

Sujet : Etude des couplages biosphère-atmosphère à l'échelle régionale

Contexte : Comment sont liées humidité des sols et précipitations en Afrique de l'Est ?

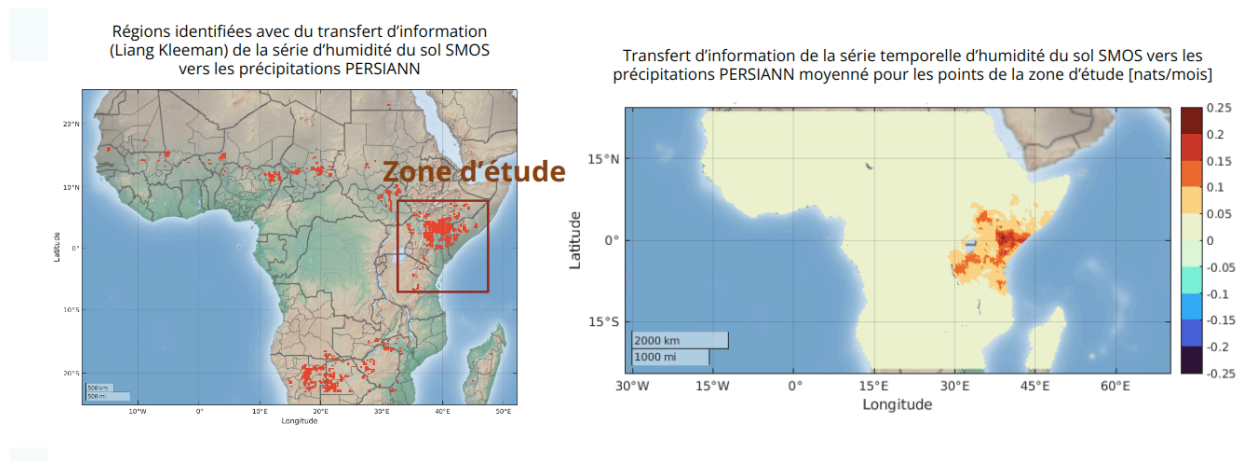
Si le lien des précipitations vers l'humidité dans le sol est trivial, l'eau dans le sol peut aussi s'évaporer puis précipiter à proximité, formant ainsi une boucle de rétroaction positive.

L'Afrique de l'Est (Kenya, Somalie, Tanzanie) serait une zone de couplage entre ces deux variables, c'est-à-dire un endroit où précipitations et humidité du sol sont fortement interconnectées (Figure 1) et s'influencent mutuellement.

Ce stage propose de répondre à cette question en comparant plusieurs méthodes d'identification de couplage / causalité.

Les séries temporelles seront extraites d'observations satellites (SMOS pour l'humidité du sol via les observations en micro-ondes passives, IMERG ou PERSIANN pour les précipitations via des estimations multi-sources satellite et in-situ).

Quant aux méthodes à comparer, elles se réfèrent à la théorie de l'information (ex : transfert d'information de Liang Kleeman) ou aux équations de la dynamique d'un système potentiellement non linéaire (à l'aide de l'outil GPOM, développé au laboratoire CESBIO).



Missions :

- Caractériser les liens entre humidité des sols et précipitation dans une région donnée : identification de patterns spatiaux temporels
- Comparer différentes métriques de couplage / causalité sur la thématique du recyclage de l'eau en Afrique de l'Est
- Suivant intérêt : appliquer ces techniques sur d'autres cas d'études liés au couplage biosphère / atmosphère.

Conditions :

- Durée : 3 à 6 mois (dates flexibles en fonction des disponibilités de l'étudiant) à réaliser avant janvier 2026
- Lieu : Toulouse / Cesbio / Observatoire Midi Pyrénées (campus Rangueil).
- Encadrement : Le ou la stagiaire sera encadré-e par un chercheur IRD et une ingénieure de recherche de l'équipe Micro-Ondes Passives du Cesbio. Il / elle aura l'occasion d'interagir avec d'autres membres de l'équipe DYnamique des Surfaces COntinentales
- Gratification : 4.5€ / heure à raison de 35 heures / semaine.

Compétences :

- analyse et traitement de données
- Matlab et/ou R
- appétence mathématiques

Profil : master 1 / école d'ingénieur Candidature : Pour candidater, envoyez CV et lettre de motivation à : lionel.jarlan@ird.fr, lara.hue@utoulouse.fr, sylvain.mangiarotti@ird.fr

Bibliographie :

Y.H. Kerr, P. Waldteufel, J.-P. Wigneron, J. Martinuzzi, J. Font, and M. Berger. Soil moisture retrieval from space: the soil moisture and ocean salinity (SMOS) mission. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39(8):1729–1735, 2001

Runge, J., Bathiany, S., Bollt, E. *et al.* Inferring causation from time series in Earth system sciences. *Nat Commun* **10**, 2553 (2019).

X. S. Liang, Unraveling the cause-effect relation between time series. *Phys. Rev. E* **90**, 052150 (2014).

Mangiarotti S, Neuhauser M, Arnaud L, Bach Nguyen T, Verrier S. Inference of couplings between variables of a given system using causal wavelets, causal information, equations reconstruction, and other techniques. *Chaos*. 2025 Oct 1;35(10):103124. doi: 10.1063/5.0272112. PMID: 41104998