

Effect of drought on the biogeochemical functioning of a forest ecosystem

Interactions between water, element and gas flux in the atmosphere-vegetation-soil-regolith column.

Supervisors of the PhD thesis:

Marie-Pierre Turpault, BEF, INRA, centre Grand-Est, Champenoux, marie-pierre.turpault@inra.fr

Philippe De Donato, GeoRessources, Université de Lorraine, Vandoeuvre-lès-Nancy, philippe.de-donato@univ-lorraine.fr

Key words: drought experiment; forest ecosystem; water, nutrients and carbon cycle; tree adaptation; wood production

Doctoral school: SIRENA - Science and engineering of natural resources

Dead line for application: 15-06-2019 (the position open until filled)

Application: a cover letter, CV, transcript of marks from the last two years, two reference letters, Hearings of selected candidates will be organized from June 17 to July 5.

Start of the contract: 01-10-2019

The PhD thesis is part of DEEPSURF research project: <http://lue.univ-lorraine.fr/en/impact-deepsurf>

Short summary

In order to anticipate the forest ecosystem response to future climate change, an in situ spring and summer drought experiment is carried out over several years. The aim of this thesis is (i) to quantify water and nutrient stress and the consequences on biomass production, (ii) to identify stand adaptations to reduce these stresses and (iii) to measure the evolution of carbon storage in the soil and in the ecosystem. To answer these questions, monthly and annual biogeochemical monitoring of water, carbon, nutrients and beneficial elements will be carried out using numerous sensors implemented in the experiment (follow-up of tree growth and element transfers, follow-up of the chemistry of solutions and fluxes, follow-up of litter fall, follow-up of soil element stocks and respiration).

Long summary

Forest ecosystems are central for current issues such as climate change, energy transition and resource conservation. Forests provide socio-economic services (wood production, etc.) and environmental services (carbon storage, etc.) that could be threatened by climate change,

such as an increased drought in spring and summer. Drought can cause water and nutrient stresses that can affect wood production and carbon storage in the soil. Although some aspects of the effects of drought have been well studied in forests, there is still little information on its impact on the circulation of nutrients between the soil and the atmosphere, and the annual and perennial compartments of the tree (Gessler et al. 2016).

The aim of this thesis is therefore (i) to quantify the water and nutrient stresses induced by spring and summer droughts and their impact on wood production and on the economy, (ii) to identify tree adaptations to reduce the effect of these stresses and (iii) to measure the effect of these repeated droughts on soil carbon storage.

This project will be based on a drought device that is being built in northeastern France in an adult beech forest developed on a calcisol. It consists of a drought plot where a total drought will be applied for 2.5 months per year and a control plot. Both plots are highly instrumented to monitor soil humidity and temperature, the volume and chemistry of rainfall, throughfall, stemflow and soil solutions; the production of CO₂ in the soil, the stocks of elements in the soil, the growth of trees and the chemistry of perennial and annual tree compartments, the amount and chemistry of litterfall.

This thesis consists of three parts:

- 1- Quantification of nutrient production and loss including monthly monitoring of solution chemistry, water modelling, and calculation of monthly and annual flows of production and loss through drainage ;
- 2- Quantification of the uptake, use and recycling of nutrients including growth measurements and modelling of the produced biomass, monitoring of the quantity and chemistry of leaves and fine roots and element storing in the tree, as well as the return of carbon and nutrients to the soil via the litter.
- 3- Quantification of soil carbon evolution including monitoring of soil respiration, investigation of the mechanisms controlling CO₂ production, and an input/output balance of carbon into the soil.

Profile Candidate

The candidate must be a highly-motivated and self-directed person with a solid knowledge of geosciences. Master degree in Soil Sciences, Geochemistry or Ecology with a strong interest into soil-plant interactions

- good teamworking skills and appeal for field work
- excellent writing skills
- English fluency (scientific article writing and communication)

Effet de la sécheresse sur le fonctionnement biogéochimique d'un écosystème forestier

Interactions entre les flux d'eau, d'éléments et de gaz dans la colonne atmosphère-végétation-sol-régolithe

Directeurs de thèse:

Marie-Pierre Turpault, BEF, INRA, centre Grand-Est, Champenoux

Philippe De Donato, GeoRessources, Université de Lorraine, Vandoeuvre-lès-Nancy

Mots clés : expérience de sécheresse ; écosystème forestier ; cycle de l'eau, des nutriments et du carbone ; adaptation des arbres ; production de bois

Ecole doctorale : SIRENA - Science et Ingénierie des Ressources Naturelles

Date limite de candidature : 15-06-2019 (pourra être prolongée jusqu'à la sélection d'un candidat)

Candidature : Une lettre de motivation, un CV, le relevé de note des M1 et M2 (ou des 3 années d'école d'ingénieur), lettres de recommandation. Les candidats retenus seront auditionnés du 17 juin au 5 juillet 2019.

Date de début : 01-10-2019

Cette thèse de doctorat fait partie du projet de recherche DEEPSURF : <http://lue.univ-lorraine.fr/fr/impact-deepsurf>

Résumé court

Afin d'anticiper la réponse de l'écosystème forestier aux changements climatiques futurs, une expérience de sécheresse printanière et estivale *in situ* est réalisée sur plusieurs années. L'objectif de cette thèse est de quantifier les stress hydrique et nutritifs et les conséquences sur la production de biomasse, de déterminer les adaptations du peuplement pour réduire ces stress et de mesurer l'évolution du stockage de carbone dans le sol et l'écosystème. Pour répondre à ces questions, un suivi biogéochimique mensuel et annuel de l'eau, du carbone, des nutriments et des éléments bénéfiques sera effectué à l'aide de nombreux capteurs implantés dans l'expérience (suivis de la croissance des arbres et des transferts d'élément, suivi de la chimie des solutions et des flux ; suivi des retombées de litières ; suivi des stocks d'éléments dans le sol et de la respiration).

Résumé long

Les écosystèmes forestiers sont au cœur des enjeux actuels tel que les changements climatiques, de transition énergétique et de préservation des ressources. Les forêts rendent des services socio-économiques (production de bois,...) et environnementaux (stockage carbone,...) qui pourraient être menacés par les changements climatiques comme l'augmentation de sécheresses au printemps et en été. En effet, ces sécheresses peuvent induire des stress hydrique et nutritifs qui peuvent affecter la production de bois et le stockage de carbone dans le sol. Si certains aspects des effets de ces sécheresses ont été bien étudiés, il y a encore peu d'informations sur son impact sur la circulation des éléments nutritifs entre le sol-l'atmosphère et les compartiments annuels et pérennes de l'arbre (Gessler et al., 2016).

Les objectifs de cette thèse est donc de quantifier les stress hydrique et nutritifs induit par les sécheresses printanières et estivales et leur conséquence sur la production de bois et l'économie, de déterminer les adaptations des arbres pour réduire l'effet de ces stress et de mesurer l'effet de ces sécheresses répétées sur le stockage de carbone dans le sol.

Ce projet va s'appuyer sur un dispositif sécheresse qui est en cours de construction dans une hêtraie adulte du nord-est de la France développé sur un calcisol. Il est constitué d'une placette où va être appliquée une sécheresse totale durant 2.5 mois par an et d'une placette témoin. Ces placettes sont fortement instrumentées afin de suivre l'humidité et la température du sol, la chimie des pluies, des pluvio-lessivats et solutions du sol ; la production de CO₂ dans le sol, les stocks d'éléments dans les sols, la croissance des arbres et la chimie des compartiments pérennes et annuels de l'arbre, les quantités et la chimie des retours au sol.

Cette thèse est organisée en trois tâches :

- 1- Quantification de la production et de la perte de nutriments comprenant un suivi mensuel de la chimie des solutions, une modélisation hydrique et un calcul des flux mensuels et annuels de production et de perte par drainage.
- 2- Quantification du prélèvement, de l'utilisation et du recyclage des nutriments prélevés comprenant des mesures de croissance et une modélisation de la biomasse produite, un suivi de la quantité et de la chimie des feuilles et des racines fines et des mises en réserves à l'automne ainsi que le retour au sol du carbone et des nutriments via les litières.
- 3- Quantification de l'évolution du carbone du sol comprenant un suivi de la respiration du sol, une recherche des mécanismes de contrôle de la production de CO₂ et un bilan entrées/sorties du C dans le sol.

Profil du candidat

Le candidat devra être motivé et autonome avec une solide formation en géosciences. Master M2 en Science du sol, Géochimie ou Ecologie avec un fort intérêt pour les interactions Sol-Plante



- bonne aptitude au travail en équipe et attrait pour le travail de terrain
- excellente capacité rédactionnelle
- maîtrise de l'anglais