mathématique, les « outils » à utiliser sont simples et classiques. La résolution de problème proposée dans la deuxième partie permet aux candidats de montrer leur autonomie et de prendre davantage d'initiatives.

## ANALYSE PAR PARTIE

1<sup>ère</sup> Partie : Système récupérateur d'énergie en discothèque

A / Mouvement de la dalle : mise en équation

Cette sous-partie est relativement bien traitée. De manière générale, les candidats sont attentifs au nombre de chiffres significatifs à inscrire dans les applications numériques ainsi qu'aux unités. Notons tout de même que les notions de grandeurs scalaires et vectorielles sont parfois mal maîtrisées, ainsi certains candidats écrivent des égalités entre scalaire et vecteur. Dans la question A2, la pertinence physique est rarement donnée. Enfin, à la question A6, alors que la condition de stabilité est connue pour une bonne partie des candidats, celle de la linéarité est trop souvent implicite.

## B / Puissance électrique reçue par les LED

Cette sous-partie a été plutôt bien traitée. On remarque toutefois quelques confusions entre pulsation et fréquence. Comparer les grandeurs  $L$  et  $R$  n'a pas de sens puisqu'elles ne sont pas de même dimension. Signalons également qu'un certain nombre d'étudiants ne savent pas appliquer le pont diviseur de tension correctement. La définition de la puissance instantanée est souvent connue, mais la tension considérée n'est pas toujours la bonne. Enfin, rappelons que des valeurs données sans unité ou des résultats annoncés sans aucune justification ne peuvent être gratifiés de points.

## C / Alimentation électrique des LED

Cette sous-partie est peu ou mal traitée, alors qu'il s'agissait de questions classiques. La caractéristique de la diode est assez souvent fautive ; sans schéma associé (conventions choisies), le tracé n'a donné lieu à aucun point. Le terme de redresseur est souvent ignoré, les spectres de Fourier ne sont absolument pas maîtrisés même à un niveau élémentaire comme ici. Des candidats invoquent sans raison un risque d'éblouissement dû à une intensité trop grande traversant les LED sans la moindre justification. L'analyse dimensionnelle est là aussi chaotique, montrant le manque d'habitude et le peu d'intérêt manifesté pour cet exercice pendant les années de préparation. On lit assez souvent que  $1/(RC)$  est homogène à un temps.

## D / Réponse indicielle

Cette sous-partie a été traitée plutôt correctement. Mentionnons néanmoins des confusions fréquentes : pulsation propre/pulsation de coupure, facteur de qualité/facteur d'amortissement, régime apériodique/régime pseudo-périodique. Le facteur de qualité est souvent affublé d'une dimension. La vérification des conditions initiales portait sur les valeurs en  $t=0$  de la position et de sa dérivée première, qu'il fallait donc calculer. On a également relevé d'assez nombreuses erreurs de calculs dans la dérivation temporelle, permettant d'obtenir la vitesse. Enfin, le lien avec un phénomène d'induction n'est que peu souvent évoqué à la question D8.

## E / Forçage sinusoïdal

Cette sous-partie a été traitée de façon variable. Les valeurs demandées à la question E1 sont souvent données avec un nombre de chiffres significatifs peu raisonnable. Rares sont les étudiants qui savent déterminer l'amplitude  $X_0$  à la question E2, l'utilisation de la notation complexe posant problème à un grand nombre de candidats : en particulier, certains veulent passer par la partie réelle au lieu du module. D'ailleurs, une amplitude en position ou en vitesse ne peut être négative. Plus loin, le tracé des courbes demandées aux questions E6 et E7 n'est pas toujours soigné, ou justifié. Les réponses à la question E8 sont hélas peu développées en faisant référence à la figure 8. Ici encore, les résultats numériques sans unité ne peuvent être gratifiés de point.

## F / Éléments d'optique du dispositif

Cette sous-partie a été anormalement mal traitée au vu de sa difficulté. La notion de stigmatisme est majoritairement ignorée, le tracé des rayons réfléchis par un miroir plan et la détermination des images sont rares (la lumière ne traverse pas les miroirs!). Au final, ce sont plutôt les questions calculatoires (F3, F4) qui ont été les mieux traitées lorsque le tracé de

rayons était correct. Attention toutefois aux valeurs algébriques, propres à l'optique géométrique.

#### G / Préparation du miroir sans tain

Cette sous-partie a été la source de nombreuses erreurs de la part des candidats. Le domaine de pulsation de la lumière visible est parfois fantaisiste (par exemple confondu avec celui des ondes sonores dans l'air). Les équations de Maxwell sont assez bien connues pour la majorité des candidats, même si les flèches sur les champs ou opérateurs ne sont pas toujours bien placées. A la question G3, un nombre non négligeable de candidats ayant traité cette partie affirment curieusement que  $\omega\tau \ll 1$ . Dans la mesure où  $\omega\tau \gg 1$ , tout devient faux pour la suite : à la question G4, ces candidats aboutissent à  $k^2$  imaginaire pur au lieu de négatif, et ne comprennent donc pas la question G5. Peu de candidats ont répondu à la question G8. Notons que certains candidats récitent leur cours sur les plasmas ou les conducteurs plutôt que de répondre aux questions posées. Enfin, rappelons qu'une puissance ne peut être un imaginaire pur.

#### 2<sup>ème</sup> Partie : Autour d'une boisson énergisante

##### H / Le métal aluminium

Cette sous-partie est souvent bien traitée. La configuration électronique et les règles associées sont généralement connues, même si Klechkowski et Pauli ont régulièrement eu leur nom écorché... Certains dessins de mailles laissent à penser que les candidats s'y sont peu entraînés ; pour une telle représentation, il serait souhaitable d'utiliser une règle. La coordinence est souvent confondue avec la compacité. Les valeurs de masses volumiques de l'aluminium et d'un acier couvrent quelques centaines d'ordres de grandeur sans pour autant attirer de réaction chez les auteurs.

##### I / Résolution de problème

Cette résolution de problème a été soigneusement contournée par une très large majorité des candidats. Parmi les quelques étudiants qui s'y aventurent, peu d'entre eux proposent des choses intéressantes. Pour les autres, c'est souvent une ébauche qui ne va pas bien loin. Certains candidats ajoutent le sel dans la boisson ! On constate un certain manque de méthode : les candidats ne prennent pas le temps de définir le système et écrivent des équations sans rien expliquer ; peu de bilans enthalpiques sont proposés et/ou amorcés. Une fois le résultat obtenu, il y a hélas très peu de commentaires. Signalons que des solutions pratiques, comme remettre la boisson au réfrigérateur, et ne comportant aucun raisonnement scientifique, ne donnent lieu à aucun point.

##### J / L'iode en solution aqueuse

Cette sous-partie a été plutôt bien traitée ; la relation de Nernst est connue de la plupart des étudiants et appliquée aux couples redox étudiés. Attention toutefois aux unités, parfois fausses ou absentes. Rappelons que la détermination d'un point d'intersection impose de calculer son abscisse et son ordonnée.

## K/ Principe du dosage

Cette sous-partie a été rarement traitée ou très mal traitée, le cours d'oxydo-réduction n'étant visiblement pas maîtrisé par les étudiants. En particulier, les candidats ne savent pas dans leur grande majorité qu'une équation-bilan d'oxydo-réduction ne doit pas comporter d'électrons, contrairement à une demi-équation électronique. Les termes de dismutation et médiamutation sont ignorés (on a parfois droit à des réactions acido-basiques). Enfin, l'équilibrage d'équations d'oxydo-réduction diffère selon le milieu aqueux, acide ou basique.

## L/ Exploitation des résultats expérimentaux

Cette sous-partie a été très rarement traitée. Dès la question L1, un nombre inquiétant de candidats ne connaissent pas la relation entre  $n$ ,  $C$  et  $V$ . A la question L2, beaucoup de candidats n'ont pas compris le lien entre relation à l'équivalence et proportions stoechiométriques, qui se traduit par l'oubli d'un facteur 2.

## **ANALYSE DES RESULTATS**

Du fait de la longueur importante du sujet, beaucoup de questions ont été traitées par les candidats : l'épreuve a ainsi permis de les classer par une utilisation de toute l'échelle de notation avec une moyenne égale à 9,88 et un écart-type de 4,02. Comme annoncé en préambule du sujet, les candidats ayant traité et bien répondu à un nombre important de questions au sein d'une sous-partie, ont obtenu des bonifications dans le barème.

Les copies sont dans l'ensemble correctement rédigées, même si on peut regretter pour certaines un manque de soin et de précisions sur les schémas et graphes. Plus rarement, certains candidats ne répondent pas dans les bonnes cases du cahier réponse !

Malgré quelques excellentes copies que le jury a eu plaisir à lire, le niveau global des copies corrigées est assez décevant. De trop nombreux résultats numériques sont donnés sans unités ou avec des unités fantaisistes, et beaucoup de résultats sont non justifiés, révélant un manque criant de rigueur dans la démarche scientifique. Par ailleurs, on a relevé beaucoup trop de résultats aberrants, pour la masse volumique d'un acier ou les pulsations de la lumière visible par exemple. La chimie est souvent très peu abordée, peut-être du fait de sa situation en fin de sujet ; or les questions posées dans ce domaine sont classiques et valorisées. La résolution de problème est hélas très peu abordée et encore moins réussie, malgré les points qui lui étaient affectés dans le barème.

## **CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS**

Un bon scientifique doit connaître les hypothèses et limites des relations utilisées, doit savoir utiliser l'outil mathématique avec précision, évaluer des ordres de grandeur « courants », poser des raisonnements avec rigueur et faire preuve de sens critique. Le jury invite les candidats à soigner leur préparation à l'épreuve selon ces différents axes de travail.

Les copies ne sont pas notées au poids ; en particulier, la stratégie de « grapillage de points » adoptée par certains candidats pendant une bonne partie de l'épreuve, leur fait perdre de vue la cohérence de chaque sous-partie et du sujet dans son ensemble. Ce n'est assurément pas un bon calcul pour réussir cette épreuve.

Rappelons, comme chaque année, que soigner l'écriture, la présentation et la mise en évidence des résultats (utiliser la règle, pour tracer les axes d'un graphe ou dessiner une maille cfc par exemple ; encadrer les expressions littérales ; souligner les applications numériques) rend les copies plus faciles à lire. On recommande aux candidats de lire et de répondre aux questions posées dans leur intégralité. On conseille également de poursuivre les calculs jusqu'à obtenir un résultat simplifié, en fonction des quantités définies et précisées par l'énoncé. Lors de l'étude d'un document (comme ce fut le cas à de multiples reprises dans ce sujet), il convient d'éviter d'en faire une paraphrase quand une justification physique est demandée.

## **EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES**

Durée : 5 heures

### **PRESENTATION DU SUJET**

Le sujet a pour support un dérailleur arrière électrique (Ultegra Di2) de vélo de course conçu et fabriqué par la société Shimano.

Le questionnaire est composé de 4 parties indépendantes :

- La partie 1 propose de valider la géométrie choisie par le fabricant pour les changements de vitesses à l'arrière ;
- La partie 2 permet de valider le temps de changement de vitesse ;
- La partie 3 permet de valider l'autonomie de la batterie ;
- La partie 4 propose de programmer la stratégie de changement de vitesse en fonction des combinaisons possibles de couple plateau/pignon.

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

- 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 ;
- Vérifier les performances attendues d'un système ;
- 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 exigences fonctionnelles étudiées. Les champs disciplinaires abordés sont ceux du cours de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur de la filière PSI ;
- Imaginer et concevoir une solution algorithmique modulaire, utilisant des méthodes de programmation, des structures de données appropriées pour le problème étudié.

### **COMMENTAIRES GENERAUX**

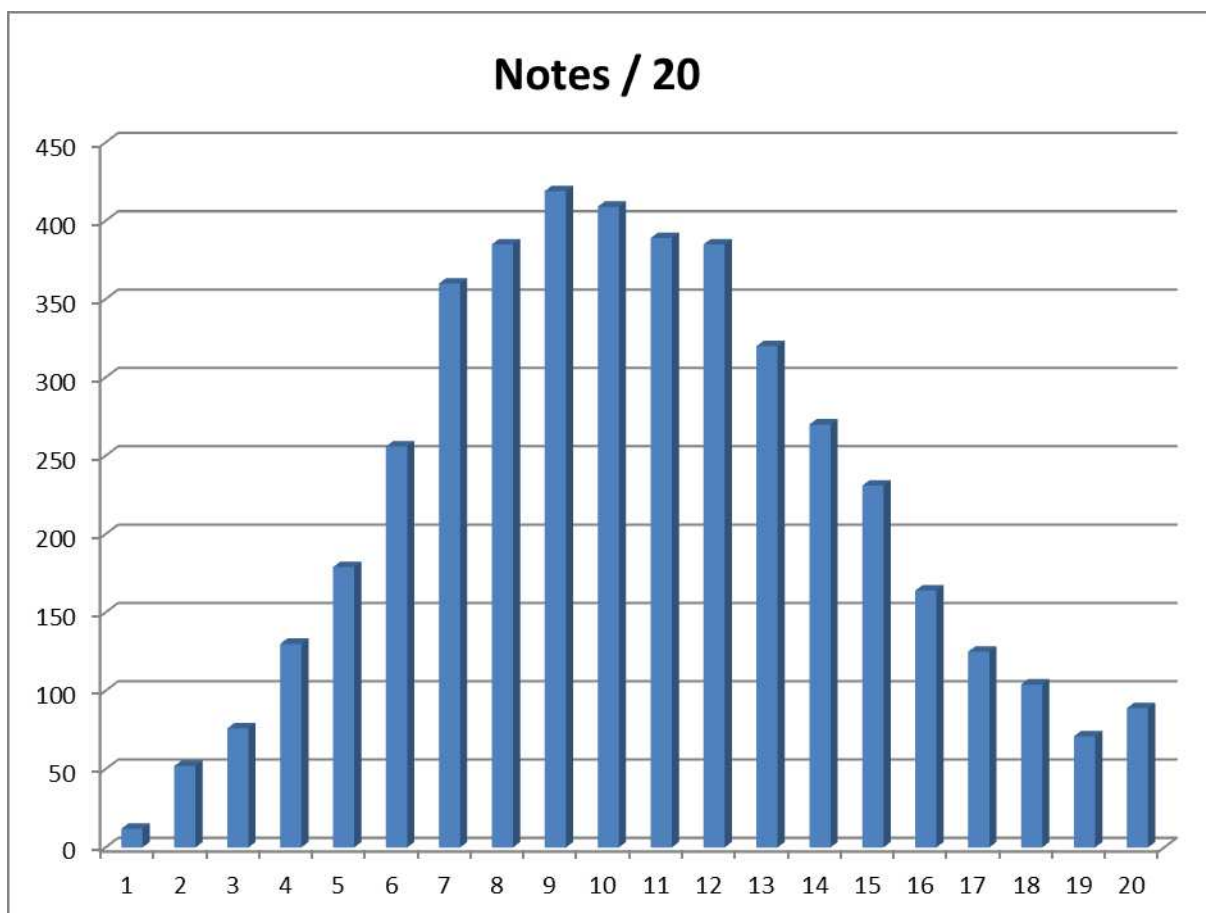
Le sujet abordait au travers de la résolution de problèmes techniques, une large part des connaissances du programme de première et de deuxième année de CPGE.

Les quatre parties étaient indépendantes et dans chaque partie de nombreux résultats intermédiaires permettaient aux candidats de poursuivre leur épreuve.

Les documents réponses sont complétés avec soin par la moitié des candidats, on rappelle que les résultats finaux doivent être encadrés. Cependant, un nombre non négligeable de copies (environ 5%) sont très difficilement compréhensibles. Le jury regrette fortement de ne pas avoir pu juger de façon assez pertinente ces copies qui devaient sûrement contenir des choses intéressantes.

Certains candidats ont montré une très bonne maîtrise des compétences de S2I et d'informatique. Ils ont alors traité de façon satisfaisante la quasi-totalité du sujet dans les cinq heures imparties : le jury les félicite.

Le jury a valorisé dans son barème, les candidats qui montrent une bonne maîtrise de la démarche de S2I et de la rigueur à tous les niveaux.



**Résultats obtenus à l'épreuve.**

**Moyenne : 9,93**

**Ecart type 4,07**

#### **ANALYSE PAR PARTIES**

##### ***Partie 1 : Validation de la géométrie choisie pour les changements de vitesses à l'arrière***

Le début du sujet a été assez bien traité par l'ensemble des candidats.

Trop d'étudiants ont eu des difficultés à appliquer les formules trigonométriques de base pour trouver l'angle moyen des cassettes (questions 8 à 10). La non maîtrise de ces calculs leur a fait perdre des points qui n'étaient pas difficiles à obtenir.

##### ***Partie 2 : Validation du temps de changement de vitesse***

Environ 20% des candidats n'ont pas réussi à expliquer la provenance du gain pur de 4. Certains ont même trouvé un « 4 » dans le sujet qui correspondait soit au système « 4 » barres soit aux 2 voies \* 2 fronts montants du codeur, sans aucune relation avec la distance de 4mm entre les pignons. Le jury appelle les futurs candidats à réfléchir de manière plus scientifique.

Dans la question 23, beaucoup de candidats ont bien fait l'effort d'expliquer le système isolé et le théorème utilisé. Cependant, le signe des moments calculés est souvent faux.

Dans la question 24, le jury a remarqué des difficultés à trouver le bon système à isoler et le théorème à utiliser. Malheureusement environ 30% d'entre eux ont justifié l'égalité entre les

tensions  $T_{12}$  et  $T_{34}$  à l'aide du théorème de la résultante statique alors que le galet n'est pas soumis uniquement à ces deux forces.

La fin de cette partie 2 sur la modélisation du retour d'effort a été très peu comprise et traitée.

### ***Partie 3 : Validation de l'autonomie de la batterie***

Dans les questions 32 et 33, le jury remarque quelques confusions dans les calculs d'énergie et des difficultés chez certains à utiliser correctement la capacité donnée de la batterie. L'estimation de l'aire sous la courbe n'est pas toujours expliquée, les candidats se contentant souvent de donner une valeur numérique dans la case du document réponse.

### ***Partie 4 : Programmation de la stratégie de changement de vitesse***

Pour l'écriture des fonctions python demandées, beaucoup de candidats n'ont pas pensé à tester si on était en vitesse maximale. D'autre part, peu de candidats ont réutilisé la table « casegrisees » défini dans la question 40, ce qui est dommage car c'est un élément modifiable sur ce dérailleur qu'il faut avoir en argument lors du changement de vitesse.