



1/ PRÉSENTATION DU SUJET :

Cette épreuve de physique chimie s'inscrit dans la continuité de ce qui a été amorcé l'an dernier par la réforme des CPGE et du format du concours. Les différentes compétences à savoir : s'approprier, analyser, réaliser, valider et communiquer sont toutes testées.

Sur le fond, le sujet s'intéresse à l'utilisation des métaux, au phénomène de corrosion et à un capteur non destructif à courants de Foucault.

Il est constitué de 3 parties :

- une partie relevant de la chimie (22% du barème);
- une partie relevant de la physique, présentant une thématique commune à deux sous-parties, l'une relevant de l'induction et de l'électromagnétisme, l'autre de l'électronique, et qui sont très largement indépendantes (61% du barème) ;
- une partie regroupant 10 questions courtes, relevant de la physique ou de la chimie, chacune pouvant s'apparenter à une démarche de résolution de problème, mais suffisamment simple pour être traitée très rapidement (17% du barème).

La première partie traite de différents aspects de la chimie du fer (structure cristalline du fer α , estimation de la vitesse de corrosion d'une pièce en fer, protection par électrode sacrificielle).

La deuxième partie traite successivement du contrôle non destructif de pièces métalliques, utilisant des courants de Foucault pour y détecter certaines fissures, de la cartographie de ces courants de Foucault induits dans un conducteur semi-infini, de la mesure de la résistance effective de la bobine inductrice par une détection synchrone (qui est le prétexte à étudier deux de ces éléments, un convertisseur courant-tension et un déphaseur), puis d'une expérience de laboratoire, validant la détection des courants induits par une seconde bobine, que le candidat est amené à interpréter. Cette dernière partie est novatrice dans le sens où, partant de la description de l'expérience et de résultats de mesure, le candidat doit modéliser l'expérience, puis en interpréter les résultats au regard de cette modélisation. Les capacités d'autonomie y sont significativement sollicitées.

La troisième et dernière partie est constituée de 10 questions courtes, totalement indépendantes les unes des autres. Son intérêt consiste en ce qu'elles sont des questions semi-ouvertes, nécessitant à la fois une culture générale en physique-chimie, du bon sens, une certaine autonomie dans la réflexion, et une pensée qualitative qui induit des réponses rédigées. Un effort de communication et surtout d'argumentation est attendu.

2/ REMARQUES GÉNÉRALES :

Comme l'an dernier, la présentation du travail est satisfaisante et il y a eu très peu de copies quasiment vierges. Dans les différents centres, les candidats ont travaillé sans relâche pendant 4 heures. Toutes les questions ont été abordées.

C'est ainsi qu'il y a eu peu de notes faibles et la grande majorité des étudiants ont traité correctement environ une moitié du sujet.

Après correction des copies, il y a un ratio moyenne sur écart type de 3,2. L'épreuve a donc été sélective et discriminante.

Les candidats qui ont traité, malgré certaines erreurs ou maladresses, la quasi-intégralité de l'épreuve semblent un peu plus nombreux que l'an dernier. Le sujet était un peu plus court mais demandait plus de réflexion et d'autonomie que celui de l'année précédente. Ce sont ces deux points et non le facteur temps qui ont été les plus bloquants.

Il y a néanmoins encore trop de copies alignant des réponses, tant aux questions quantitatives que qualitatives, sans lien avec la question. Dans le contexte actuel où les compétences sont mieux identifiées que par le passé, les correcteurs s'étonnent que certains candidats puissent encore répondre à une interrogation sans se l'être appropriée et l'avoir analysée.

On peut noter que certaines questions, relevant en particulier de la compétence « réaliser », ont mis beaucoup de candidats en difficulté. Ceci confirme le ressenti, déjà exprimé l'an dernier, que les étudiants actuels ont plus de mal à manipuler des concepts analytiques que leurs aînés.

La partie novatrice s'appuyant sur une expérience et ses résultats a été la moins bien traitée. C'est effectivement la moins classique et donc la plus difficile.

Les dix dernières questions de la fin du problème jugeaient du sens physique des futurs élève-ingénieurs. Sur la forme, leur capacité à communiquer est globalement convenable. C'est surtout l'argumentation qui fait défaut. Il fallait non seulement faire référence au texte mais surtout s'appuyer sur les différents résultats établis dans les questions précédentes.

3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES :

Partie chimie.

Q1) et 2) Questions bien traitées. Quelques erreurs sur la valeur de n .

Q3) Il manque parfois le coefficient 2, lié au nombre d'électrons échangés, devant la constante de Faraday.

Q4) La détermination du pH d'apparition du précipité a mis beaucoup de candidats en difficulté. Il n'est pas rare de trouver des $\text{pH} > 14$. Dans une telle situation, le candidat subit la double peine de ne pas remporter de points, mais en plus de perdre une partie des 5% des points du barème attribués sur les critères de bon sens, rigueur, honnêteté, présentation et orthographe.

Q5) La détermination des n.o. et l'identification des domaines ont été bien faites.

Q6) Les définitions des termes corrosion, passivation et immunité ne sont pas connues de tous. Il en est de même pour associer un domaine à chacun de ces termes.

Q7) Le fonctionnement général d'une pile est compris. Beaucoup n'ont pas vu que c'est l'eau qui se réduit à la cathode. L'équation de la réaction globale est absente ou fausse.

Partie physique.

Q8) et 9) Ces questions sont souvent bien traitées. On note parfois un manque de cohérence entre l'orientation du courant, le contour choisi et les calculs associés.

Q10) Cette question met en évidence un gros problème de compréhension du produit $\vec{j} \cdot \vec{E}$ qui est confondu avec le vecteur de Poynting. On retrouve cette confusion à la question 15. L'intégration pose problème.

Q11) Cette question quantitative est souvent bien traitée.

Q12) Il y a souvent une grosse confusion entre la loi de Lenz et la loi de Faraday.

Q13) Les réponses sont souvent satisfaisantes même si on peut regretter de trouver un peu trop de confusion entre l'équation de diffusion et l'équation de d'Alembert.

Q14) Ici, en dehors du fait qu'il aurait été préférable de rappeler la relation de passage dans l'énoncé, la grosse difficulté est d'origine mathématiques. Les notations complexes ne sont pas maîtrisées.

Q15) et 16) Ces questions de fin de partie sont bien traitées ou absentes.

Q17) et 18) La partie électricité est celle qui a été la mieux réussie par les étudiants. La fonction de transfert est souvent juste. Par contre, un peu trop de précipitation a conduit certains candidats à commettre des erreurs dommageables dans la question 18. Il y a parfois une incohérence entre le caractère stable ou instable et la forme convergente ou divergente du régime transitoire.

Q19) Cette question est également bien traitée.

Q21) et 22) La modélisation demandée ici a permis au candidat de réfléchir à une situation expérimentale. On a pu voir toutes sortes de schéma proposé. Le concept d'inductance mutuelle n'est pas bien compris et le circuit de détection se retrouve souvent en court-circuit. Le fait de ne pas comprendre que $i_2 = 0$ a empêché les candidats de répondre à la question suivante.

Q23) Il ne s'agit pas de répondre par oui ou par non, une argumentation est nécessaire. Il fallait dissocier les domaines $f < 10^5$ Hz et $f > 10^5$ Hz. Moins d'un pourcent des candidats a décelé le défaut de modélisation lié aux capacités entre spires. C'était effectivement très difficile.

Q24) L'analyse physique demandée est souvent pertinente.

Q25) Cette question a inspiré peu de bonnes réponses.

Q26) à 35) Les questions qualitatives en fin de sujet ont donné lieu à des réponses très diverses et parfois farfelues. Les questions 26, 27 et 28 sont souvent bien traitées. Peu de candidats ont pensé à la passivation à la question 29. Le rôle du sel lors de la corrosion n'est pas compris par la majorité des élèves. Les questions suivantes ont été peu ou mal traitées.

5/ REMERCIEMENTS :

Nous remercions encore cette année les candidats qui se confrontent à des études difficiles, exigeantes et ambitieuses dans un contexte actuel où la facilité et l'immédiateté l'emportent trop souvent sur la ténacité et la pugnacité. Nous envoyons nos encouragements aux futurs 5/2 dont la réussite n'est certainement que différée.

Nous reconnaissons aussi le travail de nos collègues, enseignants en CPGE, pour la qualité de la préparation des étudiants à cette session.

Nous ne saurons encore que conseiller aux futurs candidats d'adopter continuellement la démarche scientifique qui consiste à mobiliser toutes les compétences citées en début de ce rapport. Il est utopique de croire que le hasard et la chance puissent permettre de répondre de façon pertinente à une interrogation.