



## 1/ CONSIGNES GÉNÉRALES

Le sujet abordait le thème de la vie dans l'univers et s'appuyait sur les capacités des programmes de première année et de deuxième année. Il était constitué de trois parties indépendantes. La partie I se concentrait sur la problématique de la vie dans le système solaire au travers des thèmes tels que la thermodynamique, l'architecture de la matière, la statique des fluides et la magnétostatique. La partie II portait sur la question du maintien d'une atmosphère terrestre propice à la vie sur Terre avec les thèmes des transformations chimiques en solution aqueuse et de la mécanique des fluides. Enfin, la partie III soulevait la question de l'existence de la vie ailleurs que dans le système solaire et traitait des thèmes optique ondulatoire et optique géométrique.

Le sujet comportait de nombreuses questions guidées et un très grand nombre d'entrées qui pouvaient permettre aux candidats de poursuivre le sujet sans avoir traité les questions précédentes. Il se composait également de questions pour lesquelles le candidat était invité à extraire des informations de documents mettant en avant la compétence « S'approprier », de la rédaction d'un protocole qui mêlait à la fois les compétences « Analyser » et « Réaliser » et d'une résolution de problème qui s'appuyait sur la compétence « Analyser ».

L'ensemble des questions a été traité par plusieurs candidats mais la partie III n'a souvent été abordée que de manière partielle par la majorité des candidats. Le sujet était fort probablement un peu long, puisque rares sont les étudiants à avoir répondu à la résolution de problème finale. Certains candidats appliqués se sont attachés à rédiger de longues réponses aux questions qualitatives, mais dans une épreuve de concours en temps limité, l'efficacité est de mise et il est important de savoir rédiger des réponses précises et concises.

Les correcteurs n'ont que très rarement rencontré de très bonnes copies en comparaison avec les années précédentes. Les réponses manquaient globalement de précision et les justifications étaient trop souvent alambiquées.

De bonnes copies sont sorties du lot. Ces candidats ont su mettre en œuvre leurs connaissances pour répondre aux questions qui demandaient raisonnement et réflexion telles que la démonstration de la pression dans l'atmosphère, l'application du théorème d'Ampère ou la détermination de la différence de marche dans l'expérience des trous d'Young.

Même si le sujet permettait aux candidats d'extraire des informations de documents, ces questions étaient peu souvent accompagnées d'un raisonnement. Beaucoup de candidats confondent la description d'une observation avec l'analyse de cette dernière.

Les correcteurs regrettent que la question de la rédaction du protocole n'ait été que peu abordée. Ils ne s'attendaient certes pas à lire l'énoncé d'un TP rédigé par un de leurs collègues. En revanche, ils auraient souhaité la rédaction claire d'un protocole s'appuyant sur schéma propre et cohérent. Seuls quelques candidats ont réussi à mener jusqu'au bout cette étude. Néanmoins, pour les candidats ayant abordé sérieusement cette question et pris le temps de la réflexion, la majorité

des points de la question leur a parfois été accordée malgré certaines erreurs ou imprécisions. Il est donc important de souligner aux candidats que ne pas traiter cette question est fort dommage puisqu'elle permet de mettre en avant des compétences d'analyse et d'appropriation, ce qui est nécessairement valorisé même si le raisonnement n'est pas abouti.

Les correcteurs rappellent que la démonstration des résultats donnés dans l'énoncé fait l'objet d'une lecture attentive et que toute tentative malhonnête est repérée et porte forcément préjudice au candidat. Les réponses doivent être justifiées. La rédaction doit être soignée, les résultats mis en valeur, qu'il s'agisse d'expressions littérales ou de mots-clés dans les réponses argumentées. Le sujet comportait un document réponse : il faut rappeler aux candidats d'y faire référence dans la copie lorsqu'ils l'utilisent.

## 2/ REMARQUES SPECIFIQUES

### PARTIE I - LA PLANETE TERRE, UNIQUE PLANETE DU SYSTEME SOLAIRE A ABRITER LA VIE

#### I.A. La présence d'eau liquide

Diagramme (P,T) de l'eau : les états physiques ont été majoritairement bien placés et les points triple et critique sont connus. Le sujet faisait mention d'eau sous forme de glace sur Mars, ce que les candidats repèrent. Ils relèvent correctement la température et la pression, ce qui leur permet de justifier l'état avec le diagramme (P,T). On rencontre cependant deux erreurs récurrentes qui auraient pu permettre aux candidats de se corriger. Certains d'entre eux ont commis une erreur sur la position de l'état solide dans le diagramme (P,T) et ayant relevé correctement la température et la pression, affirment que l'eau est à l'état solide, ce qui est en totale contradiction avec ce qu'ils ont écrit précédemment. D'autres annoncent que l'eau est à l'état solide alors qu'ils se sont trompés dans la conversion de la pression de Pa à bar.

Composition d'un atome à partir de sa représentation symbolique : rarement juste et rarement complet ! Les correcteurs attendaient bien évidemment le nombre de protons, de neutrons et d'électrons.

Configuration électronique : il est rappelé que cette dernière s'écrit sans « + » ni parenthèses.

Dénombrement des ions dans la maille : un trop grand nombre de candidats compte simplement le nombre d'ions qu'il voit sur la maille de la figure du sujet (soit 14 ions chlorure et 13 ions sodium) et non en propre à la maille.

Conséquence sur l'électroneutralité du cristal : certains candidats, qui savent que l'ion sodium se note  $\text{Na}^+$  et que l'ion chlorure est  $\text{Cl}^-$ , n'ont aucun problème à écrire le cristal de chlorure de sodium sous la forme  $\text{Na}_{13}\text{Cl}_{14}$  ! De manière générale, la formule chimique du chlorure de sodium est rarement écrite correctement.

Le sodium : la famille à laquelle il appartient est méconnue d'un grand nombre de candidats. On le retrouve sur un bon nombre de copie par le symbole S, So,  $\text{SO}_2$  ou encore  $\text{SO}_3$ , bien qu'une question fasse référence à son rayon noté  $r_{\text{Na}}$ .

Exploitation du paramètre de maille : cette question a été globalement mal traitée. La coordinence au sein du cristal ionique n'est pas connue. Beaucoup de candidats exploitent la diagonale d'une face sur laquelle se touchent les ions chlorure sans aucun problème ! Rares sont les candidats à préciser que l'on ne peut pas faire le calcul en justifiant correctement l'affirmation.

### **I.B. La présence d'une atmosphère**

Loi des gaz parfaits : connue.

Détermination de la pression de la troposphère : l'exponentielle apparaît trop souvent par magie.

Unité de la hauteur caractéristique  $H$  dans l'expression de la pression de la troposphère : certains candidats ne pensent pas au mètre directement suggéré par l'exponentielle, mais partent sur une analyse dimensionnelle de l'expression qu'ils ont trouvée.

Analyse du profil de température : la température a souvent été confondue avec la pression. Beaucoup de candidats écrivent qu'un profil exponentiel a été choisi alors qu'on aurait dû utiliser une droite. Ou pire, quelques candidats ont écrit que le profil donné n'était pas le bon, puisqu'il est en réalité exponentiel et, pour justifier, réécrivent le champ de pression avec la température :  $T(z) = T_0 \exp(\dots)$ .

### **I.C. La présence d'un champ magnétique**

Les différents types de transferts thermiques : la conduction est souvent employée à la place de la convection. Certains candidats écrivent des inepties telles que le transfert thermique au sein du noyau est adiabatique ou encore que le réchauffement de l'atmosphère est dû à l'effet Joule ou à l'effet Hall.

Théorème d'Ampère : correct dans l'ensemble, mais l'étude des symétries est souvent hasardeuse et le contour d'Ampère, peu défini, est encore plus rarement orienté. Certains étudiants font un mélange entre le théorème de Gauss et le théorème d'Ampère ou énoncent le théorème d'Ampère avec un flux.

Unité du champ magnétique : elle n'est pas toujours connue. Certains déduisent une unité à rallonge grâce à l'expression trouvée lors de l'application du théorème d'Ampère et pour un nombre non négligeable de candidats, on trouve le henry !

Protocole pour déterminer la valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre : les plus faibles copies essaient tant bien que mal de décrire un protocole à l'aide du matériel proposé sans jamais faire référence au principe de superposition des champs bien que cela leur soit suggéré. Le schéma de la manipulation est réalisé mais bien souvent l'ampèremètre se trouve en parallèle ! Quant aux mesures : le lien avec la question préliminaire, sur la détermination du champ magnétique créé par un fil à une distance  $r$ , n'est pas exploité de même que le principe de superposition des champs, alors qu'une argumentation soignée était attendue. Les candidats se doutent qu'il faut mesurer un angle, puisqu'ils disposent d'un rapporteur, mais la majorité d'entre eux n'a pas vu le lien avec le principe de superposition.

## **PARTIE II - LE MAINTIEN D'UNE ATMOSPHERE TERRESTRE PROPICE A LA VIE**

### **II.A. Les dangers d'une atmosphère trop concentrée en dioxyde de carbone sur la survie des espèces calcaires dans l'océan**

Loi Van't Hoff : la relation est connue bien que survienne, sur certaines copies, la confusion entre température et temps ! La loi de Le Châtelier relative à la température est peu souvent énoncée, alors qu'elle était essentielle pour justifier la dissolution du dioxyde de carbone dans les bassins à faibles températures. Au contraire, les correcteurs ont trop souvent trouvé une confusion entre l'observation et le raisonnement : « c'est parce qu'une planète est chaude, qu'on y trouve du  $\text{CO}_2$  ».

Diagramme de prédominance : sur de nombreuses copies, le  $\text{pK}_A$  est en abscisse à la place du pH ou bien certains candidats ont confondu diagramme de prédominance et échelle d'acidité. La forme de prédominance du dioxyde de carbone dissous dans l'océan qui revient sur un nombre non négligeable de copies est la forme liquide !

Interprétation de  $\text{pS}$  en fonction de pH : un raisonnement qui revient sur de nombreuses copies est que si  $\text{pS}$  diminue alors la solubilité diminue !

### **II.B. Un projet pour limiter la concentration de $\text{CO}_2$ dans l'atmosphère**

Position du piston et des clapets : le plus souvent juste pour les clapets. La position du piston est moins bien traitée.

Lois de Laplace : les conditions d'application sont rarement complètes. Les notions de gaz parfait ou de réversibilité sont souvent oubliées.

Travail indiqué : la définition n'est pas connue.

Calcul du travail indiqué : pour les candidats ayant traité ces questions, l'expression de la variation d'enthalpie massique en fonction de la capacité thermique massique à pression constante est connue. En revanche, bien que leur soit rappelée la relation de Mayer, un bon nombre de candidats n'a pas su exprimer la capacité thermique massique à pression constante en fonction du coefficient adiabatique. Les avantages du compresseur à deux étages ont été trouvés.

## **PARTIE III - D'AUTRES PLANETES HABITABLES ?**

### **III.A. La recherche d'exoplanètes**

Expression de l'intensité lumineuse : catastrophique pour la majorité des copies. Les candidats n'ont qu'une très vague idée, voire aucune, de la démonstration.

Conditions d'interférences : énoncées correctement dans l'ensemble. La notion de sources cohérentes ou incohérentes est connue et repérée.

Conditions de Gauss : ces conditions ne sont connues que par une minorité de candidats. Quelques-uns confondent avec le théorème de Gauss !

Expression de la différence de marche et de l'interfrange : ces expressions ont été déterminées correctement sur les bonnes copies.

Utilisation pour l'interférométrie de Bracewell : les candidats ont rencontré beaucoup de difficultés à modifier la différence de marche aussi bien de l'intensité lumineuse de l'étoile que celle de l'exoplanète. Ils n'ont pas compris le lien avec les explications qui leur étaient fournies dans le descriptif de l'interféromètre de Bracewell.

Lois de la réfraction : la relation entre les indices optiques et les angles d'incidence et de réfraction est connue mais le fait que le rayon incident et le rayon réfracté soient dans le plan d'incidence n'est pratiquement jamais évoqué.

Schéma du prisme : cette question est apocalyptique ! L'angle d'incidence est trop souvent positionné entre le rayon incident et la face d'entrée du prisme. Les normales ne sont pas positionnées, les proportions d'angles non respectées. Le rayon réfracté en sortie de prisme pointe vers le haut ! Les angles ne sont pas orientés.

Relation entre  $A$ ,  $r$  et  $r'$  : connue par cœur et la condition sur  $\sin(i)$  pour que le rayon lumineux ressorte du prisme par la face EC est très rarement déterminée.

### **III.B.2. Isis, une planète habitable ?**

Question traitée correctement par les candidats qui l'ont abordée. Mais les correcteurs rappellent qu'il fallait exploiter le document réponse pour répondre à cette question et le mentionner.

#### **Quelques conseils pour les futurs candidats**

Les correcteurs rappellent qu'il est important d'apprendre son cours régulièrement pour qu'à la fin des deux années de classes préparatoires, les candidats se forment de solides connaissances sur lesquelles ils puissent s'appuyer dans leur futur. Trop souvent les réponses à des questions portant sur des raisonnements déjà effectués durant ces deux années, sont erronées ou mal justifiées alors qu'un apprentissage régulier aurait permis de répondre.