

#69
NOVEMBRE 2019



clefs

LES VOIX
DE LA RECHERCHE

L'INTELLIGENCE

ARTIFICIELLE

CONTEXTE - TECHNOLOGIES - DOMAINES D'APPLICATION - PERSPECTIVES

CLIMAT & ENVIRONNEMENT

Peut-on faire confiance à l'IA pour prévoir la météo et faire des projections climatiques ?

•
PAR
DAVIDE FARANDA
(CNRS)

ET **VALÉRIE GAUTARD**
(Direction de la recherche fondamentale)



Davide Faranda est chercheur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CEA/CNRS).

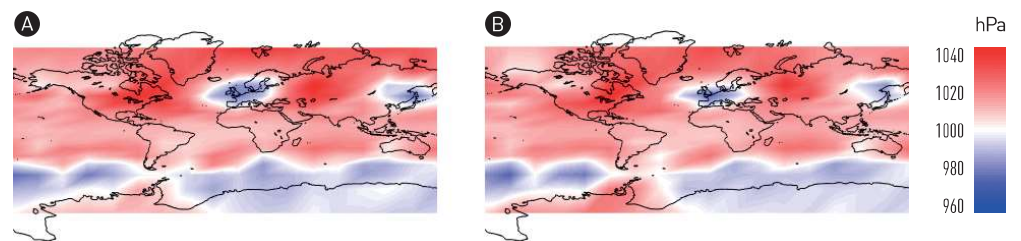


Valérie Gautard est chercheure au Département d'électronique des détecteurs et d'informatique pour la physique (Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers) du CEA.

D. Faranda, M. Vrac, P. Yiou, F.M.E. Pons, A. Hamid, C.G., G. Carella, Ngoungue Langué, S. Thao, V. Gautard. "Boosting performance in Machine Learning of Turbulent and Geophysical Flows via scale separation", en cours de soumission, 2019.

Le calcul haute performance a ouvert la voie aux analyses avancées de jeux de données de grande dimension. Et les techniques d'apprentissage sont particulièrement utiles pour reconnaître des modèles et catégoriser des informations dans des systèmes complexes. Serait-il donc possible d'apprendre le comportement dynamique d'un système sans simuler les équations d'évolution sous-jacentes ?

Fig. 1 : exemple de prévision de pression au niveau de la mer à échéance de 24 heures réalisé en utilisant des réseaux de neurones récurrents. a) champ de pression observé et b) champ de pression prévu avec une simulation initialisée 24 heure à l'avance.



Cet intérêt est motivé par le fait que de nombreux systèmes complexes manquent encore d'équations universellement acceptées, dont la dynamique de l'atmosphère et l'océan. D'un point de vue mathématique, les équations de Navier-Stokes, qui sont la pierre angulaire de la dynamique des flux turbulents, sont difficiles à simuler, de sorte que des approximations et des paramétrisations lourdes sont nécessaires pour représenter les écoulements géophysiques dans les applications météorologiques et climatiques. Des techniques de machine learning capables d'apprendre la dynamique des flux physiques pourraient éviter de faire des simulations coûteuses basées sur les solutions d'équations de Navier-Stokes.

Des progrès récents dans ce domaine ont ouvert la possibilité de prévoir le comportement de systèmes chaotiques, en utilisant des réseaux de neurones récurrents. Nos recherches ont actuellement pour but d'étudier l'applicabilité de ce cadre aux écoulements géophysiques, connus pour être intermittents et turbulents. Nos premiers résultats ont montré que la

turbulence et l'intermittence limitent considérablement l'applicabilité des réseaux de neurones récurrents, aussi bien pour les prévisions à court terme que pour la reconstruction de longues séries temporelles d'observables climatiques.

Pour surmonter ces limitations, nous avons mis en œuvre une stratégie basée sur la séparation de la dynamique à grande échelle des caractéristiques intermittentes / turbulentes. Comme premier test de l'applicabilité de ce cadre, nous avons reproduit le comportement à court et à long terme des données de pression au niveau de la mer (Fig. 1) et obtenu de bonnes reconstructions, en filtrant le bruit aux petites échelles avec une moyenne mobile sur une fenêtre de 12 heures.

Ce domaine de recherche reste à explorer. À l'avenir, nos efforts seront concentrés sur la possibilité d'utiliser les techniques de machine learning pour simuler des processus à petite échelle dans les modèles climatiques et détecter des phénomènes météorologiques extrêmes dans les simulations climatiques ainsi que dans les bases des données d'observations. ■