

**Composition de Physique, Filière MP  
(XULCR)**

Le sujet portait sur l'étude d'une onde solitaire mécanique dans une chaîne de pendules couplés. La première partie avait pour but d'établir les équations qui régissent le mouvement des pendules et d'étudier un équivalent électrique dans le régime linéaire. La seconde partie était consacrée à l'étude du cas non-linéaire et à l'onde solitaire engendrée dans la chaîne.

Le problème était relativement long et complexe. Ainsi, peu de candidats ont pu aborder l'ensemble des questions. Les parties 1.1 et 1.2 ont été convenablement traitées par un grand nombre de candidats. A l'inverse, la partie 1.3 qui étudiait l'analogie électrique à travers la notion d'impédance a été très peu traitée. Une large majorité des candidats a traité convenablement les premières questions de la partie 2 mais n'a guère pu approfondir cette partie, certes délicate.

Les notes des candidats se répartissent de la façon suivante :

$0 \leq N < 4$	64	4,29 %
$4 \leq N < 8$	209	14,01 %
$8 \leq N < 12$	717	48,06 %
$12 \leq N < 16$	402	26,94 %
$16 \leq N \leq 20$	100	6,70 %
Total	1492	100 %
Nombre de copies : 1492		
Note moyenne : 10,63		
Écart-type : 3,53		

Avant de détailler les différentes questions, nous souhaitons faire quelques remarques générales :

1. L'énoncé accorde un poids important aux applications numériques. Le taux de mauvaises réponses à ces questions est frappant. Il est rappelé que les résultats sont attendus avec une large marge d'erreur. Aussi, il serait utile aux candidats de s'entraîner (sans calculatrice) au calcul numérique.
2. L'énoncé demandait également de nombreux commentaires physiques. Ces questions sont souvent négligées par les candidats alors qu'elles sont primordiales pour mettre en évidence une bonne compréhension des phénomènes physiques.
3. Les tracés des courbes sont trop souvent approximatifs. Même s'il est seulement demandé l'allure de la courbe, les candidats pourraient réfléchir aux tangentes à l'origine ou aux comportements asymptotiques.

4. Concernant les questions dont la réponse est donnée dans l'énoncé (du type « montrer que... »), les correcteurs n'apprécient guère les démonstrations manifestement de mauvaise foi. De très nombreuses copies partent d'un résultat faux pour arriver miraculeusement au résultat demandé. Il serait illusoire d'imaginer que les correcteurs se laissent facilement bernier par ce type d'arnaque. De plus, les candidats qui se prêtent à ce genre de technique s'exposent à une notation plus dure de la part d'un correcteur échaudé.
5. Enfin, le jury recommande vivement d'éviter les copies trop brouillonnes, raturées et inversant en permanence l'ordre des questions. Ce genre de copies met le correcteur dans de mauvaises dispositions et influe nécessairement sur la note.

Les questions du sujet ont donné lieu aux remarques suivantes :

- **Q1** : Beaucoup de candidats mentionnent la nécessité d'une liaison parfaite alors que tout est solidaire dans le dispositif. Beaucoup de réponses sont juste une reformulation de la question.
- **Q2** : Traitée correctement par un grand nombre de candidats mais les erreurs de signe ne sont pas rares.
- **Q3 et 4** : Beaucoup de réponses convenables.
- **Q5** : Lorsque la réponse est homogène, la plupart des copies mettent le terme "a" avec une puissance positive.
- **Q6** : De façon surprenante, un certain nombre de candidats s'étant trompé à la question Q2, donnent ici une réponse valable.
- **Q7** : Le développement de Taylor n'est pas maîtrisé dans 20% des cas avec le facteur  $1/2$  manquant pour le terme du second ordre.
- **Q8** : Très peu de bonnes réponses.
- **Q10** : Cette question nécessitait d'avoir bien compris la question 5. L'argument dimensionnel ne suffisait pas.
- **Q11** : De très nombreuses erreurs pour cette application numérique simple.
- **Q12** : Même remarque qu'à la question 8.
- **Q13–15** : Question globalement bien traités par les candidats, visiblement à l'aise avec ces notions. Attention néanmoins aux tracés trop approximatifs.
- **Q16–18** : La notion d'impédance mécanique (pourtant définie dans l'énoncé) semble avoir posé un problème insurmontable pour un très grand nombre de candidats. Ces questions ont été très mal traitées.
- **Q19** : Il semblerait que pour certains candidats, un câble coaxial soit avant tout un élément résistif (au point qu'on se demande pourquoi on l'utilise pour faire des mesures) et ne voient pas de problème à la présence d'un condensateur en série (en entrée).
- **Q20–25** : Sur plus de 2000 candidats, moins d'une dizaine ont traité ces questions.

Là encore, la notion d'impédance mécanique constitue un saut conceptuel insurmontable pour l'immense majorité des candidats.

- **Q26** : Un certain nombre de candidats ont néanmoins pu voir le lien avec la question 15.
- **Q27** : Cette question, qui ne nécessitait aucun résultat préalable a été bien traitée.
- **Q28–30** : A l'inverse, peu de candidats ont su réellement comprendre l'analogie avec le puits de potentiel. La question 30 en particulier a donné lieu à de nombreuses analyses erronées.
- **Q31** : Question plus mathématique, traitée par de nombreux candidats.
- **Q32–33** : Ces questions ont donné lieu à de nombreux tracés fantaisistes.
- **Q34** : Peu d'explications réellement convaincantes, mais de nombreux candidats ont néanmoins proposé des arguments (plus ou moins réalistes).
- **Q35** : L'analyse de la figure (certes assez complexe) semble avoir posé problème à de nombreux candidats.

Les questions finales n'ont été que très peu abordées par les candidats.

- Les questions 36 et 37 avaient pour but d'expliquer l'initialisation de l'onde.
- Les questions 38 à 42 concernant l'étude énergétique étaient complexes et demandaient un réel effort d'analyse. Elles ont été là encore très peu abordées.
- Concernant les trois dernières questions (difficiles) d'ouverture, peu de candidats ont su faire preuve d'une réelle culture physique. Ainsi, une confusion entre relativité (restreinte) et physique quantique apparaît assez souvent dans les quelques réponses données et peu de candidats ont su proposer un autre système physique dans lequel des ondes solitaires apparaissent.