

Quantification d'incertitude en mécanique des fluides : l'apport de la dynamique sous incertitude de position et de l'advection stochastique par transport de Lie

B. Fox-Kemper, D. D. Holm, W. Pan, V. Resseguier
Brown University, Imperial College, Scalian

Malgré la précision croissante des observations et des simulations numériques en géophysique, une résolution exacte dépasse de loin nos capacités technologiques actuelles. Pour autant, des progrès sont réalisés grâce à l'assimilation de données. Pour une assimilation optimale, il est nécessaire de quantifier précisément les erreurs des observations mais aussi des simulations. Cette quantification de l'incertitude reste un défi dans en mécanique des fluides numérique. Pour s'attaquer à ce problème, nous proposons d'introduire de la stochasticité dans les équations de la mécanique des fluides. Une partie de la vitesse de transport, représentant sa composante petite échelle, généralement non résolue, est supposée aléatoire et décorrélée en temps. Deux approches similaires mais indépendantes, l'incertitude de position (Location Uncertainty, LU) et l'advection stochastique par transport de Lie (Stochastic Advection by Lie Transport, SALT), ont suivi cette voie. Ces deux modèles conservent des invariants physiques essentiels. De nombreuses méthodes existent pour spécifier les statistiques de la vitesse à petite échelle et ainsi paramétrer complètement ces modèles aléatoires. Après avoir présenté les formalismes LU et SALT, l'exposé comparera numériquement deux paramétrisations qui ne nécessitent aucun tuning : une paramétrisation hétérogène pilotée par les données et une paramétrisation homogène esclave de la grande échelle. Pour un écoulement de surface quasi-géostrophique (SQG), les deux paramétrisations conduisent à une quantification d'incertitude similaire et très précise. Nous montrerons aussi qu'une modulation non stationnaire et hétérogène basée sur un important moment de troisième ordre - le flux d'énergie - permet de mieux représenter les fronts intenses, comme illustré par la Figure 1.

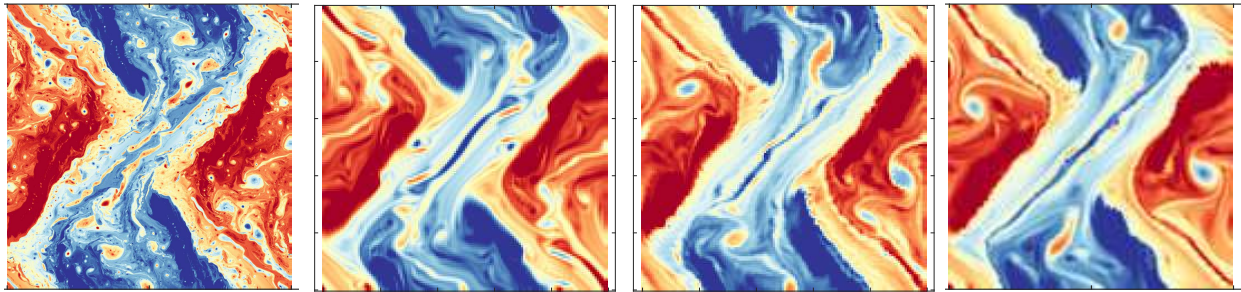


FIGURE 1 – De gauche à droite : flottabilité pour une dynamique déterministe de résolution 1024^2 , pour une dynamique déterministe de résolution 128^2 , pour une dynamique stochastique à paramétrisation homogène de résolution 128^2 et pour dynamique stochastique à paramétrisation hétérogène de résolution 128^2 (en bas à droite).