

# La turbulence d’ondes internes de gravité : un modèle pour la dynamique océanique à petite échelle ?

Pierre-Philippe Cortet, Nicolas Lanchon

Université Paris-Saclay, CNRS, FAST, 91405 Orsay, France  
pierre-philippe.cortet@universite-paris-saclay.fr

Il est depuis longtemps proposé que la dynamique océanique à petite échelle résulte de processus non linéaires impliquant des ondes internes de gravité [1]. Les échelles en question, typiquement inférieures à quelques centaines de mètres dans la direction verticale, ne sont pas résolues dans les modèles océaniques globaux mais prises en compte par des paramétrisations ad hoc. Modéliser physiquement la dynamique turbulente de ces petites échelles constituerait ainsi un levier majeur d’amélioration des paramétrisations dans les modèles climatiques [2].

Dans ce contexte, la théorie la plus prometteuse est celle de la turbulence faible, aussi appelée turbulence d’ondes. Sa mise en œuvre dans le cas des ondes internes de gravité dans les fluides stratifiés en densité s’est toutefois révélée complexe et reste inaboutie. Elle est l’objet de questions analytiques délicates concernant la convergence de l’intégrale dite “de collision” qui pilote la dynamique dans les problèmes de turbulence d’ondes.

Dans cet exposé, nous examinons sous un nouvel angle la théorie de la turbulence faible dans un fluide linéairement stratifié. En partant de la formulation classique de cette théorie dans la limite des basses fréquences, nous dérivons une version simplifiée de l’équation cinétique de la turbulence d’ondes internes de gravité [3]. Cette équation nous permet de prédire des lois d’échelle pour les spectres spatiaux et temporels de l’énergie qui sont en accord avec les exposants typiquement mesurés dans les océans. La clé de notre description est l’hypothèse que les transferts d’énergie sont dominés par une classe d’interactions résonantes non locales, connues sous le nom de triades de “diffusion induite” et qui conservent le rapport entre la fréquence des ondes et leur nombre d’onde vertical. De manière remarquable, notre analyse montre que la cascade de la turbulence d’ondes internes est associée à un flux apparent d’action d’ondes constant.

## Références

1. C.H. MCCOMAS & F.P. BRETHERTON, Resonant Interaction of Oceanic Internal Waves, *J. Geophys. Res.*, **82**, 1397–1412 (1977).
2. G. DEMATTEIS, A. LE BOYER, F. POLLMANN, K.L. POLZIN, M.H. ALFORD, C.B. WHALEN & Y.V. LVOV, Interacting internal waves explain global patterns of interior ocean mixing, *arXiv*, 2310.19980 (2023).
3. N. LANCHON & P.-P. CORTET, Energy Spectra of Nonlocal Internal Gravity Wave Turbulence, *Phys. Rev. Lett.*, **131**, 264001 (2023).