

## EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE 2

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

Selon les observations rapportées par l'ensemble des correcteurs, il résulte que cette épreuve, très modulaire, recouvrant une grande partie du programme de PC et associant des questions faciles, des questions de cours et d'autres demandant un bon esprit de modélisation, a été globalement bien réussie par les candidats sérieux ayant une bonne connaissance transversale du programme ; toutes les questions ont reçu pour le moins un petit nombre de réponses satisfaisantes. D'un nombre appréciable de très bons scores, à quelques copies étonnamment bien en deçà du niveau exigible, la répartition des notes s'est trouvée très étalée.

- On note globalement un effort pour la présentation et la clarté de la rédaction bien que certaines copies restent rédigées sans soins : méthodes et calculs développés sans la moindre explication, résultats insuffisamment mis en valeur, écriture parfois indéchiffrable.

- Comme fréquemment constaté les années antérieures, le second problème de l'épreuve a été en général moins bien achevé que le premier. *On peut conseiller aux futurs candidats de prendre le temps de parcourir les deux sujets, pour commencer par celui qui pourrait leur être le plus favorable.*

- Parmi les erreurs les plus communes, on relève des formules inhomogènes, des résultats numériques sans unité, des raisonnements irrecevables, des phrases dénuées de sens. *Rappelons que la vérification de l'homogénéité permet d'éliminer bon nombre d'erreurs et que son absence est, de ce fait, impardonnable !*

Les connaissances mathématiques de base (comme la résolution d'une équation différentielle du second ordre à coefficients constants, voire d'une équation du premier ordre ; la maîtrise des nombres complexes) ne sont pas toujours acquises. Enfin, il semble qu'un grand nombre de candidats peinent à se servir de leurs calculatrices, dans la mesure où des expressions littérales correctes sont souvent suivies d'applications numériques fausses. *D'un point de vue pragmatique, il n'est pas raisonnable de se priver des points systématiquement attribués aux applications numériques et plus fondamentalement, pour l'ingénieur et l'industriel, le résultat final se traduit par un nombre !*

- Bien qu'un relevé cumulatif des fautes réparties sur un ensemble de copies, ne soit pas représentatif d'une copie type pouvant présenter parallèlement beaucoup d'aspects positifs, un récapitulatif des défauts les plus notables s'impose :

...

## **PROBLÈME I :** **EFFETS DE MOYENNE EN RÉGIMES OSCILLATOIRES RAPIDES**

### **1) Questions préliminaires**

*Il faut toujours lire les énoncés avec attention et rigueur et éviter de se lancer aveuglément dans des explications ou des calculs excessivement longs, surtout lorsque la réponse est donnée dans la question !*

Preuve évidente d'un manque d'assimilation de la notion de décomposition spectrale d'une fonction périodique, un nombre frappant de candidats, une fois explicitée la forme recherchée de la solution :

$p(t) = \frac{\cos \varphi}{2} + \frac{\cos(2\omega t + \varphi)}{2}$ , ont perdu un temps précieux en voulant absolument déterminer les coefficients de Fourier en faisant usage des formules générales du cours de Mathématiques.

La notion de valeur moyenne temporelle n'est pas toujours bien assimilée. Beaucoup de candidats se lancent dans de longs calculs et l'on retrouve dans leurs résultats des termes dépendant du temps.

### **2) Effets d'inertie thermique**

La valeur numérique demandée est souvent fautive, car valeur efficace entraîne, chez les candidats, l'utilisation automatique du facteur  $\sqrt{2}$  qui n'est correct que dans le cas d'un signal strictement sinusoïdal, ce qui n'est pas le cas ici.

La définition de la tension efficace n'est pas toujours connue ; parmi les expressions qui ont été utilisées pour la désigner, la plus convenable étant « moyenne quadratique », on a trouvé : tension caractéristique, adaptée, utile, idéale, tension de saturation, de fonctionnement, de seuil, de résonance, de compensation, de phase !

### **3) Effets de moyenne en électrocinétique**

La principale faute relevée est l'utilisation de l'opérateur  $\frac{d}{dt} = i \omega$  alors que le régime sinusoïdal forcé a pour pulsation  $2\omega$ .

Beaucoup de mélanges dans les calculs, entre les notations réelles et leurs images complexes ; il arrive que l'on trouve les deux utilisées en même temps !

### **4) Effets de moyenne dans les capteurs optiques**

#### ***Interférences de deux ondes planes :***

Effet d'une mémorisation irréfléchie où la conclusion tient lieu de démonstration, on trouve trop souvent : « *Les éclaircissements s'ajoutent : donc il ne peut y avoir d'interférences* », sans qu'il soit dit que l'absence de figures d'interférences vient de l'uniformité de l'éclaircissement obtenu.

...

- Le principe d'Huygens-Fresnel est rarement donné de façon complète et la définition de la diffraction est parfois surprenante : « *La diffraction prend en compte la dispersion de l'onde et le fait que la lumière va même là où ce n'est pas éclairé* ».

L'on peut aussi regretter des réponses telles que : « *Le phénomène de diffraction s'écarte de l'optique géométrique car les lois de l'optique géométrique ne s'appliquent plus* ».

L'erreur la plus récurrente est celle qui consiste à croire que la diffraction s'écarte de l'optique géométrique car elle ne respecte pas les conditions de Gauss ou qu'elle n'est pas stigmatique, l'optique géométrique étant limitée à ces deux impératifs !

- Le terme de « cohérence » spatiale ou temporelle, est rarement défini avec rigueur, tout au moins assorti d'un commentaire pertinent. L'interprétation en est souvent laissée au correcteur !

### ***Principe de l'imagerie par diffraction :***

Le calcul de l'intégrale a rarement été mené jusqu'au bout, peu de candidats pensant à décomposer le cosinus en exponentielle complexe ; parmi les rares « vainqueurs » de ce calcul, plus rares encore ont été ceux qui ont su dire qu'un sinus cardinal n'est notable que lorsque son argument est voisin de zéro.

On voit trop de simplifications du terme de transmission sous le prétexte que l'hologramme est éclairé sous incidence normale !

Les schémas ne sont, en général, ni accompagnés de commentaires, ni suffisamment bien dessinés, pour qu'on puisse en interpréter la construction.

### ***Phénomène de battements :***

- La bande passante de l'oreille humaine n'est pas toujours connue, souvent approximative. Elle est parfois confondue avec celle de l'œil !

- La question sur l'effet Doppler, bien que très décomposée, a souvent posé problème, lorsqu'elle n'a pas été abandonnée.

## **PROBLÈME II :**

### **PROPAGATION LE LONG DE LIGNES A CONSTANTES RÉPARTIES**

#### **1) Modélisation d'une ligne électrique composée de résistances réparties uniformément**

*La règle de Millman*, établie à l'origine par son auteur, pour déterminer le générateur linéaire de tension équivalent à un ensemble de générateurs linéaires associés en parallèles, a été souvent étendue pour énoncer, sous forme d'un théorème, l'aboutissant d'une loi des nœuds des plus élémentaires. Sinon, beaucoup d'erreurs de signe dans l'expression de la loi des nœuds et d'oublis d'un facteur  $\frac{1}{2}$  dans le second ordre du développement de Taylor. On aboutit souvent à des équations différentielles folkloriques avec en particulier des reliquats de  $dx$  ou  $dx^2$  dans les coefficients !

...

## **2) Modélisation d'une ligne électrique infinie composée de résistances longitudinales et de capacités transversales réparties uniformément**

Beaucoup sont arrêtés ne sachant déterminer  $(i)^{1/2}$ .

Quelques noms variés comme « équation de propagation » pour désigner la relation de dispersion et beaucoup d'orthographe aussi.

## **3) Propagation de la chaleur dans le sol**

Beaucoup de maladroites pour extraire la vitesse de phase à partir de la relation de dispersion.

## **4) Transport industriel de la chaleur**

Le bilan enthalpique était clairement explicité dans l'énoncé et il fallait se laisser guider pour établir l'équation différentielle du premier ordre recherchée ; plusieurs ont résolu aisément les applications numériques demandées qui étaient nombreuses et donc, au total, avantageusement « rémunérées ».

Cependant, des oublis de  $\theta_{ext}$  et des erreurs de signe ont perdu beaucoup de candidats.

Quelques-uns se sont égarés en voulant utiliser, plutôt que la loi des nœuds, le théorème dit de Millman, non applicable ici !

Le débit massique est parfois devenu « coefficient de diffusivité » et la conductance fluide donnée par :  $G = D_v c / \rho$ .