

## Proposition de stage de MASTER 2 ou fin de cycle ingénieur : APPLICATION DE METHODES DE DECOMPOSITION ET DE REDUCTION DE CES DONNEES TEMPORELLES EN MODES A L'OCEANOGRAPHIE

Sebastien Pinel<sup>1</sup>, Sylvie Viguiier-Pla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre of education and research on Mediterranean environments (CEFREM), University of Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860, Perpignan, France.

<sup>2</sup> Laboratory of Mathematics and Physics (LAMPS), University of Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860, Perpignan, France.

### CONTEXTE

Dans un contexte de réchauffement climatique et forte pression anthropique, l'étude des phénomènes océano-climatiques est un domaine dont l'intérêt est croissant pour la communauté scientifique et les politiques. Ainsi, l'Etat Français, aidé du CNRS et l'Ifremer, a lancé le programme prioritaire de recherche (PPR) « Océan et climat » d'un budget de 40 millions en juin 2021 pour comprendre ces systèmes et mieux protéger l'atmosphère et les mers.

L'étude préalable des jeux de données d'hydrodynamique a permis de mettre en évidence l'onde inertielle et ses caractéristiques dans la mer des Baléares à travers l'utilisation de méthodes statistiques classiques (fonctions orthogonales empiriques ou EOF). Cependant, les données d'océanographie sont multi-dimensionnelles et volumineuses. Les phénomènes qu'elles contiennent sont complexes, de telle sorte que les méthodes classiques de théorie du signal donnent des résultats nettement perfectibles. Notamment, elles ne permettent pas de modéliser, ni de faire de la prévision.

L'objectif du stage est de comparer diverses méthodes de décomposition et de réduction de ces données temporelles en modes, notamment la POD (*Proper Orthogonal Decomposition* ou POD, Li & Zhang, 2016) et la DMD (décomposition en modes dynamiques, Schmid et al., 2008) et ses variantes (Kutz et al., 2015) qui se révéleront pertinentes pour isoler ces échelles et mettre en évidence des processus sous-jacents mal ou peu connus et ainsi améliorer leur compréhension (e.g., Surasinghe et al., 2020). Ces deux méthodes s'appuient uniquement sur un traitement statistique de données (issues d'expérimentation ou de simulations numériques), et sont donc des algorithmes sans équation. Leur popularité est également due au fait qu'elle ne présuppose aucune hypothèse sur le système sous-jacent. Des packages implémentant ces méthodes sont actuellement disponibles sous Python (Demo et al., 2018).

### JEUX DE DONNEES :

Le jeu de données envisagé sera constitué en des données temporelles d'hydrodynamique (courant verticalement moyennée) sur la zone englobant la mer de catalogne et golfe du Lion.

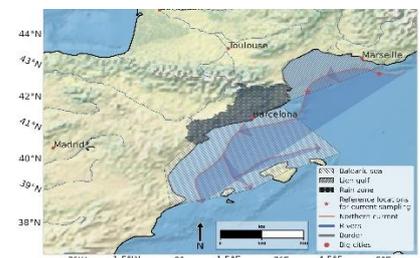


Figure 1. Zone d'étude

### PROGRAMME DU STAGE

Les différentes actions qui permettront de mener à bien ce travail sont :

1. Collecte des données.
2. Analyse et mise en forme des données.
3. Traitement : programmation et tests sur un petit jeu de données,
4. Traitement : déploiement des programmes et mise en place sur la totalité du jeu.
5. Analyse des résultats, interprétation et améliorations

## PROFIL RECHERCHE

M2 data-science, analyse de données avec attrait pour les géosciences

M2 géosciences (géochimie, océanographie, hydrogéologie, hydrologie) avec compétences en programmation et traitement de données

Analyses statistiques (R, Matlab, Python au choix de l'intéressé)

Aisance en anglais

Notions de SIG (QGIS, Arcgis ou autre)

Capacités de lecture et synthèse.

## ENCADREMENT & CONTACT

Le stagiaire sera accueilli au sein du laboratoire CEFREM de l'Université de Perpignan – Via où il sera encadré par Sebastien Pinel, MCF, Data sciences pour les géosciences et Sylvie Viguier-Pla, MCF, Statistiques

Le stagiaire sera rémunéré selon la gratification 3660 € pour sa durée totale (6 mois).

Possibilité de logement en cité Universitaire à Perpignan.

Dates : 2023-02-01 / 2023-07-31 (possibilité de décaler le début un mois plus tard)

## MODALITE DE CANDIDATURE

Envoyer CV et lettre de motivation à Sebastien Pinel ([sebastien.pinel@univ-perp.fr](mailto:sebastien.pinel@univ-perp.fr)) avant le 2023-01-21

## BIBLIOGRAPHIE

Abide, S., Meletti, G., Isabelle, R., Viazzo, S., Krebs, A., Randriamampianina, A., and Harlander, U.: Direct Numerical Simulation of an atmospheric-like differentially heated rotating annulus, EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021, EGU21-7003, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-7003>

Andreuzzi, Francesco, Demo, Nicola and Rozza, Gianluigi (2021). A dynamic mode decomposition extension for the forecasting of parametric dynamical systems, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.09155>

Demo, Tezzele, Rozza. PyDMD (2018). Python Dynamic Mode Decomposition. Journal of Open Source Software, <https://doi.org/10.21105/joss.00530>

Kutz, J. Nathan, Fu, Xing and Brunton, Steven L. (2015), Multi-Resolution Dynamic Mode Decomposition

Li, Jing and Zhang, Weiwei (2016). The performance of proper orthogonal decomposition in discontinuous flows. Theoretical & Applied Mechanics Letters **6** 236—243, <https://doi.org/10.1016/j.taml.2016.08.008>

Hawinkel, Pieter, Swinnen, Else, Lhermitte, Stef, Verbist, Bruno, Orshoven and Bart Muys, Jos Van (2015). A time series processing tool to extract climate-driven interannual vegetation dynamics using Ensemble Empirical Mode Decomposition (EEMD), Remote Sensing of Environment **169** 395--389, ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.024>.

Schmid, Peter J. (2010). Dynamic mode decomposition of numerical and experimental data. Journal of Fluid Mechanics, Cambridge University Press (CUP), 656 (August), pp.5-28, <https://doi.org/10.1017/S0022112010001217>

S Surasinghe, S Dias, K Priyankara, E Bollt, M Budisic, L Pratt (2020). Dynamic Mode Decomposition Uncovers Hidden Oceanographic Features Around the Strait of Gibraltar. APS Division of Fluid Dynamics Meeting Abstracts