

L'intermittence dans les modèles de dynamo turbulente, quel moment prédit le seuil de l'instabilité ?

Kannabiran SESHASAYANAN¹ & François Pétrélis²

¹ Service de Physique de l'État Condensé, CEA, CNRS UMR 3680, Université Paris-Saclay, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France

² Laboratoire de Physique Statistique, École Normale Supérieure, CNRS UMR 8550, Université Paris Diderot, Université Pierre et Marie Curie, 24 rue Lhomond, 75005 Paris, France

kannabiran.seshasayanan@cea.fr

L'effet dynamo explique l'existence et la sustenance du champ magnétique (B) dans la terre et d'autres objets astrophysiques. Dans le cas de la terre, l'instabilité dynamo est engendré par la mouvement d'une fluide conducteur à l'intérieur du noyau. La plupart des théories sur l'effet dynamo sont faites pour un champ magnétique engendré par un écoulement laminaire. Mais les dynamos laboratoire/naturelle sont engendrées par un écoulement fortement turbulent.

Un modèle analytique qui prend en compte les fluctuations turbulentes a été proposé par [1]. Aussi au même temps [2] a développé un modèle similaire pour le problème de l'advection d'un scalaire passif. Le modèle de Kazantsev considère un champ de vitesse qui est un bruit blanc et a une distribution Gaussienne. Avec cette hypothèse l'équation d'induction qui gouverne l'évolution du champ magnétique est résolu. Le problème est linéaire en B et la rétroaction sur la vitesse n'est pas considérée (le dynamo cinématique). Le champ magnétique créé par ce champ de vitesse croit de manière fluctuante, c'est à dire que la croissance du champ magnétique n'est pas monotone. Le taux de croissance du nième moment du champ magnétique est une fonction nonlinéaire de n . Cela implique que chaque moment de B prédit un seuil différent pour l'instabilité. Donc la question qu'on pose est, quel moment prédit le seuil de l'instabilité quand on regarde le système nonlinéaire d'équations (avec la rétroaction) ?

Pour répondre à ce question on développe un modèle analytique en utilisant quelques résultats de la théorie de grands déviations [3]. Cela nous permet de trouver le pdf du champ magnétique pour le problème linéaire. On montre que les taux de croissance des différents moments est une fonction nonlinéaire de n . On calcule le seuil prédit par chaque moment du champ magnétique.

Ensuite, on utilise les simulations numériques pour résoudre le problème nonlinéaire du système. On montre que c'est le seuil prédit par la croissance du moment d'ordre 0 (le log de B) du problème linéaire qui donne le vrai seuil pour le problème nonlinéaire complet. On a vérifié ce résultat pour différents exemples d'écoulement.

Références

1. Kazantsev, A. P. *Enhancement of a magnetic field by a conducting fluid*. Sov. Phys. JETP, 26, 1031–1034, (1968).
2. Kraichnan, R. H., *Small-Scale Structure of a Scalar Field Convected by Turbulence*. Phys. Fluids, 11, 5, 945–953, (1968).
3. Farago J., *Injected Power Fluctuations in Langevin Equation*. J. Stat. Phys., 107, 781, (2002).