



Offre n°2022-05026

## Doctorant F/H Modélisation des systèmes dynamiques non-linéaires par méthodes d'ensemble dans des espaces à noyaux reproduisants via l'opérateur de Koopman.

Type de contrat : CDD

Niveau de diplôme exigé : Bac + 5 ou équivalent

Fonction : Doctorant

### A propos du centre ou de la direction fonctionnelle

Le centre Inria Rennes - Bretagne Atlantique est un des huit centres d'Inria et compte plus d'une trentaine d'équipes de recherche. Le centre Inria est un acteur majeur et reconnu dans le domaine des sciences numériques. Il est au cœur d'un riche écosystème de R&D et d'innovation : PME fortement innovantes, grands groupes industriels, pôles de compétitivité, acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur, laboratoires d'excellence, institut de recherche technologique.

### Contexte et atouts du poste

La thèse sera encadrée par Gilles Tissot et Étienne Mémin, au sein de l'équipe Inria "Odyssey" à Rennes.

L'équipe inter-tutelles "Odyssey", qui implique des membres de l'Ifremer, du Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (UMR 6523), de l'IMT Atlantique à Brest et de l'Inria Rennes Bretagne-Atlantique, fournira un environnement de travail et des collaborations extrêmement riches au candidat. Cette nouvelle équipe a notamment pour but de développer des axes de recherche novateurs et transversaux (observation satellitaire / modélisation physique / mathématiques appliquées / méthodes numériques) sur l'analyse de données d'observations et de modélisation numérique, afin d'améliorer notre compréhension et notre connaissance de la dynamique océanique.

### Mission confiée

Le but de ce projet est d'incorporer des outils issus de l'apprentissage statistique aux méthodes d'assimilation de données d'ensemble pour les systèmes dynamiques de grande taille issus de la mécanique des fluides et des écoulements océaniques. Il s'agit en particulier d'apprendre les fonctions propres de l'opérateur de Koopman restreintes à un espace de Hilbert à noyau reproduisant (RKHS) transporté par le système dynamique. Ce RKHS transporté au cours du temps par le système dynamique constitue une variété échantillonnée par l'ensemble de trajectoires dans laquelle des estimations efficaces peuvent être effectuées. Cette variété possède des propriétés mathématiques telles que nous la surnomons "le pays des merveilles".

L'objectif sera (1) d'exploiter et développer les aspects théoriques en s'appuyant sur le RKHS et l'opérateur de Koopman afin d'extraire des éléments précieux pour l'assimilation de données (tangente linéaire, exposants de Lyapunov, transport des matrices de covariance, localisation par le noyau, etc.) (2) d'apprendre des systèmes issus d'ensembles de simulations numériques d'écoulements océaniques et de mécanique des fluides (3) de développer de nouvelles méthodes d'assimilation de données au pays des merveilles, inspirées des techniques d'ensemble existantes (filtre de Kalman d'ensemble, assimilation variationnelle d'ensemble, filtre particulaire, etc.).

### Principales activités

Ce projet de thèse sera basé sur des développements théoriques et la démonstration de la méthode sur des simulations numériques de grande taille.

Le candidat fera des connections théoriques entre les méthodes d'ensemble classiques, et la variété du RKHS construite. Il mettra en place des simulations numériques afin de déterminer la capacité de la méthode à effectuer des estimations efficaces. Basé sur des codes disponibles dans l'équipe, une complexité croissante pourra être mise en œuvre via une hiérarchie de modèles océaniques (par exemple, modèle 2D barotrope quasi-géostrophique (QG), modèle QG de surface, modèles multicouches océaniques, rotating shallow water) ou de mécanique des fluides incompressible (couche de mélange 2D ou 3D). Le candidat développera de nouvelles méthodes d'assimilation de données appliquées à ces écoulements. En plus de l'apprentissage non-linéaire, le transport du RKHS le long de la variété permet en particulier de considérer des observations qui n'ont pas été acquises exactement à l'instant à laquelle l'estimation est cherchée. Cela offre un impact potentiel important de la méthode.

## Compétences

Une formation initiale en mathématiques appliquées, en apprentissage statistique, en mécanique des fluides ou en océanographie et un fort attrait pour la simulation numérique sera demandé.

Des bases de programmation en Python ou Matlab et Fortran ou C++ seront appréciées.

## Avantages

- Prise en charge à 50 % des frais de transport en commun sur le trajet domicile-travail ou FMD.
- Restauration subventionnée
- Prise en charge partielle des frais de mutuelle
- Possibilité de télétravail (à hauteur de 90 jours annuels) et d'aménagement du temps de travail

## Rémunération

Rémunération mensuelle brute de :

- 1982 euros les deux premières années et
- 2085 euros la troisième année

## Informations générales

- **Thème/Domaine** : Sciences de la planète, de l'environnement et de l'énergie Biologie et santé, Sciences de la vie et de la terre (BAP A)
- **Ville** : Rennes
- **Centre Inria** : [Centre Inria de l'Université de Rennes](#)
- **Date de prise de fonction souhaitée** : 2023-03-01
- **Durée de contrat** : 3 ans
- **Date limite pour postuler** : 2023-03-01

## Contacts

- **Équipe Inria** : [ODYSSEY](#)
- **Directeur de thèse** :  
Tissot Gilles / [gilles.tissot@inria.fr](mailto:gilles.tissot@inria.fr)

## A propos d'Inria

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

## L'essentiel pour réussir

Le candidat devra à la fois manipuler des simulations numériques de taille modérées à grandes (2D et 3D) et s'approprier les aspects théoriques issus d'apprentissage statistiques, théorie des systèmes dynamiques et assimilation de données. Aux vues de la diversité du sujet, le candidat ne doit pas avoir peur d'apprendre des concepts nouveaux provenant de domaines a priori éloignés.

Une forte appétence à l'implémentation et la simulation numérique sera nécessaire.

**Attention:** Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des candidatures adressées par d'autres canaux n'est pas garanti.

## Consignes pour postuler

Merci de déposer en ligne CV, lettre de motivation et éventuelles recommandations

Pour plus d'information, contactez [gilles.tissot@inria.fr](mailto:gilles.tissot@inria.fr)

### Sécurité défense :

Ce poste est susceptible d'être affecté dans une zone à régime restrictif (ZRR), telle que définie dans le décret n°2011-1425 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST).

L'autorisation d'accès à une zone est délivrée par le chef d'établissement, après avis ministériel favorable, tel que défini dans l'arrêté du 03 juillet 2012, relatif à la PPST. Un avis ministériel défavorable pour un poste affecté dans une ZRR aurait pour conséquence l'annulation du recrutement.

**Politique de recrutement :**

Dans le cadre de sa politique diversité, tous les postes Inria sont accessibles aux personnes en situation de handicap.