

---

## EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS – LYON – CACHAN

**Durée : 4 heures**      **Coefficients : PARIS option biologie 2 / option géologie 3**  
**LYON option biologie 2 / option sciences de la terre 3**  
**CACHAN 4**

**MEMBRES DE JURYS : B. ANDREOTTI, A. BOUDAUD, F. CHAMBAT, J. PARET**

---

Le sujet proposé cette année comportait 2 parties indépendantes, et d'une importance équivalente au niveau du barème. La première proposait aux candidats d'établir la forme particulière de la relation fondamentale de la dynamique applicable aux référentiels en rotation (donc non-galiléens) puis d'explorer les effets de la rotation terrestre sur les écoulements des fluides géophysiques (océan / atmosphère). La seconde quant à elle abordait les principes de l'imagerie par absorption de rayons X (radiographie) et permettait, à travers un modèle extrêmement simplifié, de dégager l'influence de la densité et de la composition chimique (numéro atomique  $Z$ ).

Les connaissances de cours nécessaires à la bonne résolution du problème étaient limitées : Principe Fondamental de la Dynamique, expressions des forces gravitationnelle et coulombienne, équation de conservation de la quantité de mouvement en mécanique des fluides (équation d'Euler), définition du nombre de Reynolds, approximation de l'optique géométrique dans le cas d'une onde électromagnétique de longueur d'onde  $\lambda$  rencontrant un obstacle percé d'un trou de taille  $a$ .

Pour le reste, le problème visait à tester chez les candidats les points suivants :

1. Capacité à formuler un problème (" mise en équations ").
2. Capacité à manipuler des formules mathématiques pour démontrer des résultats énoncés ou pour exprimer des grandeurs physiques en fonction des données du problème.
3. Capacité à faire une application numérique et à discuter le résultat obtenu.

Si les correcteurs ont eu le plaisir de corriger quelques excellentes copies (candidats ayant traité une grande partie du sujet, avec des résultats correctement justifiés et présentés), force est de constater que le niveau général est décevant pour un sujet d'une difficulté somme toute modérée. Comme les années précédentes des lacunes préoccupantes sont apparues.

Certaines réponses aux questions "de cours" montrent bien que si les candidats connaissent globalement tous leur cours, nombreux sont ceux qui ne l'ont pas compris : un nombre considérable de candidats répondent à la question B.1.a (approximation de l'optique géométrique) en introduisant les conditions de Gauss pour les lentilles alors que l'énoncé fait explicitement référence à une onde électromagnétique de longueur d'onde  $\lambda$  et à un trou de taille  $a$ ... La question portant sur le nombre de Reynolds montre que cette notion est très mal comprise ; nombreuses sont les copies qui se contentent d'une réponse laconique : " si  $Re < 2000$  l'écoulement est rampant, sinon il est turbulent ". La valeur seuil 2000 est approximativement celle de l'expérience originelle d'Osbourne Reynolds mais dépend de la géométrie de l'écoulement et n'est donc pas transposable à tous les problèmes. Peu de candidats fournissent la définition correcte " flux convectif de quantité de mouvement / flux diffusif de quantité de mouvement ". Du coup seuls quelques candidats parviennent à une expression correcte du nombre de Rossby.

En ce qui concerne les points 1 & 2 ci-dessus, il est regrettable qu'aussi peu de candidats pensent à faire un dessin pour s'aider à poser un problème. Cela pourrait éviter de nombreuses erreurs. Par

ailleurs les lacunes en mathématique de base relevées l'année dernière (projection d'un vecteur sur un axe, manipulation d'éléments différentiels "dr", approximations "au 1<sup>er</sup> ordre") sont toujours présentes et sont payées au prix fort car elles conduisent parfois à des blocages insurmontables. On ne saurait d'autre part assez conseiller aux candidats l'honnêteté : lorsqu'un résultat est donné dans l'énoncé, c'est pour leur permettre de poursuivre s'ils n'arrivent pas à traiter la question. Les "cascadeurs" qui "démontrent" coûte que coûte le résultat en partant de prémisses fausses ne peuvent espérer tromper les correcteurs !

Les lacunes les plus spectaculaires et les plus inquiétantes concernent le point 3. La notion d'unité de mesure pour une grandeur physique semble être en voie de disparition. Rappelons le : un résultat numérique sans unité est sanctionné car il n'a aucun sens ! Ce défaut est à rapprocher d'ailleurs de celui qui consiste à exprimer une force sous forme scalaire : une force est représentée par un vecteur qui a une **direction** et un **sens** en plus de la valeur de sa norme.

Cette incompréhension de la notion d'unité physique conduit à des réponses aberrantes : longueurs d'onde en  $s^{-1}$ , formules dimensionnellement erronées, distance moyenne entre atomes égale à  $10^{-30}$  m (confusion longueur/volume), ...

En conclusion, on ne saurait trop recommander aux professeurs des classes préparatoires d'insister plus encore auprès de leur élèves sur l'importance des unités et du caractère dimensionnellement correct des formules et expressions littérales. Trop de candidats réduisent leurs chances à néant par laxisme lors de la rédaction.