
EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE

ENS : LYON – CACHAN

Durée : 5 heures *Coefficients : LYON 4,5*

CACHAN option physique 6 /option chimie 3

MEMBRES DE JURYS : S. BRASSELET, T. DAUXOIS, H. GAYVALLET, F. MASSIAS, B. PORTELLI, R. SKRZYPEK

L'épreuve de Physique comportait trois parties indépendantes consacrées aux phénomènes de mélange dans le cadre océanographique. Elle faisait appel, de manière générale, à des concepts étudiés en classe préparatoire mais présentés dans un contexte nouveau. Avant d'entrer dans le détail, nous souhaitons insister sur le fait qu'il n'était absolument pas nécessaire d'avoir des connaissances très étendues ou très pointues sur le sujet proposé, mais qu'il fallait utiliser les concepts et les notions de base, introduites en cours, dans un contexte nouveau. Certaines questions étaient délicates, cependant la grande majorité demandait principalement du soin, de l'attention, de la logique et du bon sens.

De façon générale, on peut regretter l'absence de la conjugaison d'une analyse physique approfondie et de calculs mathématiques rigoureux, qui aurait permis aux candidats une discussion précise des différents modèles proposés. La rédaction est, par ailleurs, souvent déséquilibrée et peu efficace : certaines justifications, indispensables, sont absentes alors qu'on trouve des développements de plusieurs pages, là où quelques lignes auraient suffi. Enfin les "entourloupes" dans les démonstrations sont à proscrire rigoureusement. Nous tenons à préciser qu'évidemment, le manque de soin dans certaines copies a une incidence sur la note finale. Nous regrettons enfin, même si cela n'a concerné qu'une seule copie, des remarques déplacées et inadmissibles.

Cependant, si nous avons ici réagi aux erreurs et manques de méthode rencontrés de façon significative, nous avons aussi le plaisir de mentionner quelques copies tout à fait excellentes.

Première partie

Un modèle très simple traitait de la dynamique du mélange sous la forme d'un équilibre entre les phénomènes de diffusion et d'advection. A l'aide de courbes expérimentales relatives à l'évolution de la salinité, de la température ou de la concentration en carbone 14, on pouvait déterminer la vitesse de remontée d'une particule fluide mais surtout la constante de diffusivité.

Quelques questions de connaissances générales étaient regroupées en début de sujet. Le bon sens devait suffire à éviter que l'on trouve dans certaines copies une profondeur moyenne des océans allant de 200 m à 100 000 km. L'observation des graphes expérimentaux est trop souvent superficielle : la dynamique ainsi que les unités utilisées sont des renseignements précieux. Leur méconnaissance par certains candidats eut des conséquences fâcheuses sur la valeur de la diffusivité qu'ils déduisaient de ces graphes.

Le tracé de l'allure qualitative de la concentration en fonction de la profondeur à plusieurs instants a donné des résultats très décevants. Dans près de la moitié des copies, la dérivée temporelle était

prise nulle sous prétexte que l'on demande l'allure à un instant donné. Cela a conduit à des profils linéaires, ou paraboliques, généralement croissants, qui laissent rêveur devant la réflexion et le sens autocritique de certains candidats lors de l'épreuve.

Deuxième partie

Elle traitait du couplage entre les phénomènes verticaux et horizontaux. Il s'agissait de montrer notamment que l'interaction entre le cisaillement et la diffusion verticale produit une diffusivité horizontale effective. On démontrait également qu'un étirement augmente le nombre d'onde verticale de manière exponentielle avec le temps alors que le cisaillement ne donne qu'une variation linéaire. Les étirements sont donc beaucoup plus efficaces que les cisaillements pour produire un transfert vers de grands nombres d'onde et pour augmenter la diffusion.

Cette partie était volontairement plus calculatoire. Nous regrettons cependant le manque de soin apporté à des questions ne nécessitant aucune connaissance mais seulement un peu de réflexion et de logique : tracé du champ de cisaillement, déformation des éléments de fluide,...

Troisième partie

La dernière partie étudiait en détail les origines physiques puis les propriétés des ondes internes en océanographie. La relation de dispersion des ondes internes est notamment assez surprenante car le module du vecteur d'onde n'y figure plus. Il ne reste que la direction du vecteur d'onde par rapport à l'horizontale. On démontrait également que la vitesse de phase de ces ondes est perpendiculaire à leur vitesse de groupe. Enfin, même si très peu de candidats ont atteint ces dernières questions, on s'intéressait à la réflexion des ondes internes qui fait notamment apparaître un angle critique. La réflexion d'une onde interne sur un domaine borné comportant au moins une paroi inclinée constitue un mécanisme linéaire de transfert d'énergie vers les petites échelles.