



## 1/ ÉVOLUTION DE FOND, DE FORME ET DE FORMAT :

L'évolution des épreuves de physique-chimie a été sensible cette année.

- En ce qui concerne le format, les deux anciennes épreuves : une de physique (4 heures) et une de physique et chimie (4 heures) ont évolué vers deux nouvelles épreuves : une épreuve de modélisation et d'ingénierie numérique (4 heures) et une épreuve de physique-chimie (4 heures).
- En ce qui concerne la forme de l'épreuve de physique-chimie, dans la continuité de ce qui se fait dans le secondaire, deux nouvelles compétences ont été particulièrement renforcées, à savoir l'analyse de documents et la résolution de problème.
  - L'analyse de documents consiste à savoir lire, analyser, voire croiser des documents scientifiques qui peuvent être donnés sous la forme de textes, de figures, de tableaux ou autres, dans le but d'en extraire des informations clés indispensables à la compréhension du phénomène physique ou chimique étudié.
  - Le problème n'est plus donné sous la forme d'un énoncé traditionnel. Le candidat doit se l'approprier, le modéliser et résoudre les équations du modèle puis faire un retour au réel d'une situation décrite par une figure ou un texte. Il y a donc tout à faire. C'est certainement un exercice difficile qui demande du recul et de l'autonomie.
- En ce qui concerne le fond, il s'agit désormais d'une épreuve de physique-chimie et non de physique et de chimie. Nous nous efforçons d'étudier un phénomène, un objet ou une situation faisant appel à de nombreux champs de connaissances. Tous les chapitres de physique et de chimie des programmes de 1<sup>re</sup> et de 2<sup>e</sup> années sont susceptibles d'être évalués sans aucune priorité ou hiérarchisation. C'est le thème étudié qui définit son contenu. Statistiquement, tous les domaines des sciences physiques et chimiques devraient être évalués sur plusieurs années avec des poids correspondant à leur part dans les programmes. Tous ne peuvent pas se retrouver dans un sujet la même année !

## 2/ CONTEXTE DE LA REFORME ET CONTENU DU SUJET :

Cette épreuve étudiait deux phénomènes électriques. La foudre qui est prompte, spontanée et dont il faut se protéger et la dépose électrolytique d'un revêtement de surface qui est a contrario provoquée et bénéfique.

La partie physique s'articulait autour du thème fédérateur nommé orage et foudre. Elle était constituée de deux sous-parties indépendantes. La première traitait de l'équilibre de l'atmosphère et de la répartition de pression et de température en son sein en comparant différents modèles. La seconde s'intéressait à l'électrostatique de l'atmosphère ainsi qu'aux diverses conséquences et en particulier à la protection d'un impact de foudre.

Il y avait une demande forte de savoir raisonner dans des contextes relevant successivement de nombreux champs de la physique : mécanique du point, thermodynamique, électrostatique, propagation d'ondes sur une ligne, transferts thermiques, électrocinétique.

Dans un souci de bonne gestion des redoublants, nous avons délibérément choisi un fond varié portant sur l'intersection des anciens et des nouveaux programmes. Par ailleurs, pour satisfaire aux nouvelles exigences de forme, la rédaction a été traitée de façon moderne. Elle incluait 6 questions sur 32 d'analyse de documents et 3 questions sur 32 de résolution de problème. Il y avait ainsi une double volonté de marquer la réforme et de préserver les 5/2.

La partie chimie étudiait la dépose électrolytique de nickel sur une pièce en acier. Elle faisait appel aux connaissances d'oxydo-réduction dont le poids a été renforcé dans les nouveaux programmes.

Au-delà de la forme et du fond, différentes compétences étaient évaluées. En particulier il fallait être capable :

- de s'approprier un problème ou une situation ;
- d'analyser et de modéliser les phénomènes physiques mis en jeu ;
- d'établir une stratégie de résolution ;
- de réaliser techniquement cette résolution ;
- de comparer et de valider des modèles en définissant des critères précis ;
- de savoir communiquer.

### 3/ REMARQUES GENERALES :

Nous avons eu très peu de copies quasiment vierges. Dans les différents centres, la très grande majorité des candidats a travaillé sans relâche pendant 4 heures. Toutes les questions ont été abordées. La chimie a été un peu délaissée. C'est la partie B concernant la foudre qui a été la mieux réussie. Même si tout n'est pas exempt d'étourderies ou d'imprécisions, 10 % des candidats ont traité quasi-intégralement le sujet de façon correcte.

Le sujet était donc de longueur et de difficulté raisonnables. Après correction des copies, nous avons un ratio : moyenne / écart type = 2,2 sur les notes brutes. L'épreuve a donc été sélective et discriminante.

Pour ce qui est des candidats qui ont suivi les réformes (seconde, première, terminale, C.P.G.E.), il semble qu'ils aient plus de difficultés à manipuler des concepts analytiques classiques (équations différentielles simples, utilisations des fonctions puissances et exponentielles...). Nous sommes bien conscients qu'on ne peut pas faire plus de choses qu'avant (nouvelles compétences : analyse de documents, résolution de problèmes, analyses physiques qualitatives... nouvelles disciplines : modélisation, sciences du numérique, informatique) et être plus habile sur les parties techniques. Faire un choix, c'est faire un renoncement ! Néanmoins, il faudra veiller, dans les années à venir, à ne pas délaisser ces aspects techniques qui font partie du quotidien des futurs élèves ingénieurs.

Par ailleurs, il est difficile de comparer les anciens étudiants avec les nouveaux en ce qui concerne les nouveaux champs de compétences puisque ces exercices étaient quasi-inexistants avant la réforme. Ils demandent de la réflexion et du recul sur les situations étudiées. Ils sont certainement très formateurs, l'avenir devrait le confirmer. Pour cette année, les questions concernant la résolution de problèmes n'ont

pas été les mieux réussies, bien au contraire. Celles concernant l'analyse de documents n'ont été ni mieux, ni moins bien résolues que les questions classiques.

Cette année encore, nous avons réservé 5 % du barème pour des critères de soin, de présentation, d'orthographe, de bon sens et d'honnêteté. En règle générale, la présentation et la lisibilité des copies sont bonnes. Il subsiste toujours environ 2 % des copies à peine lisibles, où aucun résultat n'est mis en relief. Cette impolitesse a été sanctionnée. Malgré nos recommandations des années précédentes, trop de réponses manquent de rigueur et de justifications. Certains élèves se doivent d'être plus réfléchis et ne doivent pas tomber dans l'écueil qui consiste à fournir une liste de résultats dénués de sens, sans aucune justification sous peine de perdre tout ou partie de la gratification de 5 %.

#### 4/ REMARQUES SPECIFIQUES :

Q1) Beaucoup d'erreurs sur la composition de l'air. C'est une question de culture générale. Le calcul d'une masse molaire est devenu pour certains quelque chose de compliqué !

Q2) Il fallait faire un bilan des forces, éventuellement exprimé sous la forme de densité volumique de force pour aboutir à l'équation de la statique des fluides. Postuler l'équation :  $\overline{\text{grad}}(P) + \rho \overline{g} = \vec{0}$ , puis projeter cette équation n'est pas suffisant.

Q3 et Q4) Questions bien traitées à condition d'avoir pris en compte la dépendance en pression de la masse volumique de l'air.

Q5) L'intégration est difficile. Il y a souvent un manque de précision pour la partie b. Il fallait calculer numériquement des pressions avec le modèle isotherme, ensuite comparer avec le modèle à gradient de température, enfin conclure par une altitude limite déterminée par un écart relatif. Par exemple : une précision de l'ordre de 4 % jusqu'à 5 km ou une précision de 9 % ou 10 % jusqu'à 8 km.

Q6) Les étudiants pensent, en général, à remplacer l'expression du gradient de température par la loi de Laplace.

Q7) Très peu de bonnes réponses. Les étudiants ne savent que faire du taux d'humidité.

Q8) à Q11) Questions bien traitées. Elles ont permis d'engranger des points. Néanmoins, trop de candidats justifient la légitimité de ne pas prendre en compte la poussée d'Archimède par un volume déplacé (i.e par le volume de la gouttelette) extrêmement petit ou pire en arguant qu'elle est négligeable. Une réponse du type « négligeable » sans contrepartie est considérée comme de la malhonnêteté intellectuelle et pénalisée en tant que telle. Il fallait tout simplement comparer  $\rho_{\text{eau}}$  et  $\rho_{\text{air}}$ . Par ailleurs, il y a des erreurs dans les applications numériques et notamment dans les puissances de 10.

Q12) Très peu de bonnes réponses.

Q13) Quelques navrantes confusions entre les systèmes cylindrique et sphérique qui ont eu des répercussions importantes par la suite.

Q14) C'est une question classique et sélective. En particulier, il y a trop de confusions entre contour et surface. La surface d'une sphère n'est pas toujours connue.

Q15) Les réponses sont en général correctes. Attention aux incohérences avec la question précédente. Les lignes de champs ne peuvent pas être ortho-radiales.

Q16) et Q17) Questions généralement bien traitées. Les principales causes d'erreurs proviennent des questions précédentes ou d'un manque de soin dans les applications numériques, en particuliers dans les puissances de 10.

Q18) et Q19) Il manque souvent la justification. Il faut s'efforcer de faire référence à une phrase du texte ou une figure.

Q20) et Q21) Quelques difficultés à extraire les bons paramètres du texte et trop d'erreurs dans les applications numériques.

Q22) et Q23) Questions directes de cours et bien traitées. La forme mathématique n'a pas été pénalisée, mais on trouve souvent des « d droits » à la place des « ∂ ronds ».

Q24) à Q26) Ces questions correspondent à la compétence appelée nouvellement « résolution de problèmes ». Peu d'étudiants ont tenté de les résoudre. Beaucoup ont essayé de décrire un phénomène de diffusion thermique. Les quelques étudiants (12 %) qui ont réussi à déterminer l'expression de  $\Delta T_{\text{foudre}}$  en fonction des données, qu'ils ont prédéfinies, ont souvent omis ou se sont trompés dans les unités des grandeurs d'influence. Quasiment aucun candidat n'a précisé correctement en français qu'il considérait le modèle comme adiabatique alors que cette hypothèse relève effectivement du modèle adopté.

Q27) à Q31) Beaucoup d'erreurs mathématiques, en particulier, dans l'expression de la surface d'un hémisphère. On peut à l'occasion rappeler qu'une question laissant le choix entre « petits ou grands animaux » ou c.f. Q38 « augmenter ou baisser la tension » ne doit pas avoir pour unique réponse un des choix sans justification. Il est naïf de croire que cela puisse rapporter des points. Ce choix fut-il bon.

Beaucoup sont passés et à raison au volet chimie à partir de la question Q23). Néanmoins, ce volet chimie est un peu décevant.

Q32) Les candidats écrivent les réactions dans tous les sens. On voit même les réactions de réduction des oxydes de fer ou d'oxydation du nickel !!!

Q33) On voit trop de schémas avec des demi-piles séparées.

Q34) et Q35) Beaucoup d'erreurs proviennent de la non prise en compte du pH de la solution.

Q36) Généralement bien traitée.

Q37) et Q38) Les phénomènes électrochimiques semblent poser des difficultés de compréhension. Une réponse à la question Q37) du type « car le rendement est inférieur à 1 » est très mal perçue. Il faut au minimum parler de réaction(s) concurrente(s) et si possible préciser ici laquelle (lesquelles).

## 5/ REMERCIEMENTS :

Nous remercions 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 qui leur a certainement demandé une charge supplémentaire de travail compte-tenu du contexte de réforme.