

Contrôle des régimes “turbulents” dans les systèmes avec advection

Clément Evain¹, Serge Bielawski¹, Christophe Sz waj¹, M. Hosaka², A. Mochihashi², M. Katoh², & M.-E. Couprie³

(1) Laboratoire PhLAM/CERLA, Université des Sciences et Technologies de Lille, 59625 Villeneuve d’Ascq

(2) UVSOR, IMS, 444-8585 Okazaki (Japan)

(2) SOLEIL/CEA, 91192 Gif-sur-Yvette

`clement.evain@phlam.univ-lille1.fr`

Nous considérons le problème de la suppression des régimes erratiques dans les systèmes spatio-temporels soumis à une dérive (advection). Il est connu que de tels systèmes peuvent présenter des instabilités convectives pour des vitesses de dérive suffisamment importantes. Le résultat est une hypersensibilité au bruit, menant à des régimes spatio-temporels erratiques (voir par exemple [1,2,3,4]).

Nous montrons qu’il est possible de supprimer de telles instabilités par une méthode de feedback simple à implémenter, basée sur un couplage non-local. L’étude analytique et numérique du processus de stabilisation est effectuée sur une équation d’advection-diffusion élémentaire (équation de Ginzburg-Landau avec advection). Outre la détermination des paramètres adéquats, cette étude permet d’interpréter le processus de stabilisation : La contre-réaction crée une nouvelle solution déterministe, vers laquelle le système évolue, et qui ne présente pas de sensibilité notable au bruit. Ce processus pourtant très différent des méthodes de contrôle du type “Ott-Grebogi-Yorke”, requiert typiquement des perturbations très faibles du système.

Finalement, nous testons expérimentalement la méthode sur un laser soumis à des instabilités convectives : Le laser à électrons libres japonais de UVSOR. Les structures induites par le bruit sont supprimées au moyen d’un *feedback* entièrement optique, et qui modifie peu les paramètres du système : La fraction de la puissance réinjectée est de l’ordre de 10^{-8} . Ce type de contrôle est applicable en principe à d’autres systèmes (optiques ou non).

Références

1. R.J. DESSLER, Noise-sustained structures, intermittency, and the Ginzburg-Landau equation, *J. Stat. Phys.*, **40**, 371 (1985).
2. M.R.E. PROCTOR, S.M. TOBIAS, E. KNOBLOCH, Noise-sustained structures due to convective instability in finite domains, *Physica D*, **145**, 191 (2000).
3. P. GONDRET AND P. ERN AND L. MEIGNIN AND M. RABAUD, Experimental Evidence of a nonlinear transition from convective to absolute instability, *Phys. Rev. Lett.*, **82**, 1444 (1999).
4. S. BIELAWSKI, C. SZWAJ, C. BRUNI, D. GARZELLA, G. L. ORLANDI, AND M. E. COUPRIE, Advection-induced spectrotemporal defects in a free-electron laser, *Phys. Rev. Lett.*, **95**, 034801 (2005).