

## Composition de Physique 2, Filière PC

Rapport de Mme Nathalie PALANQUE-DELABROUILLE et M. Laurent SCHOEFFEL, correcteurs.

Le sujet propose une étude de deux phénomènes d'hystérésis. Il est composé de deux problèmes indépendants. Le premier traite du mouvement d'une sonde à proximité d'une surface et de son interaction avec cette dernière. Le phénomène d'hystérésis se manifeste lors de la séquence d'approche-retrait de la sonde au voisinage de la surface. Le second problème concerne la réflexion à la surface d'un dioptre plan. En régime non linéaire, un phénomène d'hystérésis apparaît lors de la variation du coefficient de réflexion (en condition de réflexion quasi-totale) en fonction de l'intensité de l'onde incidente.

La répartition des notes des candidats français est la suivante :

$0 \leq N < 4$	26	1,9 %
$4 \leq N < 8$	263	19,3 %
$8 \leq N < 12$	627	45,9 %
$12 \leq N < 16$	381	27,9 %
$16 \leq N \leq 20$	68	5,0 %
Total	1365	100 %
Nombre de copies : 1365		
Note moyenne 10,53		
Écart-type : 3,20		

De manière générale, les deux problèmes ont été abordés par les candidats. En moyenne, la moitié des points du premier problème ont été obtenus et un tiers de ceux du deuxième. Et dans l'ensemble, les élèves se sont sentis assez à l'aise dans ces deux problèmes. De plus, le sujet était assez court, ce qui a permis de sélectionner les candidats sur leur compréhension et non leur vitesse. Nous constatons que les candidats connaissent bien leur cours et ont su dans ce sujet aborder l'ensemble des questions auxquelles ils savaient répondre.

## Partie I

(I.1.1) Question de cours sans difficulté.

(I.1.2) 86% des points attribués sur cette question. Question simple mais souvent l'une des expressions était mal dimensionnée.

(I.1.3) Le passage en notations complexes, bien que non suggéré par l'énoncé, rendait la question beaucoup plus simple et de nombreux candidats l'ont adopté.

(I.1.4) Quelques uns ont exprimé la pulsation au lieu de la fréquence. Attention de bien lire l'énoncé.

(I.2.1) Question de cours. Cependant, nous avons noté quelques oublis dans les coefficients du développement de Taylor.

(I.2.2) Question immédiate sans difficulté.

(I.2.3) et (I.2.4) Questions intéressantes en général bien traitées. Certains ont cependant discuté l'effet sur l'amplitude et non sur la position au repos (I.2.3). 50% des points attribués en moyenne pour chacune des questions.

(I.2.5) La bonne réponse a souvent été donnée (parfois intuitivement). Mais le raisonnement était parfois erroné en oubliant de linéariser les termes de degré deux et trois indiqués dans la question.

(I.3.1) Question immédiate.

(I.3.2) 60% des points attribués en moyenne. La question était délicate et les candidats, parfois guidés par la suite de l'énoncé, ont su la mener à terme dans la majorité des cas. On peut juste regretter que la disparition des termes en sinus, du fait de la parité de la fonction, n'ait pas été justifiée de manière systématique.

(I.3.3) Question délicate mais bien traitée en général avec 60% des points attribués en moyenne. Il était possible de résoudre soit rigoureusement soit par analogie avec les développements précédents.

(I.3.4) Simple calcul mathématique. 70% des points attribués en moyenne.

(I.3.5) Question sans difficulté.

(I.3.6) La plupart des candidats ont bien conclu sur ce que l'énoncé demandait mais en cherchant à dériver  $d$ , ce qui était loin d'être l'approche la plus simple. Ne pas négliger la composition de fonctions qui peut conduire plus simplement au sens de variation de la fonction composée.

(I.3.7) Application numérique sans difficulté.

(I.3.8) Première question vraiment difficile du sujet. 20% des points attribués en moyenne sur cette question. La plupart des candidats n'ont pas su utiliser de façon correcte les approximations suggérées dans la question, ni les applications numériques précédentes.

**(I.3.9)** Question immédiate.

**(I.3.10)** Attention à bien lire l'énoncé. Il fallait calculer  $d$  et non  $d^2$ .

**(I.3.11)** On aborde à partir de cette question le véritable phénomène d'hystérésis et peu de candidats ont su dépasser cette étape. **(I.3.12)** et **(I.3.13)** En moyenne moins de 10% des points attribués sur l'ensemble de ces deux questions. Seules les meilleures copies y sont parvenues. La difficulté se situait dans le passage des équations mathématiques au phénomène physique de l'hystérésis. Bien que ne sachant pas répondre à la question, nous avons noté que quasiment toutes les copies connaissaient la signification de l'hystérésis.

## Partie II

À part les questions de cours du début, ce problème était plus difficile à suivre. Ainsi, beaucoup de candidats n'ont répondu qu'aux questions simples et relativement indépendantes sans évoluer dans le problème.

**(II.1.1)** et **(II.1.2)** Questions de cours en général très bien traitées.

**(II.2.1)** Question simple bien traitée.

**(II.2.2)** 14% des points attribués en moyenne. Beaucoup de copies n'ont pas su mettre en place la condition de transmission et se sont limitées à la condition  $n_1 < n_2$ .

**(II.2.3)** Question simple, directe à partir de l'énoncé.

**(II.2.4)** Moins de 20% des points attribués en moyenne. De nouveau une question difficile et sélective. Il fallait maintenir la compréhension de l'énoncé et ne pas se tromper dans les développements limités.

**(II.2.5)** 25% des points attribués en moyenne. Question qui relève d'une étude mathématique de l'équation donnée à la question précédente. Beaucoup d'erreurs malgré tout.

**(II.2.6)** Question simple. 40% des points attribués en moyenne. La plupart des candidats ont su appliquer la valeur de  $r$  à l'équation mais ne savaient pas toujours d'où repartir pour le calcul de  $n_2$  et donc pour la conclusion de la question.

**(II.3.1)** Question sans difficulté.

**(II.3.2)** À partir de cette question, seules les meilleures copies ont continué le sujet. Des calculs hasardeux ne pouvaient pas conduire au résultat demandé. Il fallait faire de nouvelles approximations, non proposées par l'énoncé, et utiliser à bon escient les résultats précédents.

**(II.3.3)** Ceux qui ont pensé à calculer le déterminant de l'équation précédente ont résolu cette question.

**(II.3.4)** 3 copies au total (sur 1365) ont correctement répondu. Question très difficile.

**(II.3.5)** L'application numérique était souvent correcte. On a noté une bonne culture générale et des réponses raisonnables à cette question.

**(II.3.6)** voir **(II.3.4)**