6. Rapport relatif à la composition de physique

Remarques générales

Dans la continuité des années précédentes, l'épreuve de composition permet d'évaluer le niveau général des candidats en physique. Elle présente des aspects « question de cours » où la future enseignante ou le futur enseignant doit montrer ses connaissances et ses qualités d'exposition, avec concision et en employant les mots justes.

C'est pourquoi le sujet met délibérément l'accent sur des questions « qualitatives » où doivent être mis en lumière ou commentés des concepts fondamentaux rencontrés dans de larges domaines de la physique : propagation, diffusion, dispersion, ondes planes (progressives ou stationnaires), résonance, guidage, filtrage, notions de pression, de viscosité, etc.

L'aspect expérimental est tout aussi important : plusieurs questions concernant des grandeurs physiques demandent des valeurs numériques ou des ordres de grandeur (célérité, pression...) voire des protocoles expérimentaux simples permettant de les mesurer (expériences souvent rencontrées dans l'épreuve orale du montage...).

La partie A, qui a pour sujet le phénomène de propagation (envisagé dans une large mesure en s'appuyant sur l'électromagnétisme), est traitée, au moins partiellement, par la très grande majorité des candidats.

La partie B aborde la physique des fluides, les différentes notions qui interviennent (pression, viscosité, capillarité) et les équations élémentaires qui régissent l'écoulement d'un fluide.

La partie C privilégie l'étude des ondes acoustiques et propose quelques exemples d'application (filtre acoustique, pavillon exponentiel, ...). Ces deux parties sont le plus souvent assez partiellement étudiées, même si quelques bonnes copies traitent l'une ou l'autre de façon quasi exhaustive.

La partie D qui s'intéresse aux ondes de surface et compare les effets de gravité et de capillarité n'est que très rarement abordée.

Les correcteurs constatent qu'un grand nombre de candidats, face à des questions qualitatives, demandant des idées claires et un certain esprit de synthèse, semblent paralysés et plus lents que lorsqu'il s'agit d'écrire des équations. Il est vrai que les correcteurs ont pu apprécier de très bonnes copies, où il est fait montre d'une grande connaissance des phénomènes et surtout d'une excellente capacité à les exposer avec simplicité et précision. Mais trop de candidats, au mieux, n'ont pas les qualités d'expression leur permettant de montrer qu'ils ont compris ce qu'ils exposent, et, au pire, ont des idées si confuses qu'ils peuvent dire quelque chose et son contraire en réponse à une même question.

En réponse à des questions « qualitatives », deux écueils importants doivent être évités :

- La paraphrase pure et simple :
 - « un guide d'onde est un guide qui sert à guider les ondes électromagnétiques »
 - « les forces de pression sont à l'origine de la pression ».
- L'à-peu-près présent dans tant de copies et dont voici une forme extrême : « une onde plane est une onde qui se propage dans un plan »

On trouve là l'exemple typique d'un candidat dont on n'est pas tout à fait sûr qu'il « pense » un contresens, mais qui en tout cas ne possède pas « les mots pour le dire ».

Remarques portant sur des points particuliers

Les remarques qui suivent correspondent à des situations fréquemment rencontrées et ont pour but d'aider les candidats.

A3f Les réponses à cette question sont de nature et de qualité très diverses. Donner une définition simple, claire et unique, de l'impédance d'un milieu vis-à-vis d'une onde n'est certes pas chose facile. De nombreux candidats évoquent un quotient de 2 grandeurs « cause » et « effet » ; d'autres se limitent plus prudemment à l'idée d'un quotient de grandeurs couplées ; d'autres, enfin, moins nombreux, envisagent surtout la notion d'impédance en rapport avec une éventuelle limite du milieu. Le jury a favorablement accueilli et noté toutes les informations justes et intéressantes.

L'étude des régimes électriques sinusoïdaux associe souvent les notions de résistance (électrique) et d'impédance. De là vient probablement la confusion qui conduit à définir malencontreusement l'impédance comme « la résistance opposée par le milieu à la propagation de l'onde ».

A3g Il n'est donc pas surprenant, dans ces conditions, de lire : « un conducteur parfait n'oppose aucune résistance au passage d'une onde : son impédance est donc nulle »...

A4b Une onde stationnaire n'est pas « une onde indépendante du temps ». Elle ne peut non plus être réduite à « une onde qui ne se propage pas ». Ce qui « ne se propage pas », c'est évidemment l'énergie ; en électromagnétisme, pour une onde stationnaire, la valeur moyenne du vecteur de Poynting est nulle.

A4c-d La création d'une onde stationnaire ne nécessite que la réflexion totale d'une onde sur une limite, indépendamment de sa fréquence. En revanche, un milieu doublement limité ne permet que la création d'ondes stationnaires résonnantes dont il impose les fréquences. Une telle différence justifiait l'existence des 2 questions c et d.

A5a Le prisme est un instrument dispersif. Mais il n'est pas correct de conclure que la dispersion entraîne « l'éparpillement de l'onde dans différentes directions ». La définition de l'absorption doit dépasser la mention d'une simple « atténuation » de l'onde (qu'on trouve également dans l'onde sphérique se propageant dans un milieu non absorbant) : un argument énergétique s'impose.

A5b La notion de paquet d'ondes est souvent introduite à partir de la superposition de deux ondes de fréquences voisines. Mais on ne peut pas se limiter à cet exemple, instructif mais trop élémentaire. Un recours à l'analyse de Fourier est judicieux.

A6b Pour déterminer le caractère guidé ou non d'une onde, il ne suffit pas de regarder la direction moyenne du vecteur d'onde par rapport aux limites, une comparaison des dimensions caractéristiques du guide et de l'onde est nécessaire. En outre, le gigahertz (GHz) vaut de 10^6 à 10^{12} Hz, suivant les copies.

B1a Evoquer les termes d'accélération locale et convective est insuffisant. La question suggère de les expliciter et d'en donner une interprétation physique. Une fois encore, affirmer qu'« on utilise un colorant pour visualiser le mouvement d'un fluide » ne constitue pas non plus une réponse satisfaisante. De même, les lignes de courant ne sont pas des courbes à module de vitesse constant.

B2b Cette question met en lumière les différences entre des candidats « physiciens » qui citent souvent de nombreux et divers ordres de grandeur de pression, pertinents et parfois originaux, et d'autres qui ne connaissent que la pression atmosphérique (souvent présentée comme valant 1bar) et la pression nulle !

B2e La question est parfois mal comprise : il s'agit de discuter de la prise en compte du caractère non galiléen du référentiel terrestre et non des propriétés d'un référentiel non galiléen en général.

Par ailleurs, la force d'inertie d'entraînement est incluse dans la définition du champ de pesanteur, et la force d'inertie de Coriolis est nulle quand le fluide est au repos dans ce référentiel.

B3f La construction même du nombre de Reynolds, par comparaison des termes de convection et diffusion dans l'équation de Navier-Stokes, ou des temps caractéristiques correspondants, indique bien l'intérêt qu'il présente pour l'évaluation de l'importance relative des deux phénomènes dans la maîtrise de l'écoulement du fluide. Son utilisation pour la distinction des écoulements laminaires et turbulents peut être pertinente pourvu qu'on définisse ces notions et l'origine de la valeur numérique frontière séparant les 2 types d'écoulements.

B3i La question est à relier à la précédente : l'écoulement est ici structurellement laminaire (imposé par la symétrie) et maîtrisé par la viscosité. L'évaluation du nombre de Reynolds peut d'ailleurs renseigner sur l'éventuelle instabilité de ce régime.

B4a Le bel exemple de paraphrase : « les forces de tension superficielle sont à l'origine du phénomène de capillarité » ne peut pas constituer à lui seul une réponse à cette question.

B5b Il faut distinguer fluide incompressible (où la dérivée partielle par rapport au temps de la masse volumique est identiquement nulle) et écoulement incompressible (où c'est la dérivée particulaire de la même grandeur qui est identiquement nulle).

C1a Toute valeur numérique de la surpression comprise dans l'intervalle d'audition de l'oreille humaine a été retenue comme bonne par le jury.

C1g Il n'est pas raisonnable de donner une amplitude de déplacement du tympan de 75 cm

C1i Le jury attend simplement une réponse argumentée sur la signification de l'échelle logarithmique et /ou sur la courbe de réponse de l'oreille humaine.

C2g On retrouve ici à l'écrit, les confusions aussi rencontrées à l'oral entre les notions d'adaptation d'impédance, de résonance et d'amplification ...

C4g Pour certains candidats, affirmer que le porte-voix amplifie la voix est un argument permettant de justifier qu'il est non absorbant ! En réalité, un porte-voix n'est pas un amplificateur. Une démonstration complète de la « transparence » de l'appareil n'est que très rarement effectuée.

Conclusion

L'épreuve a été construite de façon à aborder des sujets très variés. Elle a été correctement réussie par l'ensemble des candidats admissibles et a permis une évaluation graduelle des candidats, atteignant ainsi l'objectif visé.