

EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE 2

par **Henri CORTÈS**, Maître de Conférences à la retraite

Au risque de paraître volumineux, le texte a été conçu pour offrir un grand choix de questions indépendantes et variées. Du qualitatif faisant appel au sens physique, des questions proches du cours et d'autres exigeant un peu de réflexion, des applications numériques enfin pour déboucher sur du concret et tester ainsi la cohérence des modèles. L'ensemble était réparti sur le programme des deux années du cycle préparatoire.

Les correcteurs ont trouvé quelques excellentes copies révélatrices d'un bon apprentissage du cours et surtout d'une bonne prise en compte de l'énoncé. A l'inverse, ils ont noté trop fréquemment de graves lacunes concernant le cours, une imprécision permanente dans les réponses et, ce qui est plus grave, une incompréhension des différents phénomènes physiques abordés.

- Des résultats sont avancés sans la moindre justification. Au pire, quand une formule à démontrer est donnée par l'énoncé, certains pensent pouvoir tromper la vigilance des correcteurs en donnant une démonstration farfelue !
- Les applications numériques sont souvent esquivées, rarement bien faites, couramment sans unité ou avec une unité fantaisiste. (*Une manière de se priver d'un nombre de points non négligeables !*).
- Des réponses montrent que l'énoncé a été lu de manière trop superficielle.

PROBLEME I

A.1. - Un petit nombre erreurs sur le domaine visible.

A.2. et A.3. - On attendait du candidat qu'il ait pris conscience du fait que la couleur que l'on attribue à un objet non émissif est celle des radiations qu'il renvoie. On reste surpris par le trop grand nombre de réponses incohérentes. Des tissus bleus sont devenus transparents sous la lumière du néon !

Certains ont interprété le "ciel" observé hors atmosphère non pas comme l'espace vide interplanétaire, mais comme défini par la couche atmosphérique entourant la terre.

A.4. - Bien que classique, cette question a été souvent mal réussie. Beaucoup n'ont pas compris qu'il s'agissait de lumière *diffusée* prédominante dans le cas du bleu du ciel et de lumière *transmise* prédominante dans le cas du rouge du soleil couchant. Leur argumentation a souvent été fondée sur le fait que la puissance diffusée *pour un éclairage donné*, est proportionnelle à la puissance quatre de la fréquence. Il a alors été conclu que la fréquence au coucher est plus faible puisque l'éclairage solaire est plus faible ! C'est peut-être ce qui a fait dire à quelques candidats que "la fréquence de l'onde lumineuse émise par le soleil varie selon la position de ce dernier par rapport à la terre" !

B.1. - De trop fréquentes confusions avec la diffusion et la diffraction, essentiellement dues à l'ignorance de la terminologie propre au physicien. Très peu expliquent que la séparation directionnelle des différentes longueurs d'ondes est due à des vitesses de propagation différentes.

Quantité de "perles" (*on en a vu de toutes les "couleurs" !*) ont été relevées parmi les définitions données.

B.2. - Un manque de rigueur très fréquent lorsqu'on se contente de dire que le rayon réfracté et le rayon incident sont dans un même plan. Lequel ?

- Trop de calculs tortueux !

B.3. - Des réponses curieuses : $dD/di = 1$ ou $dD/di = \text{constante}$. Lorsque la bonne formulation $dD/di = 0$ est établie, il arrive par la suite qu'elle soit mal interprétée. En effet celle-ci n'est pas vérifiée quel que soit i , mais seulement au voisinage d'une valeur particulière de i et c'est précisément autour de cette valeur qu'il y a accumulation de lumière.

B.4. - Beaucoup ne pensent pas à utiliser les expressions obtenues à la question B.2. Des résultats désespérément non simplifiés tels que " $D = i - r + \arcsin(\sin i) - \arcsin(\sin r)$ " ou bien non correctement explicités.

B.5. - Question assez peu traitée et rarement réussie.

B.6. - Rares résultats exacts jusqu'au bout. On voit des arcs-en-ciel rectilignes !

B.7. - Sur cette question d'optique ondulatoire, les copies sont particulièrement décevantes :

- la définition du chemin optique n'est pas toujours connue ;

- la condition d'interférence constructive est très rarement donnée !

C.1. - Le résultat étant fourni, "*tous les moyens sont bons*" pour faire apparaître le facteur $1/2$!

C.2. - Seule une minorité de candidats sait calculer le module d'un nombre complexe. Bon nombre le confondent avec la partie réelle !

C.3. - Oubli fréquent de l'indice optique dans l'argument du cosinus.

C.4. - Le rôle de la représentation graphique fournie dans l'énoncé était de permettre au candidat de comprendre le sens de l'expression trouvée à la question précédente. Il ne s'agissait pas pour lui de lire (mal) sur la figure la position des pics !

C.5. - Rares bonnes réponses, les candidats étant, en général, incapables de proposer et de mener à bien une méthode de résolution.

PROBLEME II

1.1. - Concernant la loi, on a quasiment tout vu : bonhomme d'Ampère, main droite, Lorentz, Henz, règle du vissage, loi de Hess, effet Hall, Biot et Savart, Newmann, Henry, loi d'Ohm, Beer-Lambert, Faraday, loi de discontinuité du champ magnétique, loi du tire-bouchon et (sic) "les courants font tourner la Place" !

1.2. - Fréquentes inversions dans l'ordre du produit vectoriel. Les notations précisées dans l'énoncé ne sont pas respectées ; en particulier " n " est souvent pris pour désigner la densité volumique de charge.

1.3. - Certains candidats ne comprennent pas l'expression "courant de déplacement".

- Des démonstrations parfois "fumeuses" pour justifier la décroissance exponentielle dans le temps de la densité volumique de charge. On trouve quelques inversions où le terme des courants de conduction est négligé devant le terme des courants de déplacement, alors tout ce qui suit devient faux !

1.4. et 1.5. - Calculs classiques, réussis par une bonne proportion des candidats qui abordent ces questions.

1.6. et 1.7. - Des erreurs dans la définition de la profondeur de pénétration δ et aussi dans les calculs numériques. Bonnes réactions de la part de quelques candidats signalant que dans le cas de l'acier amagnétique, l'épaisseur de la plaque est juste supérieure à 3δ , profondeur à laquelle on trouve encore environ 5% de courants résiduels.

1.8. - Rares réponses cohérentes.

2.1. et 2.2. - Résultats numériques très aléatoires dus souvent à des confusions entre rayon, diamètre et longueur de fil...

2.3. et 2.4. - Les erreurs fréquemment rencontrées sont :

- mauvaise connaissance des lois du couplage par mutuelle-inductance ;

- mauvais usage de la notation complexe, surtout pour le calcul des puissances !

3. - Question rarement abordée et plus rarement encore réussie. *Pour éviter un accident dû à l'utilisation d'un récipient en acier amagnétique, un candidat propose tout simplement de changer les casseroles !*

En conclusion, nous terminerons par quelques conseils aux futurs candidats qui voudront bien les lire :

► En face de deux problèmes indépendants et lorsque l'importance relative de ceux-ci est précisée dans l'en-tête, il est indispensable de gérer votre temps durant l'épreuve pour viser la note maximale correspondant à vos capacités. **Ne jamais faire l'impasse sur un problème !** Ces remarques sont aussi valables dans une certaine mesure pour les parties indépendantes de chaque problème.

► Une première lecture du sujet doit vous permettre d'**identifier les questions de cours** qu'il est impératif de traiter correctement en s'adaptant aux questions posées par l'énoncé : vous n'aurez jamais exactement la même formulation que celle de votre professeur. Dans le cas de cette épreuve, il fallait remarquer que la partie I (8 questions) du second problème n'était autre que le cours sur l'effet de peau appliqué au vecteur densité de courant. Pour le premier problème, la première lecture faisait apparaître quelques questions de cours réparties dans tout le problème. Il est impératif de connaître les définitions de son cours parfaitement « comme une récitation », ce sont surtout les définitions de départ et non les conséquences finales qu'il faut connaître.

► Quand vous commencez un problème, il faut **vous laisser guider par l'énoncé et suivre cet énoncé pas à pas** ; en général les questions s'enchaînent avec une certaine logique ; si l'on vous demandait au départ d'exprimer une relation comme dr/di , c'est qu'on allait l'utiliser dans la suite.

► Beaucoup de candidats se refusent à raisonner sur des schémas, c'est pourtant l'outil indispensable pour la compréhension des phénomènes : dans le cas présent, les schémas de la goutte de pluie étaient suffisamment grands et nombreux pour être utilisés sur l'énoncé (gain de temps très important et aussi beaucoup d'erreurs sur les déviations auraient été évitées).

► Avant de répondre à une question, faites bien attention à intégrer toutes les hypothèses de l'énoncé : soulignez-les sur votre sujet et vérifiez que vous les utilisez bien.

► Entraînez-vous dans l'année à faire les applications numériques : cela rapporte souvent des points. Mais, bien sûr, il ne s'agit pas d'y passer un temps exagéré ; ici par exemple, vous pouviez vous limiter à celles de l'arc-en-ciel primaire et laisser de côté celles de l'arc secondaire afin de garder du temps pour la troisième partie du problème.

► Enfin une dernière chose, ne négligez pas le cours de première année : il y a toujours une partie du problème sur le cours de première année : l'électrocinétique de Sup en régime forcé doit être maîtrisée y compris les problèmes de **puissance**, notion capitale en physique.

Toutes ces remarques, vos professeurs vous les ont très probablement énoncées, alors : écoutez-les !!!