

Variations spatio-temporelles de la température : Réponse de la croissance primaire et secondaire des arbres

(English version page 3-4)

Contexte

L'UMR PIAF travaille sur les déterminants physiques et physiologiques du fonctionnement et du développement des arbres dans un contexte de changement climatique. Plus précisément, nos recherches portent sur les réponses des arbres aux facteurs abiotiques fluctuants à travers leur acclimatation ou leur survie. Nous portons une attention particulière aux échelles spatiales fines et à leur hétérogénéité (*e.g.* architecture) en les caractérisant d'un point de vue fonctionnel, ceci au cours de l'ensemble du cycle annuel (saison de croissance et dormance). Parmi les conditions environnementales, la température, les précipitations et le vent, dont les amplitudes de variation risquent de s'accroître dans les décennies à venir, sont ciblées. La résilience des arbres à des événements extrêmes devient donc un enjeu crucial.

Dans le domaine thermique, un événement extrême particulièrement dangereux est le 'faux printemps' (*false spring*), caractérisé par un gel tardif proche ou postérieur au débourrement et/ou à la reprise de l'activité cambiale. Ces faux printemps ont des effets immédiats de perturbation (par destruction de biomasse), mais aussi de stress, à plus long terme, affectant la croissance des arbres touchés (affaiblissement par utilisation de réserves). Certains bourgeons meurent, ainsi que certaines parties du cambium.

Les variations de température ne sont pas que temporelles, elles sont aussi spatiales, en raison de l'asymétrie de l'éclairement solaire. Chez un arbre isolé, la face Sud est plus exposée au rayonnement, plus chaude en journée, ce qui peut se traduire par un développement ontogénique accru. Cette asymétrie de température peut donc porter à conséquence lors de faux printemps. Certains bourgeons sont soumis à des températures plus basses que d'autres, et ont donc une plus forte probabilité d'être endommagés. Il en va de même du cambium sur la face du tronc exposée au nord. Les températures minimales sont atteintes peu avant le lever du soleil, les faces orientales subissent donc une durée d'exposition à des températures potentiellement dommageables plus courte, mais toutefois les variations sont plus brusques. Ces aspects spatiaux des faux printemps ont encore été peu étudiés en conditions contrôlées.

L'asymétrie de température pose aussi une question fondamentale sur la croissance et la mise en place de l'architecture des arbres : puisque, dans une certaine gamme, des températures élevées accélèrent les processus biologiques, pourquoi une asymétrie thermique au sein du houppier ne se traduit pas par une asymétrie de la forme de celui-ci? Existe-t-il un mécanisme de compensation entre branches à l'échelle du houppier ? La même question se pose pour la croissance secondaire : une différence de température entre les deux faces du tronc peut-elle induire une différence d'activité cambiale et de vitesse d'élargissement des cellules ? Existe-t-il un mécanisme de compensation sur toute la circonférence ?

Pour aborder chacun de ces points, nous proposons de mener une série d'expériences en conditions contrôlées, échelonnées du printemps jusqu'à la fin de la saison de végétation.

1. En fin d'hiver-début de printemps (*i.e.* en phase d'écodormance), une hétérogénéité de température sera imposée dans le houppier soit par chauffage asymétrique entre deux hémisphères, soit par chauffage de rameaux individuels. On observera ensuite les effets de cette hétérogénéité sur la temporalité du débournement entre bourgeons. Dans une autre série d'expériences, le tronc sera

localement chauffé, sur une seule face, avec suivi simultané des variations de taille radiale, sur les deux faces opposées, afin de repérer une éventuelle reprise différenciée de l'activité cambiale.

2. Après débourrement partiel, un stress gélif sera imposé à certains rameaux. On observera ensuite les dommages causés aux bourgeons en fonction de leur position et de leur stade phénologique. Au niveau du tronc, on provoquera des évènements gélifs localisés et on observera les effets sur la croissance radiale ultérieure.
3. Lorsque le 'vrai printemps' aura commencé, des asymétries de température seront imposées dans le houppier et de part et d'autre du tronc. On observera en continu la croissance primaire et secondaire durant toute la saison de végétation. Dans chaque cas, on cherchera à repérer une asymétrie résultante, ou au contraire un maintien de la symétrie de révolution.

Pour mener à bien cette série d'expérimentation, nous recrutons un chercheur contractuel pour un contrat de deux ans. Le chercheur aura à disposition, entre autres, des dispositifs :

- de mesure physique (thermocouples, caméra thermique, capteurs d'humidité, de rayonnement et de vent,...)
- de caractérisation de l'architecture (topologie et/ou géométrie) et de la croissance (PiafDigit, PepiPIAF)
- de la vulnérabilité au gel (fuite des électrolytes)
- des pré-requis thermique nécessaires à la croissance (test de forçage) en enceintes de conditionnement contrôlées.
- d'un compartiment de serre dédié à la mise en place de ses expérimentations (capacité > 50 arbres)
- de capacité de stockage d'échantillons à -80°C pour mesures biochimique et de biologie moléculaire.

Compétences requises

Doctorat en écophysiologie des plantes, agronomie ou biologie intégrative. Capacité à travailler en équipe, capacité rédactionnelle en français et en anglais, esprit analytique et de synthèse bibliographique. Un goût pour les mesures physiques, la mise en place d'expérimentation et/ou la modélisation serait apprécié.

Modalités d'accueil

Affectation : UMR PIAF - Centre INRAE Auvergne-Rhône-Alpes Site de Crouël

Contrat de 24 mois (Ingénieur de recherche INRAE)

Date d'entrée en fonction souhaitée : 01/09/2020

Rémunération : suivant expérience

Pour postuler

Envoyer un CV et une lettre de motivation à felix.hartmann@inrae.fr & guillaume.charrier@inrae.fr

Spatio-temporal thermal variations: Characterizing the response of primary and secondary tree growth

Background

UMR PIAF is working on the physical and physiological determinants of tree functioning and development in a context of climate change. More specifically, our research focuses on the responses of trees to fluctuating abiotic factors through their acclimation or survival. We pay particular attention to fine spatial scales and their heterogeneity (*e.g.* architecture) by characterizing them from a functional point of view throughout the annual cycle (growing season and dormancy). Among the environmental conditions, temperature, precipitation and wind, whose amplitudes of variation are likely to increase in the coming decades, are targeted. The resilience of trees to extreme events therefore becomes a crucial issue.

In the thermal domain, a particularly dangerous extreme event is the 'false spring', characterized by a late frost near or after budburst and/or the resumption of cambial activity. These false springs have immediate disturbance effects (by destruction of biomass), but also longer-term stress effects affecting the growth of the affected trees (weakening by use of reserves). Some buds die, as well as parts of the cambium.

Temperature variations are not only temporal, but also spatial, due to the asymmetry of solar radiation. In an isolated tree, the south face is more exposed to radiation, warmer during the day, which can result in increased ontogenic development. This temperature asymmetry can therefore have consequences during false spring. Some buds are subjected to lower temperatures than others, and are therefore more likely to be damaged. The same applies to the cambium on the north-facing side of the trunk. Minimum temperatures are reached shortly before sunrise, so the eastern faces have a shorter duration of exposure to potentially damaging temperatures, but the temperature changes are quicker. These spatial aspects of false springs have not yet been studied under controlled conditions.

Temperature asymmetry also raises a fundamental question about tree growth and tree architecture: since, within a certain range, high temperatures accelerate biological processes, why does thermal asymmetry within the crown not translate into asymmetry in the shape of the crown? Is there a compensation mechanism between branches at the crown scale? The same question arises for secondary growth: can a difference in temperature between the two sides of the trunk induce a difference in cambial activity and cell enlargement rate? Is there a compensation mechanism over the entire circumference?

To address each of these points, we propose to conduct a series of experiments under controlled conditions from spring to the end of the growing season.

1. In late winter/early spring (*i.e.* during the eco-dormancy phase), temperature heterogeneity will be imposed in the crown either by asymmetric heating between two hemispheres or by heating individual twigs. We will then observe the effects of this heterogeneity on the temporality of bud break between buds. In another series of experiments, the trunk will be locally heated, on one side only, with simultaneous monitoring of radial size variations, on the two opposite sides, in order to identify a possible differentiated resumption of cambial activity.
2. After partial budburst, some twigs will be subjected to frost stress. The damage caused to the buds will then be observed according to their position and phenological stage. At the trunk level, localized frost events will be induced and the effects on subsequent radial growth will be observed.

3. When the 'real spring' has begun, temperature asymmetries will be imposed in the crown and on both sides of the trunk. Primary and secondary growth will be observed continuously throughout the growing season. In each case, an attempt will be made to identify a resulting asymmetry or, on the contrary, a maintenance of rotational symmetry.

To carry out this series of experiments, we are recruiting a contract researcher for a two-year contract. The researcher will have at his disposal, among other things, devices :

- physical measurement devices (thermocouples, thermal camera, humidity, radiation and wind sensors, ...)
- characterization of architecture (topology and/or geometry) and growth (PiafDigit, PepiPIAF)
- vulnerability to freezing (electrolyte leakage)
- thermal pre-requisites necessary for growth (forcing test) in controlled conditioning chambers.
- a greenhouse compartment dedicated to setting up its experiments (capacity > 50 trees)
- sample storage capacity at -80°C for biochemical and molecular biology measurements.

Required skills

PhD in plant ecophysiology, agronomy or integrative biology. Ability to work in a team, writing skills in French and English, analytical mind and bibliographical synthesis. A taste for physical measurements, setting up experiments and/or modelling would be appreciated.

Conditions

Assignment: UMR PIAF - INRAE Centre Auvergne-Rhône-Alpes Crouël site

24-month contract (INRAE Research Engineer)

Desired start date: 01/09/2020

Remuneration: according to experience

To apply

Send a CV and cover letter to felix.hartmann@inrae.fr & guillaume.charrier@inrae.fr