

Rapport de MM. T. MELIN et B. MOSSER, correcteurs.

Le sujet proposé cette année traitait du principe instrumental d'un détecteur dédié à l'astérosismologie. Il abordait également quelques dimensionnements simples. Le problème, plutôt long mais sans grande difficulté, balayait un large éventail de notions d'optique géométrique et d'optique physique.

Le barème du problème a été conçu de façon à privilégier les questions qualitatives, où les candidats peuvent faire preuve de sens physique, qui doit nécessairement compléter la connaissance du cours et l'aptitude technique à résoudre un problème.

La moyenne des notes de cette épreuve est de 10,4, avec un écart-type de 3,2. Les notes des candidats français du concours se répartissent selon le tableau suivant :

$0 \leq N < 4$	3%
$4 \leq N < 8$	20%
$8 \leq N < 12$	44%
$12 \leq N < 16$	29%
$16 \leq N \leq 20$	4%

La relative facilité du sujet a entraîné un faible nombre de notes très faibles, et le poids du barème accordé aux questions qualitatives a exclu une proportion élevée de notes excellentes. Il est souvent arrivé qu'un candidat obtienne quasiment le maximum de points à l'une ou l'autre des cinq parties. Nous remercions les candidats d'avoir traité le problème séquentiellement, en évitant ainsi une pêche aléatoire de points au fil de l'énoncé, qui s'avérait plutôt malheureuse le cas échéant.

Notons enfin que, d'une manière générale, de nombreux candidats négligent les questions qualitatives, de même que les applications numériques ou les tracés de schémas. Cette tendance se vérifie également dans le cas des bonnes copies, ce qui fait que ces questions deviennent naturellement assez sélectives dans le barème.

Partie I

1a) Le rôle de la division du faisceau par la lame semi-réfléchissante a bien été mis en évidence, mais pas celui de la recombinaison des deux faisceaux par la lentille L. La cohérence des deux sous-faisceaux a été assez rarement soulignée.

1b) Cette question a souvent été très clairement traitée avec un schéma précis accompagné d'une brève légende, et beaucoup moins bien lorsque les candidats se sont aventurés dans la rédaction d'un long texte obscur.

2a) Lire l'énoncé avant de se lancer dans les calculs (ou de reproduire un calcul-type vu en cours ou en exercices d'application du cours) est indispensable! Plus d'un tiers des

étudiants ont considéré, à tort, que l'on se plaçait juste au voisinage de la teinte plate ; d'autres encore ont calculé le rayon r_1 de la première frange brillante, alors que l'énoncé demandait le rayon du premier anneau sombre. On peut également déplorer le manque d'annotations du schéma demandé.

2b) Cette question n'a pas été bien traitée, en raison encore d'une lecture bien trop incomplète de l'énoncé. Il s'agissait d'étudier le phénomène en fonction du paramètre D , et donc de la position relative des miroirs, et non en fonction du rayon r_1 . . .

3b) Entre les propositions « la fonction est $1/\sigma_0$ périodique » et « la période de l'interférogramme est la longueur d'onde » nous vous laissons choisir laquelle nous préférons (et donc laquelle rapporte le plus de points).

4a) Si cette question a été relativement bien traitée en ce qui concerne le calcul, trop de candidats oublient de justifier pourquoi ils somment ici des intensités lumineuses. Une telle étape de raisonnement faisait bien sûr partie intégrante du barème.

4b) Une question facile (*i.e.* une application numérique et un schéma) qui a été plutôt survolée que bien traitée, et ce, même par de très bonnes copies. Rappelons que l'énoncé précisait qu'« un soin tout particulier doit être apporté aux applications numériques », ce qui sous-entend que de telles questions sont valorisées dans le barème.

Partie II

1a) et 1b) Ces questions ont été en moyenne bien abordées.

2a) L'idée à mettre en évidence, à savoir que l'on veut étudier la signature interférométrique du signal et non celle du filtre sélectionnant ce signal n'a été que très rarement comprise.

2b) cf remarque du I2a) : trop d'élèves proposent abruptement au correcteur des formules de contraste de franges C issues d'exercices classiques d'application de cours, ... mais qui n'étaient malheureusement pas en adéquation avec le problème de ce concours.

Partie III

1a) Question de cours, traitée approximativement, sans justifier des degrés de liberté du système. Un certain nombre de copies confondent en situation de concours la vitesse quadratique moyenne avec le carré de celle-ci.

1b) et 1c) Questions bien traitées, hormis quelques copies qui s'affranchissent de fournir une unité physique à $\Delta\sigma_K$ lors de l'application numérique.

2a) Ce genre de question, où la géométrie joue un rôle important, ne peut se passer d'un schéma clair. La discussion comparative entre l'élargissement thermique de raie et

l'élargissement dû à la rotation de l'étoile est restée assez évasive en général.

2b) et 2c) L'application numérique, forcément non unique vu que seul un ordre de grandeur était demandé, se devait d'être cohérente avec ce qui précède.

3a) Retrouver un résultat donné n'apporte guère de points, sauf à avoir posé proprement les bases qui justifient le résultat. Ici, bon nombre d'étudiants ont retrouvé le résultat en considérant comme variable la différence de marche, et en figeant le signal sismique, c'est-à-dire en traitant un calcul sans aucune considération pour le problème physique.

3b) Une erreur courante était de vouloir annuler le signal interférométrique ... et donc d'annuler la pertinence de l'instrument.

4) Il s'agissait dans cette question de comparer deux signaux : le signal sismique faible mais rapide par rapport à la perturbation importante mais lente due à la rotation de la Terre. Quelques étudiants ont pu mettre à profit leur compréhension de l'analyse de Fourier pour apporter de très pertinents éléments de réponse. Le barème prévoyait là, comme à d'autres questions sensibles, la possibilité de gain de points.

Partie IV

1a) Que les optiques soient idéales ou réelles, l'énergie du signal incident ne peut pas se retrouver à la fois sur les deux voies. Une majorité de copies arrive finalement à cette conclusion, mais cette question simple a surpris bon nombre de candidats.

1b) Expérimentalement, S_1 et S_2 sont les seules quantités mesurées. Avoir accès *directement* au terme de modulation nécessite donc de s'affranchir du terme énergétique S_0 , présent dans une grande partie des réponses à cette question, et donc de l'exprimer en fonction de S_1 et S_2 , comme le demandait explicitement l'énoncé.

1c) $D = 0$ annule le terme interférométrique.

2a) Cette question était la seule vraiment difficile de l'énoncé, car il fallait réfléchir au cadre conceptuel en s'appuyant sur le contexte créé par la question précédente. La question 2c) permettait éventuellement de recadrer le problème. Plusieurs types de réponses ont été apportés :

- réponse juste et comprise
- traitement correct d'une étude de différence de marche posée proprement, mais n'aboutissant pas au résultat demandé, avec un questionnement légitime du candidat : ceci entraînait un gain de points en fonction des éléments donnés.
- traitement incorrect pour retrouver coûte que coûte le résultat. Les efforts déployés pour masquer l'escroquerie ont été sévèrement sanctionnés. Que penser des candidats - nombreux ! - qui en arrivent à proclamer que « $\cos i = n \cos r$ », alors que partout ailleurs ils se sont appuyés sur la relation de Snell-Descartes correctement énoncée.

Les conditions de stress d'un concours ne peuvent pas tout excuser.

2c) Cette question permettait de vérifier la compréhension du montage proposé.

Partie V

1a) La réduction de la taille du faisceau alimentant l'interféromètre ne présente d'intérêt que si le dispositif collecteur en forme une image à l'infini.

1b) La définition du grandissement angulaire a posé problème à trop de copies . . .

1c) . . . mais trouver alors un diamètre de faisceau de 544 mètres ne devait-il pas conduire à s'interroger sur la pertinence du résultat ?

2a) Question bien traitée, aux erreurs du 1b) près.

2b) Cette question était destinée à ramener les candidats à la question 2 de la partie I, où la réponse était proposée par l'énoncé. Quelques copies sont restées dans l'optique du montage de la partie IV, qui n'avait pas été étudié en fonction de l'angle d'incidence i_0 , ce qui rendait les calculs bien plus compliqués.

2c) Peu de copies sont passées à des approximations aux petits angles, malgré la valeur numérique $i_0 = 1''$ proposée dans la question suivante.

2d) 3a) et 3b) Questions peu difficiles et bien traitées.