

Rapport de M. Frédéric PINCET et M^{me} Sophie REMY, correcteurs.

L'épreuve du concours 2003 traitait d'un problème d'astrophysique d'actualité, celui de la masse manquante. Le problème visait à faire comprendre la nécessité d'introduire cette notion en calculant les masses des différentes composantes des galaxies et amas de galaxies.

Malgré l'acuité du sujet, les questions se résolvaient à partir de notions simples de mécanique et d'optique mais qui demandaient néanmoins à être appliquées avec pertinence dans un cadre différent de celui abordé dans le cours. Les candidats devaient également faire preuve de bon sens pour l'interprétation des résultats numériques et l'analyse des données, ainsi que d'un minimum de rigueur dans le développement de certains calculs ou de projections géométriques.

Toutes les questions ont été abordées et résolues, mais nous avons été surpris par le nombre important d'erreurs grossières, davantage conséquences d'un manque de rigueur et d'attention que de réelles ignorances. De nombreux candidats ont dû ainsi avoir la désagréable surprise d'une note très basse alors qu'ils pensaient avoir bien perçu l'épreuve. Dans quelques copies, parfois très étoffées, tous les résultats étaient faux.

Les correcteurs tiennent compte bien sûr d'abord du raisonnement, mais dans le cas de questions simples ou très proches du cours, ou encore d'applications numériques aberrantes, ils n'ont fait preuve d'aucune indulgence. Rappelons que l'épreuve s'inscrit dans le cadre d'un concours et non d'un examen, et sert à sélectionner des étudiants en sciences de haut niveau.

La moyenne est autour de 8,4 avec un écart-type de l'ordre de 3,7. 4% de notes sont inférieures à 2 et donc potentiellement éliminatoires. La répartition est la suivante :

$0 \leq N < 4$	9%
$4 \leq N < 8$	40%
$8 \leq N < 12$	34%
$12 \leq N < 16$	13%
$16 \leq N \leq 20$	4%

Nous conseillons aux futurs candidats de se référer aux rapports antérieurs dans lesquels nous avons déjà prodigué de nombreux conseils qui semblent être assez suivis.

Rappelons les principaux :

– Prendre le temps d'exprimer clairement le raisonnement et de rédiger de façon simple mais sans ambiguïté, le doute n'étant jamais en faveur du candidat.

Eviter la paraphrase de l'énoncé lorsqu'un petit raisonnement « littéraire » est demandé.

Vérifier rapidement l'homogénéité du résultat et toujours donner l'unité lors d'une application numérique.

– Ne pas essayer de « bidouiller » un résultat afin de trouver coûte que coûte celui de l'énoncé. Les correcteurs prennent le temps qu'il faut pour lire et évaluer les copies. Il vaut mieux continuer avec le résultat donné si on ne trouve pas l'éventuelle erreur dans un délai raisonnable.

En cas d'application numérique aberrante, le signaler, et éviter d'encadrer un résultat qui n'a pas de sens, comme par exemple une valeur de vitesse supérieure à la vitesse de la lumière.

– Ne pas hésiter, toutes les fois que c'est possible, et a fortiori quand c'est nécessaire, de faire un schéma. Un petit dessin est souvent bien plus démonstratif que des lignes de discours oiseux.

Analysons à présent les différentes parties. Conformément à notre habitude nous indiquons entre crochets, pour chaque question, le pourcentage des copies ayant obtenu plus de la moitié des points.

Première partie

Cette partie ne demandait pas de connaissances particulières et il « suffisait » de se laisser guider par l'énoncé et de réfléchir calmement en s'aidant de schémas simples. Elle a pourtant dérouté la majorité des candidats qui ne sont sans doute pas assez habitués à s'extraire d'exercices standards.

1. [30 %]

a) La principale erreur provient de l'oubli de la valeur absolue.

b) La première partie s'est traitée en général sans problème. L'application du théorème de Gauss pour le champ gravitationnel est bien assimilée. En revanche la suite de la question a été très mal appréhendée par la grande majorité des candidats qui n'ont pas réussi à voir la conséquence de l'analogie avec une masse ponctuelle pour en déduire la densité.

c) et d) Ces questions, très analogues aux précédentes, ont été traitées de la même manière.

La forme générale de la galaxie a été vraiment très mal comprise, toujours sans doute à cause d'absence d'analyse des résultats intermédiaires. Apparemment les candidats ne sont pas du tout familiers avec ce genre de raisonnement. Par ailleurs, il est tout à fait anormal que plusieurs candidats aient proposé – dessin à l'appui ! – une forme « hyperboloïde » pour la galaxie !

2. [62 %]

a) et b) Cette question a été beaucoup mieux abordée et réussie et la forme de la galaxie identifiée dans la plupart des cas.

3. [11 %]

Ceux qui ont compris la première question n'ont pas eu d'hésitation. D'autres s'en sont sortis avec des arguments plus ou moins convaincants que nous avons évalués selon leur pertinence.

Malheureusement nous avons assisté à un déballage d'inepties : De nombreux candidats écrivent – et dessinent - vraiment n'importe quoi sans aucun complexe. Cela est affligeant pour des étudiants destinés à prendre des responsabilités.

4. [16 %]

Nous avons été surpris par les complications dans lesquelles se sont englués des candidats pour ne pas aboutir. Or ici encore, il « suffisait » de suivre le texte, et de voir, selon le comportement asymptotique, à quoi pouvait s'identifier la distribution.

Deuxième partie

Cette partie était essentiellement calculatoire, et donc moins déroutante. Elle a été largement abordée.

1. [68 %]

a) La question a été bien traitée dans l'ensemble.

b) Le calcul de la dérivée reste encore un mystère pour certains qui se noient dans des calculs bien compliqués. Mieux vaut procéder par étapes et avancer lentement mais sûrement !

2. [61 %]

a) et b) Les applications numériques donnent toujours du fil à retordre. Nous avons été surpris du nombre élevé de résultats supérieurs à la vitesse de la lumière ! Les candidats devraient être plus attentifs sur ce point, surtout quand ils donnent le résultat en mégaparsec par seconde. Se rendent-ils compte seulement de ce que cela représente ?

c) Le graphe n'a pas posé de problème si ce n'est que des candidats arrivent à tracer une courbe sans maximum (sinon en zéro), alors qu'il en ont proposé une valeur aux questions précédentes.

Troisième partie

Cette partie liait des questions d'analyse et de bon sens afin d'interpréter des résultats observationnels. Il était nécessaire de bien lire le texte afin d'éviter tout contresens et pour répondre à la question réellement posée.

1. [30 %]

a) Cette question fait appel au bon sens et à un peu d'imagination expérimentale. Il était aussi nécessaire de bien comprendre ce que représentait l'angle i. Elle a été très rarement comprise, ce qui peut paraître surprenant pour des élèves de PC.

Néanmoins nous avons pu apprécier l'imagination sans borne des élèves de classes préparatoires : quelques copies ont par exemple proposé d'étudier la galaxie grâce à un microscope! Espérons qu'il ne s'agissait que d'un simple lapsus.

b) La géométrie élémentaire et les projections sélectionnent de façon impitoyable!

Trop peu de candidats justifient leur résultat par un ou deux schémas clairs expliquant leurs projections, alors qu'ils les ont sûrement dessinés sur leur brouillon. Nous encourageons vivement l'utilisation de dessins explicites sur la copie même si l'énoncé ne le demande pas.

2. [40 %]

a) et b) Cette question largement abordée a été évaluée en fonction des résultats personnels trouvés précédemment et n'a donc pénalisé personne.

Rappelons toutefois qu'une réponse brute, sans justification, n'est pas prise en compte.

3. [12 %]

a) Le piège à éviter était bien sûr la paraphrase. De nombreux candidats ont réussi un petit raisonnement déductif et ont semblé en éprouver un certain intérêt. Malgré tout beaucoup tournent en rond sans doute parce qu'ils n'ont pas réussi à définir ce qu'ils cherchent ?

b) La principale erreur a été la précipitation. Or tous les candidats savent bien que les vitesses ne s'additionnent pas en valeur absolue !

c) Comme toute question pour laquelle le résultat est fourni, nous avons assisté à du « bidouillage ». Dans la plupart des copies, les candidats ont raisonné à partir d'une distribution homogène de masse, et non de façon différentielle. La conséquence fut un facteur 3 dans leur résultat. Nous avons pu alors juger de leur honnêteté et n'avons quasiment pas pénalisé les réponses loyales.

d) La seule difficulté consistait à intégrer MH et à utiliser correctement le résultat d'intégration donné dans l'énoncé.

4. [4 %]

- a) La question n'a pas posé de difficulté à ceux qui avaient compris le problème.
- b) Beaucoup d'applications numériques en général très mal effectuées. Il fallait avant tout bien comprendre ce que représentait chaque vitesse.

5. [10 %]

- a) Une question expérimentale bien réussie lorsqu'elle a été abordée.
- b) La question de cours fut souvent bien exposée et suivie d'une application numérique donnant le bon ordre de grandeur. La fin de la question se référait à de la culture générale et n'a pas été pénalisante.

Quatrième partie

Cette partie faisait davantage appel à des connaissances de cours, essentiellement de première année. Elle permettait de dégager la conclusion et de clore l'épreuve sur une réflexion d'actualité.

Elle a été très souvent abordée, ce qui montre que les candidats prennent le temps d'étudier l'énoncé pour optimiser la mise en valeur de leur compétences.

1. [67 %]

La question est très simple. Seuls les étourdis n'ont pas récolté les points.

2. [18 %]

- a) La notion de vitesse de libération est bien connue, mais son calcul n'a pas toujours été bien mené, d'où de nombreux résultats faux pour cette question classique.

- b) La conclusion dépendait de la justesse des applications numériques et d'une bonne compréhension des notations.

3. [11 %]

- a) Question de cours très simple qui a posé néanmoins des problèmes à des candidats qui aiment se compliquer la vie. La principale erreur a été une erreur de signe, facilement évitable toutefois avec un peu de bon sens.

- b) Une autre question très simple dans laquelle il fallait cependant faire attention au comptage des particules résultant de l'ionisation. Nous n'avons pas pénalisé par la suite les candidats qui avaient omis le facteur 2.

- c) La réponse se déduit aisément des résultats précédents.

- d) Le calcul demandait un peu d'attention. Le résultat étant donné, nous avons été intransigeants sur la démonstration.

e) Mêmes remarques que pour les autres applications numériques.

4. [0,3 %]

La dernière question était une question de synthèse qui exigeait bien sûr des applications numériques correctes pour dégager une conclusion pertinente. Plusieurs candidats y sont parvenus. Gageons que le résultat éveillera leur curiosité sur cette question cruciale d'astrophysique !

Si beaucoup d'élèves de classes préparatoires semblent manquer de maturité, et écrivent volontiers n'importe quoi en toute insouciance, nous avons néanmoins été agréablement surpris par l'intérêt et la curiosité dont ont fait preuve bon nombre d'entre eux.

Encourageons les postulants à la promotion 2004 à s'habituer à se dégager de leurs connaissances, que ce soit leurs cours ou les méthodes bien rodées qu'ils ont acquises, pour les appliquer dans des situations moins classiques, voire inhabituelles, car ce sera finalement ce qu'on leur demandera par la suite !