

Stage M2, année 2022/2023

Titre du stage:

Impact des sécheresses et vagues de chaleur récentes (2018-2022) sur la phénologie et le fonctionnement des forêts européennes.

Laboratoire ou structure d'accueil :

Laboratoire Ecologie, Systématique, Evolution (UMR 8079)
Equipe d'écophysiologie végétale
Bâtiment 680, IDEEV
12, route 128
Université Paris-Saclay
91190 Gif-sur-Yvette - FRANCE

Responsable du stage :

Nom : Kamel SOUDANI et Nicolas DELPIERRE

Email : kamel.soudani@u-psud.fr, nicolas.delpierre@u-psud.fr

Références dans le domaine :

Buras, A., Rammig, A., and Zang, C. S.: Quantifying impacts of the drought 2018 on European ecosystems in comparison to 2003, *Biogeosciences Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/bg-2019-286>, in review, 2019.

Descals, A., Verger, A., Yin, G., Filella, I., & Peñuelas, J. (2022). Widespread drought-induced leaf shedding and legacy effects on productivity in European deciduous forests. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*.

Marchin, R., Zeng, H., & Hoffmann, W. (2010). Drought-deciduous behavior reduces nutrient losses from temperate deciduous trees under severe drought. *Oecologia*, 163(4), 845-854.

Soudani, K., Delpierre, N., Berveiller, D., Hmimina, G., Vincent, G., Morfin, A., & Dufrêne, É. (2021a). Potential of C-band Synthetic Aperture Radar Sentinel-1 time-series for the monitoring of phenological cycles in a deciduous forest. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 104, 102505.

Soudani, K., Delpierre, N., Berveiller, D., Hmimina, G., Pontailier, J. Y., Seureau, L., ... & Dufrêne, É. (2021b). A survey of proximal methods for monitoring leaf phenology in temperate deciduous forests. *Biogeosciences*, 18(11), 3391-3408.

Wu, C., Peng, J., Ciais, P., Peñuelas, J., Wang, H., Beguería, S., ... & Ge, Q. (2022). Increased drought effects on the phenology of autumn leaf senescence. *Nature Climate Change*, 1-7.

Description du stage (1 page maximum)

1. Contexte et objectif du stage

Le changement climatique en cours accroît la fréquence et l'intensité des sécheresses et vagues de chaleur (SVC) estivales en Europe. Ces événements climatiques sont susceptibles d'influencer le cycle annuel de développement des arbres qui est adapté aux variations saisonnières de température en zone tempérée. Ainsi, des sécheresses modérées peuvent retarder la survenue de la sénescence automnale des feuilles chez les arbres forestiers (Xie et al. 2015).

Des SVC de forte intensité ont touché l'Europe récemment (étés 2003 et 2018, Ciais et al. 2005 ; Buras et al. 2019). L'analyse des données satellitaires enregistrées pendant ces étés

très chauds et secs montre une diminution des indices de végétation (NDVI et EVI) mesurés depuis l'espace sur les forêts françaises et européennes (Zaitchik et al. 2006 ; Buras et al. 2019), et plus largement une réduction de l'absorption de lumière par les forêts européennes (Reichstein et al. 2007). Cette diminution de l'absorption de lumière a participé, avec la réponse stomatique des couverts forestiers, à la forte réduction de productivité enregistrée à l'échelle continentale (voir Ciais et al. 2005 par exemple au sujet de la SVC de 2003).

La moindre absorption de lumière par les couverts forestiers observée lors des étés combinant vague de chaleur et sécheresse rend compte soit d'une accélération de la dégradation des chlorophylles, soit d'une diminution de la surface de feuilles (perte des feuilles en été), sans que l'on ait à ce jour distingué la part des deux phénomènes.

L'objectif de ce stage est d'évaluer si les sécheresses récentes estivales survenues récemment en Europe (2018, 2020, 2022) ont affecté la phénologie de la structure (*Leaf Area Index*), des propriétés biochimiques ("jaunissement" du couvert) et du fonctionnement (flux de carbone et d'eau) des forêts européennes.

2. Méthodes

Le travail sera mené sur les sites forestiers européens du réseau ICOS (25 sites en Europe, du Sud de l'Italie au Nord de la Finlande). Nous disposons sur ces sites de données de flux de carbone (CO₂) et d'eau, produites tous les 6 mois (c'est-à-dire qu'au début du stage, l'intégralité des données de la période 2017-2022 sera disponible).

Ces données seront analysées conjointement aux données de télédétection Sentinel-1 et -2, qui renseigneront (1) les dynamiques de structure du couvert (Sentinel-1, données radar, voir Soudani et al. 2021a) et (2) la coloration du feuillage (indice de végétation NDVI, Soudani et al. 2021b). On accèdera à ces données via l'application en ligne *Google Earth Engine* (GEE).

On obtiendra également par GEE les données climatiques (température, précipitation, rayonnement) nécessaires à l'identification des périodes de sécheresse et vague de chaleur.

Une première étape du travail consistera à identifier les périodes de sécheresse et/ou vague de chaleur (SVC) dans les données climatiques, pour chacun des 25 sites d'étude considérés.

Dans un second temps, on évaluera par l'analyse des données de flux et des données de télédétection si les périodes SVC sont associées à des anomalies de flux (p.ex. la forêt devient une source de carbone plus précocement en cas de SVC) et / ou des anomalies de structure (p.ex. perte de feuilles plus précoce) ou des propriétés fonctionnelles (p.ex. jaunissement plus précoce de la végétation). Et on établira le lien entre les anomalies de flux et les anomalies de la structure et des propriétés fonctionnelles des couverts.

Ce stage peut se poursuivre par une thèse : un sujet en continuité de celui-ci (influence des événements climatiques extrêmes (sécheresses et vagues de chaleur) sur la sénescence foliaire en forêts tempérées) sera déposé pour concours à l'Ecole Doctorale Sciences du Végétal.