

DIAGNOSTIC HYDRIQUE ET CARACTÉRISATION DES ÉCHANGES D'EAU, DE CARBONE ET D'ÉNERGIE DANS DES PEUPEMENTS FORESTIERS DE SUD DE LA FRANCE : MODÉLISATION ET PRÉVISION DE LA CROISSANCE, DES FLUX D'EAU ET DE CARBONE EN FONCTION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

WATER RELATIONS AND QUANTIFICATION OF WATER, CARBON AND ENERGY FLUXES OF CONTRASTING FOREST SITES FROM THE SOUTHERN FRANCE: MODELISATION AND PREDICTION OF SITE PRODUCTIVITY AND WATER AND CARBON FLUXES UNDER FUTURE CLIMATE

 tablissement **Université de Bordeaux**

 cole doctorale **Sciences et environnements**

Spécialité **Physique de l'environnement**

Unité de recherche **ISPA - Interaction Sol-Plante-Atmosph re**

Directeur de la thèse Denis LOUSTAU

Financement du 01-09-2019 au 31-12-2022 *origine* **ANR Employeur INRA**

Début de la thèse le **1 octobre 2019**

Date limite de candidature **29 mai 2019 minuit sur le site ADUM**

Mots clés - Keywords

Forêts méditerranéennes, bilan hydrique, Flux de sève, bilan d'énergie, Covariance turbulente, Télédétection

Mediterranean Forests, water balance, energy balance, Sap flow, Eddy covariance, Remote sensing

Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

Le (la) candidat(e) doit avoir complété 1) un diplôme de Master ou d'Ingénieur en sciences forestières, et doit posséder un très bon dossier académique, 2) des connaissances en  cophysiologie, tour a flux et une expérience en gestion de base de données sont des atouts, 3) une bonne capacité de rédaction et avoir des bonnes capacités d'analyses et de travail en équipe, 4) puisse travailler sur le terrain et être pr t   voyager 4-5 jours d'affil s sur les différents sites expérimentaux.

Ideal applicants must have 1) a strong quantitative and technical background obtained through a Master's or Diploma degree in ecology, physics, geosciences, meteorology, environmental science, or a related field; 2) had previous exposure to forest flux measurements, such as plant water use, flux towers, or time series meteorological data; 3) experience with working in field conditions, as the project requires frequent traveling to and extended stays at the sites 4) the ability to work independently and effectively as part of a team setting.

Description de la problématique de recherche - Project description

Pour améliorer les outils techniques de quantification des ressources en eau des pays du bassin m diterran en, nous proposons de développer des méthodologies et des techniques innovantes pour la quantification, l'estimation et le suivi de l'évapotranspiration, qui est le paramètre principal du bilan hydrique des écosystèmes situés en zones semi-arides et arides. Pour cela nous proposons d'associer des mesures de flux d'eau en phase gazeuse mesurées au-dessus des sites étudiés (données tour a flux) et de capteurs de flux de sève installés directement sur les arbres. Le projet consistera globalement à instrumenter plusieurs arbres sur chaque site afin de mesurer le flux de sève et quantifier la transpiration de chaque parcelle en fonction de différents facteurs environnementaux et physiologiques. L'étudiant(e) choisi sera appelé à 1) quantifier les variations de transpiration à l'aide de mesure de flux de sève ; 1)  valuer les stratégies de prélèvement de l'eau qui contrôlent la transpiration et d'assimilation de carbone en fonction de données de teneur en eau du sol et de technique de traçage de l'eau; et (3) de valider la tolérance à la sécheresse de ces différents peuplements et de modéliser le cycle de l'eau et de l'efficacité de l'eau en fonction des données climatiques futures. Aussi, des outils avancés de t l d tections seront utilisés pour quantifier les principaux paramètres du bilan énergétique et du bilan hydrique de surface, et ces données seront intégrées dans des

systèmes d'assimilation à plus grande échelle afin de pouvoir prédire les régimes hydrologiques à l'échelle du bassin versant. L'analyse des scénarios climatiques et l'étude d'utilisation des terres fourniront les données d'entrée pour prédire la gestion des ressources en eau et pour optimiser l'utilisation des eaux de surface et du sol. Le projet s'intègre dans un projet international donc l'objectif principal est de développer et d'appliquer des stratégies innovantes pour la gestion durable de l'eau en fonction du climat actuel mais aussi en fonction des scénarii futurs du changement climatique.

The overarching goal of this research project is to develop and apply innovative methodologies to increase the social-ecological water use efficiency of managed ecosystems along the Mediterranean biome and climate types. We propose to combine the use of eddy covariance measurements and tree sapflow observations. In addition, advanced technical tools (remote sensing observations) will be developed to monitor the main state variables explaining energy and water balance at the land surface, and to include those observations in data assimilation systems to predict watershed hydrological cycles. The analysis of climate and land use scenarios will provide the inputs for the water resources management and planning to optimally use both surface water and groundwater.

The overall goal of this project is to improve the modeling of fluxes of water vapor and carbon dioxide to and from forests plantation and natural systems). This goal will be achieved through a combined program of field-based measurements in a planted pine forest and in a natural oak forest in France and regional scale modeling of land surface fluxes. The PhD student will: 1) quantify transpiration and site water use using sap flux measurements and soil moisture dynamics; 2) investigate changes in transpiration and photosynthesis when the canopy transitions between wet and dry states, and 3) model et validate the effect of precipitation anomalies et summer drought on water use, carbon assimilation and water use efficiency et predict the effect of future climate scenario on water and carbon fluxes.

Thématique / Domaine / Contexte

Ecologie fonctionnelle, Physique de l'Environnement, hydrologie, écophysologie des arbres.

Ecologie et hydrologie forestières, Ecophysologie des arbres et peuplements forestiers méditerranéens.

Le changement climatique affecte profondément les ressources en eau et l'hydrologie des écosystèmes méditerranéens. Il importe de comprendre et prédire comment les régulations d'ordre biophysique (hydraulique et fonctionnement stomatique des arbres et transpiration) ou sylvicoles (régime d'exploitation, exposition aux sécheresses) pourraient optimiser l'efficacité d'utilisation de l'eau par ces écosystèmes.

Objectifs

Etablir les variations stationnelles et temporelles du bilan d'énergie, bilan hydrique et du partitionnement de l'évapotranspiration entre les composantes sol, sous-étage et arbres d'une part et entre évaporation et transpiration d'autre part. Identifier les processus de régulation sous-jacent et appliquer ces résultats à la modélisation des effets du changement climatiques et des pratiques forestières sur l'hydrologie des forêts méditerranéennes.

Méthode

La thèse comportera une partie expérimentale (monitoring de variables hydrologiques, évapotranspiration, bilan d'énergie, flux de sève, eau du sol) déployée sur trois sites du réseau ICOS France, Salles, Puechabon et Font-Blanche et une partie plus conceptuelle incluant la modélisation de ces processus à l'échelle de la parcelle et, le cas échéant, de la région.

<https://www.icos-france.fr/static4/le-reseau>

<https://xylofront.pierroton.inra.fr/Salles2.html>

Résultats attendus - Expected results

Impact des pratiques culturales et sylvicoles sur la transpiration et l'évaporation des agrosystèmes et forêts méditerranéennes, interactions avec les contrôles biologiques du fonctionnement hydrologique des écosystèmes méditerranéens. Partitionnement de l'évapotranspiration entre les composantes sol, sous-étage et arbres d'une part et entre évaporation et transpiration d'autre part. Modélisation du bilan hydrique sous contrainte climatique.

Précisions sur l'encadrement - Details on the thesis supervision

La thèse sera co encadrée par Denis Loustau (eq. HDR), Jean-Christophe Domec (eq. HDR) et Jérôme Ogée (soutenance HDR prévue en 2019) à l'UMR ISPA.

Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche

La(e) doctorant(e) sera accueilli(e) à l'unité ISPA et disposera de toutes les facilités et services mis à disposition par l'INRA pour les

chercheurs (licences, informatiques, bureautique, laboratoires, dispositifs de terrain et infrastructure, hygiène et sécurité). Cette thèse s'inscrit dans le plan de travail du projet SWATCH et le doctorant participera au suivi du projet, aux réunions intermédiaires et finale et à la restitution de ses résultats lors des manifestations scientifiques organisées dans ce cadre.

Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

Les objectifs de valorisation sont surtout de nature académique: publications et communications internationales en anglais. Les résultats obtenus seront aussi appliqués à l'optimisation des ressources en eau des écosystèmes étudiés.

Collaborations envisagées

Le sujet proposé permettra une collaboration avec les partenaires du projet SWATCH ainsi que les partenaires français des sites ICOS impliqués (CEFE Montpellier et INRA Avignon).

Ouverture Internationale

Le projet SWATCH réunit des participants de 7 pays méditerranéens (Algérie, Chypre, Egypte, Espagne, France, Italie, Tunisie) et de deux universités américaines de renom: Duke university (G. Katul, R. Oren) et Cornell (J. Albertson). Il a vocation à jouer le rôle de projet pilote pour la politique de recherche européenne sur les ressources en eau en zone méditerranéenne sous contrainte climatique.

Références bibliographiques

- Al-Yaari, A., Dayau, S., Chipeaux, C., Aluome, C., Kruszewski, A., Loustau, D., and Wigneron, J. P.: The AQUI Soil Moisture Network for Satellite Microwave Remote Sensing Validation in South-Western France, *Remote Sensing*, 10, 10.3390/rs10111839, 2018.
- Liu, X., Sun, G., Mitra, B., Noormets, A., Gavazzi, M. J., Domec, J. C., Hallema, D. W., Li, J. Y., Fang, Y., King, J. S., and McNulty, S. G.: Drought and thinning have limited impacts on evapotranspiration in a managed pine plantation on the southeastern United States coastal plain, *Agric For Meteorol*, 262, 14-23, 10.1016/j.agrformet.2018.06.025, 2018.
- Rodriguez-Gamir, J., Xue, J. M., Clearwater, M. J., Meason, D. F., Clinton, P. W., and Domec, J. C.: Aquaporin regulation in roots controls plant hydraulic conductance, stomatal conductance, and leaf water potential in *Pinus radiata* under water stress, *Plant Cell Environ*, 42, 717-729, 10.1111/pce.13460, 2019.
- Ward, E. J., Domec, J. C., King, J., Sun, G., McNulty, S., and Noormets, A.: TRACC: an open source software for processing sap flux data from thermal dissipation probes, *Trees-Structure and Function*, 31, 1737-1742, 10.1007/s00468-017-1556-0, 2017.
- Delzon, S., and Loustau, D.: Age-related decline in stand water use: sap flow and transpiration in a pine forest chronosequence, *Agric For Meteorol*, 129, 105-119, 10.1016/j.agrformet.2005.01.002, 2005.
- Granier, A., Reichstein, M., Breda, N., Janssens, I. A., Falge, E., Ciais, P., Grunwald, T., Aubinet, M., Berbigier, P., Bernhofer, C., Buchmann, N., Facini, O., Grassi, G., Heinesch, B., Ilvesniemi, H., Keronen, P., Knohl, A., Kostner, B., Lagergren, F., Lindroth, A., Longdoz, B., Loustau, D., Mateus, J., Montagnani, L., Nys, C., Moors, E., Papale, D., Peiffer, M., Pilegaard, K., Pita, G., Pumpanen, J., Rambal, S., Rebmann, C., Rodrigues, A., Seufert, G., Tenhunen, J., Vesala, I., and Wang, Q.: Evidence for soil water control on carbon and water dynamics in European forests during the extremely dry year: 2003, *Agric For Meteorol*, 143, 123-145, 2007.