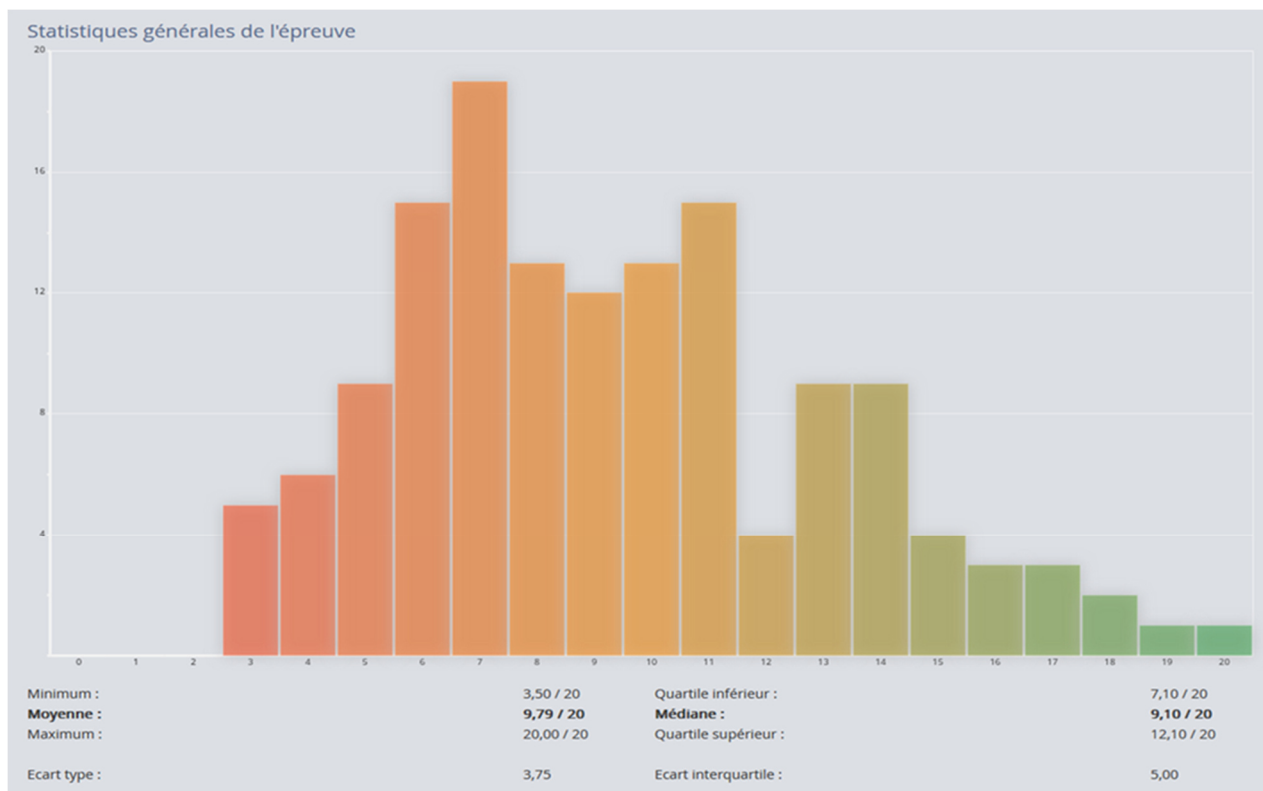


RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE-CHIMIE, RÉOLUTION DE PROBLÈME



Le sujet comportait deux parties elles-mêmes subdivisées en trois sous-parties indépendantes en lien avec la mission Juice. Le sujet mêlait des questions de physique et de chimie autour, d'une part, des océans sous-glaciaires d'Europe et de Ganymède et, d'autre part, autour des moteurs-fusées de la sonde.

Le jury invite les futurs candidats à bien lire ce rapport afin de tenir compte des remarques qui sont souvent les mêmes d'une année sur l'autre.

En particulier, le jury indique de nouveau que les applications numériques sont très souvent données avec un nombre de chiffres significatifs déraisonnables et une unité fausse. Il faut avoir conscience que ces deux critères sont jugés à chaque application numérique et que certains candidats perdent ainsi un nombre de points conséquent.

Cette année, la présentation des copies s'est très nettement dégradée. La plupart des copies ne mettent pas en évidence les réponses aux questions, ce qui est sanctionné. Le jury attend que le caractère crucial de certaines relations mathématiques, valeurs numériques, formules chimiques, équations de réaction ou même de simples mots soit mis en évidence par un encadrement, un soulignement ou un surlignement. Les numéros complets des questions doivent apparaître sans ambiguïté et peuvent être mis en valeur de la même manière. Par

ailleurs, le jury n'estime pas superflu que les titres des parties et sous-parties apparaissent sur la copie. Enfin, il faut aussi noter que l'écriture de certains candidats peut rendre pénible la correction de leur copie.

A1.1. Les états physiques ont très majoritairement été correctement identifiés. En revanche, les points A et B n'ont pas toujours été associés à des noms de changements d'état. Des confusions entre ce diagramme de phases et le diagramme de l'équilibre liquide-vapeur (Clapeyron) ont été observées.

A1.2. L'exploitation du diagramme n'a pas généralement posé de problème dès lors que le candidat ne confondait pas les conditions de pression à la surface de la Terre avec celles qui règnent dans l'océan d'Europe.

A1.3. Les caractéristiques de la conduction thermique sont méconnues. De nombreux candidats ont cité des modes de transfert d'énergie autre que thermique.

A1.4. à A1.8. Le jury note qu'une grande majorité des candidats savent comment exploiter la loi de Fourier dans le cas d'un flux thermique constant. En revanche, la démarche de résolution est rarement complète (les questions A1.4, A1.5 et A1.6 sont souvent ignorées ou bâclées) et rigoureuse (les bornes de l'intégration ou les conditions limites ne sont pas toujours clairement explicitées).

A1.9. L'application numérique n'est pas toujours bien réalisée. Le jury déplore que des candidats laissent sur leur copie des résultats manifestement faux puisque l'ordre de grandeur attendu était fourni dans l'énoncé.

A2.1. Une écrasante majorité des candidats ont établi que l'unité de l'intensité de pesanteur est le newton par kilogramme. Bien que cette unité soit la bonne, elle n'est pas exprimée en fonction des unités de base du SI.

A2.2. Cette question a été très souvent bien réussie. La valeur de l'intensité de pesanteur terrestre est connue de la quasi-totalité des candidats. Les tentatives malhonnêtes de la démonstration $g(\text{Terre})/g(\text{Ganymède})$ n'ont pas échappé au jury.

A2.3. De nombreux candidats confondent trapèze et parallélogramme ce qui a produit des schémas parfois cocasses. La surface S était souvent représentée par une distance. Les schémas n'étaient pas toujours légendés.

A2.4. L'expression de la valeur du poids est très souvent bien donnée mais le lien entre les deux parties de la question a très rarement été remarqué malgré la consigne « En déduire ». Le jury tient à préciser aux candidats que la relation fondamentale de la statique des fluides ne s'applique que dans les fluides.

A2.5. La justification attendue ne pouvait se limiter qu'à comparer le sens de l'axe (Oz) avec celui du champ de pesanteur.

A2.6. et A2.7. L'intégration de la relation de la statique des fluides est, en moyenne, réalisée de façon satisfaisante. En revanche, il serait préférable d'explicitement les bornes d'intégration ou les conditions aux limites choisies.

A2.8. L'application numérique n'est pas souvent bien réalisée. De nouveau, le jury déplore que des candidats laissent sur leur copie des résultats absurdemment grands ou petits sans commentaire.

A3.1. Il y a beaucoup de bonnes réponses mais on attend une justification succincte. On attend le nom de la verrerie ainsi que sa capacité.

A3.2. Très peu de candidats trouvent l'équation de la réaction support du titrage. Le jury tient à souligner auprès des candidats l'importance cruciale de s'assurer de la pertinence de l'équation qu'ils proposent afin de pouvoir répondre aux questions qui en découlent directement (dans ce sujet, la quasi-totalité des questions de la sous-partie A3.). Bien que l'énoncé précise la composition des solutions, il y a des confusions entre le solide et les ions en solution. Les ions spectateurs ne doivent pas apparaître dans l'équation de la réaction. Quelques constantes thermodynamique d'équilibre sont correctes, mais cela reste très rare.

A3.3. Les réponses semblent davantage relever du hasard que de la connaissance des sondes courantes.

A3.4. Là encore, le jury a le sentiment que les réponses sont données aléatoirement.

A3.5. Bien qu'ayant répondu à la question précédente, peu de candidats justifient l'allure de la courbe à l'aide de cette question. Les légendes sur les axes sont souvent absentes. L'abscisse est souvent le temps. Il y a beaucoup de courbes qui correspondent à un suivi pH-métrique. Le jury tient à signaler aux futurs candidats que des questions expérimentales ont toutes leur place dans un sujet d'écrit.

A3.6. Cette question est assez peu abordée mais dans quelques copies elle est très bien traitée.

A3.7. Là encore, la question est peu abordée et on note une confusion entre le pourcentage massique en MgSO_4 ou en SO_4^{2-} . Il y a néanmoins quelques bonnes réponses.

B1.1. La position est en général trouvée mais pas toujours bien justifiée. Les ions usuels sont rarement proposés.

B1.2. Beaucoup de candidats écrivent un schéma de Lewis pour le NTO avec des atomes d'azote hypervalents. Il y a aussi souvent des schémas manifestement incorrects avec un nombre de charges formelles ne respectant pas la neutralité des molécules. Quelques candidats proposent des formules semi-développées et sont sanctionnés. D'autres proposent un schéma de Lewis du NTO faisant apparaître des motifs cycliques N-O-O. Bien que ces schémas soient formellement corrects, la forte instabilité de tels cycles rend ces structures peu plausibles.

B1.3. De nombreuses bonnes réponses correctement justifiées.

B1.4. Quelques rares bonnes réponses.

B1.5. Les raisonnements montrent une confusion grave sur la notion de stœchiométrie. Une majorité de candidats ont traduit la stœchiométrie sur les masses et non les quantités de matière. Dans beaucoup de copies, la somme des deux masses proposées est très loin des 3650 kg, il faut que les candidats prennent du recul sur leur résultat. Au final les bonnes réponses sont très rares.

B1.6. Une bonne partie des candidats calculent correctement l'enthalpie standard de réaction sans aller plus loin. Beaucoup donnent des relations sans préciser les conditions d'application. Il n'y a eu aucune réponse complète.

B2.1. Si la loi des gaz parfaits est connue de quasiment tous les candidats, les hypothèses du modèle sont largement ignorées. Le modèle du gaz parfait est souvent confondu avec le modèle de la phase condensée indilatable et incompressible ou bien le modèle de l'écoulement parfait ou bien encore avec la famille des gaz nobles.

B2.2. La définition de l'enthalpie $H = U + PV$ est majoritairement ignorée.

B2.3. Le lien entre capacité thermique et capacité thermique massique n'est pas évident pour une partie des candidats. La définition de la capacité thermique $(\partial H/\partial T)_P$ ne doit pas être confondue avec son interprétation : « quantité d'énergie à transférer à pression constante à un système pour augmenter sa température d'un kelvin ».

B2.4. Le jury attendait que le candidat définisse le terme adiabatique et relève l'absence de pièces mobiles dans la tuyère.

B2.5. Cette question a été rarement traitée. Le jury a été attentif à la rigueur des développements mathématiques, notamment aux erreurs de signes qui pouvaient venir d'une mauvaise application de l'opérateur Δ .

B2.6. L'application numérique a rarement été correctement effectuée, bien souvent parce que la masse molaire n'a pas été convertie. Notons que la critique d'un modèle justifiée par un écart significatif entre une mesure et une valeur attendue est tout aussi intéressante à relever que la validité du modèle lorsque l'écart est significativement faible.

B3.1. Le jury rappelle qu'une équation de réaction doit être ajustée.

B3.2. La nature du mécanisme est rarement justifiée. Beaucoup de candidats inversent les deux étapes en formant un amidure puis en réalisant ensuite la substitution nucléophile, ce qui ne peut être accepté.

B3.3. Il y a de nombreuses bonnes réponses, mais la notion d'isomérisation n'est pas toujours maîtrisée pour certains qui représentent une même molécule en effectuant des rotations.

B3.4. Le calcul des nombres d'oxydation est rarement correct ce qui ne permet pas ensuite de conclure sur la nature des réactifs.

B3.5. Il y a de nombreuses bonnes réponses.

B3.6. Cette question est globalement peu traitée. Le jury a été surpris de voir que beaucoup de candidats ont introduit leur propre notation en nommant k_1 et k_{-1} les deux constantes de vitesse de la première étape et n'ont donc pas utilisé la constante d'équilibre K . Le jury remarque aussi que les autres notations comme v' et v'' entre autres ne sont pas adoptées par de nombreux candidats ce qui entraîne de la confusion.

B3.7. Cette question n'est pas traitée.

Le jury espère que toutes ces remarques permettront aux futurs candidats de bien préparer cette épreuve.