# Extraction de structures cohérentes dans de grands jeux de données : une approche efficace basée sur l'observabilité.

Guéniat[1,2], Delorme[3], Pastur[1,2], & Lusseyran[1]

[1] LIMSI-CNRS, Orsay
[2] Paris Sud Université, Orsay
[3] LIS, Génoscope, Evry
florimond.gueniat@limsi.fr

Un système physique ouvert possède, potentiellement, un nombre infini de degrés de liberté. Néanmoins, les écoulements sont le plus souvent organisés autour de structures cohérentes qui jouent un rôle décisif dans la dynamique. On peut par exemple penser aux grandes structures tourbillonaires des allées de Von Karman, que l'on observe aussi bien dans des expériences de laboratoire que dans le sillage de structures à grande échelle telles que des navires ou des îles, pour lesquels les nombres de Reynolds sont très grands et la turbulence pleinement développée sur la gamme des échelles inertielles. Ces structures invitent à chercher des moyens de réduction de la dimension effective des écoulements considérés.

Une méthode récente, la Décomposition en Modes Dynamiques (DMD)[1], permet, sous l'hypothèse d'un opérateur d'évolution, de décomposer toute réalisation $\boldsymbol{u}$ du champ mesuré sous forme de modes spatiaux $\boldsymbol{\Phi}$ dépendant de l'espace $\boldsymbol{r}$ et de modes temporelles $\alpha$, sous forme d'exponentielles complexes. Cette méthode ne peut, malheureusement, pas toujours être utilisée dans le cas de grands jeux de données – par exemple en simulation numérique 3D –, résolues à la fois temporellement et spatialement, les quantités de mémoire ou de puissance de calculs étant hors de portée pour l'application de l'algorithme DMD.

Nous présentons donc une méthode efficace pour l'extraction des structures spatiales et temporelles DMD, dans ce type de situation. L'algorithme se base sur une dégradation de la résolution spatiale. Décimer les observables implique de choisir attentivement celles conservées, *ie* que leurs propriétés d'observabilité soient bonnes[2]. Construire les matrices de Kalman ou d'observabilité[3] n'est pas possible dans le cas de grands jeux de données, où le nombre d'observable est de l'ordre du million. Afin de s'assurer qu'il n'y a aucune perte d'information, une méthode de verification de l'observabilité des composantes sélectionnées a été développée.

Dans cette contribution, nous présentons la méthode en détail et l'illustrons sur un écoulement de cavité cisaillé.

## Références

1. P.J. SCHMID : Dynamic mode decomposition of numerical and experimental data, *J. FLUID MECH*, vol. 656, pp. 5-28, 2010
2. F. Takens : "Detecting strange attractors in turbulence", *Dynamical Systems and Turbulence*, pp. 366-381, 1981
3. L. M. Silverman et H. E. Meadows : Controllability and observability in time-variable linear systems, *SIAM J. Control*, vol. 5, p. 64-73, 1967