2.2.D - PHYSIQUE II - Filière MP

I) REMARQUES GENERALES

Le problème proposé pour cette épreuve était organisé autour du thème de la montgolfière. Après quelques questions portant sur l'évolution de la pression en fonction de l'altitude, les candidats étaient amenés à étudier l'équilibre de la montgolfière, puis les techniques utilisées pour faire varier l'altitude. Une dernière partie, enfin, traitait de la forme de l'enveloppe.

Les connaissances théoriques nécessaires étaient toutes du programme de la première année de classe préparatoire. En revanche, certains raisonnements et certaines méthodes relevaient nettement des acquis de seconde année : discussion de la stabilité d'un équilibre, établissement de l'équation différentielle vérifiée par la surface de l'enveloppe, etc.

II) REMARQUES PARTICULIERES

Les applications numériques

Ne pas faire les applications numériques est une politique désastreuse. Le barème qui leur est attribué est loin d'être négligeable et de plus, un certain nombre de raisonnements s'appuient sur les valeurs obtenues par ces applications numériques (pour justifier des approximations, par exemple). Enfin, un résultat aberrant doit signaler une erreur dans l'expression littérale obtenue.

Répétons une fois encore qu'une valeur non accompagnée de l'unité associée est inhomogène, donc fausse. Ecrire $m = 3$ est non seulement ambigu (3 kg ? 3 μ g ?), mais faux : une masse ne peut être égale à un nombre sans dimension.

Les candidats qui ne s'imposent pas cette discipline élémentaire se voient lourdement pénalisés.

Par ailleurs, savoir écrire correctement une valeur avec son unité, manifeste un certain niveau de compréhension du problème. Les candidats qui ont répondu : $H = 8,5\times10^3 J.N^{-1}$; réponse au demeurant formellement exacte, n'ont très certainement pas vraiment saisi que H est la hauteur caractéristique de l'évolution de la pression.

Répétons également qu'il convient de porter une attention toute particulière aux chiffres significatifs dans le résultat d'une application numérique. Toutes les données du problème ayant au plus 3 chiffres significatifs, il est clair que dans une réponse du type : $z_{50\%}^{iso} = 6480,059m$, le degré de confiance à accorder aux 4 derniers chiffres est nul. Sous cette forme, la réponse est donc perfectible. Il aurait mieux valu fallu écrire cette valeur ainsi : $6,48.10^3$m.

La calculatrice est un outil fort commode, mais elle reste un outil qu'il faut savoir maîtriser. Là aussi, les candidats qui, en dépit de remarques maintes fois répétées, ne s'imposent pas cette discipline élémentaire sont pénalisés et souvent perdent bêtement de précieux points.

Quand un résultat numérique est commenté, encore faut-il que ce commentaire soit pertinent. En particulier, rappelons qu'une grandeur ne peut être grande ou petite que relativement à une autre. Une phrase du type : « On trouve alors z_m = 13,1 km (ce qui est beaucoup !) » n'a aucun sens car son auteur n'a pas précisé ce que signifie z_m (altitude maximale) ni par rapport à quelle autre distance il compare z_m.

Comme nous l'avons évoqué plus haut, les applications numériques peuvent servir à détecter des erreurs : $z_{50\%}^{iso} = -847m$ (sans commentaire particulier) semblerait signifier que la pression augmente avec l'altitude. Certains candidats qui trouvent un tel résultat ont au moins la clairvoyance de préciser que, ce résultat étant impossible, leur calcul doit être faux. Quant au candidat qui a écrit : $z_{50\%}^{iso} = 8,1\times10^{-5} m$, a-t-il pensé à la valeur de la pression de l'air en haut d'un immeuble de 5 étages ?

Pour ce qui est de la température de décollage, les records respectifs sont de $0,4K$ et $1602K$; sans commentaire...

De (trop) nombreux candidats ont perdu beaucoup de points pour des applications numériques fausses, toutes issues de la même erreur originelle sur la masse molaire moyenne de l'air. L'oubli du 2 de

0_2 et N_2 leur a donné une masse molaire de l'ordre de $14,5 g.mol^{-1}$, valeur encadrée et admise sans discussion alors que tous ces candidats, ou presque, savent depuis fort longtemps que pour l'air : $M \approx 29 g.mol^{-1}$. Même si le stress du concours rend l'exercice un peu délicat, un peu de recul leur aurait été fort profitable.

La rigueur

Vaste sujet… C'est la principale qualité que l'on attend d'un praticien des sciences et c'est celle que l'on doit évaluer en priorité dans un concours. Les raisonnements doivent être clairs, argumentés et reposer sur des définitions exactes. Les lois doivent être énoncées rigoureusement, sans confusion entre grandeurs qui se ressemblent.

Pour cette année, intéressons-nous aux bilans thermodynamiques. Les correcteurs sont toujours attentifs à la justification des réponses. Ainsi, l'énoncé de la question 15 suggérait d'utiliser le coefficient C_p. Il fallait donc justifier (même très brièvement) $\delta Q = n_i C_p T_i$ par le fait que l'évolution est isobare, donc $\delta Q = dH$.

Si de nombreux candidats l'ont correctement fait, d'autres, presque aussi nombreux, sont arrivés au résultat suggéré après un galimatias de confusions, d'affirmations fantaisistes et de théories mal maîtrisées. Citons, entre autres :

$dU = C_p dT$ avec $\delta W = 0$ pour une isobare ou Pour une transformation isobare : $dU = nC_p dT$; Transformation à la fois isobare et isochore donc $\delta Q = dU = dH = nC_p dt$

Les bilans thermodynamiques doivent toujours être établis avec un grand souci de précision : quel est le système *fermé* considéré ? Quels sont ses échanges énergétiques *avec l'extérieur* ? La question 20 (refroidissement suite à l'ouverture de la trappe) a très rarement été traitée correctement : très peu de candidats ont vu que la quantité δn d'air admis est différente de la quantité δn_i d'air évacué et ont fait un bilan énergétique rigoureux. Ils ont pour la plupart été sauvés par le fait que leur erreur conduisait à une différence d'ordre 2 éliminée du résultat, mais, bien entendu, les correcteurs étaient vigilants et ont sanctionné ces à-peu-près.

La modélisation

Modéliser l'atmosphère par une évolution des températures à gradient constant revient à supposer l'existence d'un coefficient tel que $T = T_0(1-\alpha z)$. La pertinence de ce modèle est alors validée si l'évolution de la pression est caractérisée par un coefficient β tel que : $\beta = 1/\alpha H$. Il fallait donc, à partir des données expérimentales, vérifier si les évolutions de la température et de la pression permettaient bien de déterminer des valeurs expérimentales de α et β, le modèle étant plus ou moins validé selon la proximité des valeurs de β et de $1/\alpha H$. La plupart des candidats n'ont pas saisi cette notion, capitale, de modélisation. Ils se sont contentés de comparer les données expérimentales aux résultats numériques obtenus à partir d'une valeur arbitraire de α fournie à la question précédente et de ce fait considérée comme une donnée intangible.

III) CONCLUSION

Pour conclure, nous avons été confrontés à des copies reflétant une très grande dispersion de niveaux. Certains candidats ne réussissent pas à établir l'expression de la pression en fonction de l'altitude pour une atmosphère isotherme. D'autres parviennent à analyser correctement les contraintes sur un des filins de l'enveloppe.

Si l'impression d'ensemble ne nous laisse pas une impression très positive quant à l'assimilation du programme par tous les candidats, l'examen des nombreuses bonnes copies, celles qui vraisemblablement ont été produites par les futurs admis, nous permet de terminer sur une note plus optimiste.