



Département Environnement et Agronomie



Faits marquants 2010

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Quelques pistes pour modéliser l'évolution de la résistance au gel des arbres dans des climats futurs

UMR 547 PIAF – Physique et physiologie intégratives de l'arbre fruitier et forestier, Clermont-Ferrand-Theix (INRA, Université Blaise Pascal)

Champs disciplinaires : Biologie végétale, bioclimatologie, écologie

Mots-clés « thématiques » : Recherches génériques, environnement
Mécanismes du vivant, changements globaux

Mots-clés « type d'activité »

Nature : Résultats de recherche, anticipation et éclairage

Partenariat : Ministériel (contrat de recherche MAAP, bourse de thèse)

Référence à une priorité du document d'orientation 2010-2020

Biologie prédictive : Adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique (p. 16).

Méta-programme ACCAF « Adaptation au changement climatique de l'agriculture et de la forêt ».

Contact : Thierry.Ameglio@clermont.inra.fr

Résumé

Dans le contexte du changement climatique global, il est admis que les arbres (industriels, forestiers, urbains ou fruitiers) sont menacés par des variations extrêmes des contraintes environnementales (eau, température, vent...) mettant en péril leur survie. Celle-ci dépend de l'état physiologique de l'arbre modulé par ces facteurs abiotiques. Notre étude a cherché à améliorer nos capacités de prédiction de l'endurcissement au gel des arbres pour mieux comprendre les conséquences d'événements physiologiques ou climatiques extrêmes et mieux adapter leurs gestions vis-à-vis de ces risques.

Contexte /enjeux / problématiques nationales et/ou internationales

L'adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique constitue un enjeu majeur dans le contexte économique et environnemental (bois, énergie, rôle éco-systémique des forêts,...) des dix prochaines années. Les impacts directs du changement climatique concernent entre autres la durabilité des arbres et des lacunes de connaissances ont été identifiées. Ainsi, pour la température, s'il est généralement admis que la moyenne et la variance des températures seront très probablement augmentées au cours du siècle à venir, avec une fréquence des événements de gel plus faible, l'intensité de ces événements resterait similaire. Dans ces conditions, l'augmentation des dommages liés au gel a une forte probabilité d'augmenter, car paradoxalement, la possibilité de résister à un événement intense de gel s'acquiert progressivement à l'automne, sous l'influence de températures basses : on parle d'endurcissement au gel.

Plusieurs modèles existent pour décrire cette acclimatation, mais aucun ne tient compte jusqu'à maintenant d'événements climatiques et ou physiologiques extrêmes. Nos travaux ont cherché à combler ce manque en proposant un modèle semi-mécaniste permettant de tenir compte des conditions actuelles (températures de l'air) et passées (état physiologique de l'arbre lié à ses conditions de croissance antérieures) et de leurs interactions pour prédire à chaque instant la résistance au gel de l'arbre au cours d'un hiver.

Résultats

Notre modèle a été paramétré sur le noyer à partir de suivis saisonniers de l'évolution de la résistance au gel pour les rameaux de cet arbre. Il montre qu'à chaque instant, la température provoquant 50 % de lyse cellulaire (LT50 : test de fuite des électrolytes) est dépendante de trois paramètres, un paramètre climatique (la moyenne des températures minimales des deux semaines précédentes) et deux paramètres physiologiques (l'hydratation des tissus et leurs contenus en sucres solubles) qui contribuent chacun au mécanisme de résistance au gel.

Ce modèle a ensuite été testé dans des conditions expérimentales extrêmes en simulant un stress différent pour chaque charpentière d'un même arbre : défoliation pour l'une (pour mimer l'attaque de phytophages), décortication pour l'autre (pour limiter l'exportation de sucres vers les autres parties de l'arbre), conditions normales pour la dernière. Les résultats simulés par le modèle sont en accord avec les résultats observés par l'expérimentation. En effet, sur un même arbre, la résistance au gel de chaque charpentière peut être très différente à un instant donné (jusqu'à 5°C d'écart), et ce en lien avec les conditions physiologiques de croissance de chacune.

Pour conclure, notre étude démontre l'importance des paramètres physiologiques pour prédire l'endurcissement au gel des arbres et propose une piste pour simuler les conséquences d'événements physiologiques ou climatiques extrêmes.

Perspectives / impact à terme

- L'amélioration des capacités de prédiction à long terme en incluant un modèle de résistance au gel à bases fonctionnelles dans les modèles de répartition des espèces et/ou de dynamique de peuplements ;
- La caractérisation et la cartographie de la vulnérabilité des espèces, voire des massifs forestiers, vis-à-vis des risques de gel, actuels et futurs ;
- La proposition d'aides à la décision pour faciliter l'adaptation et la gestion des arbres vis-à-vis de ces risques ;
- La caractérisation et la proposition d'essences de substitution, dans les zones géographiques où ces risques s'avèreraient trop importants.

Partenaires

Station Expérimentale de la Noix 46600 CREYSSE

DSF : Département de la Santé des Forêts (Ministère de l'agriculture et de la pêche- Direction générale de l'alimentation - Sous-Direction de la qualité et de la protection des végétaux)

Valorisation

Prix de la Thèse 2009 de la Société Nationale d'Horticulture de France (SNHF) adressé à Magalie Poirier.

Bibliographie

- Poirier M., Lacoite A., Améglio T., 2010. A semi-physiological model of cold hardening and dehardening in walnut stem. *Tree Physiol* 30(12): 1555-1569 doi:10.1093/treephys/tpq087
- Poirier M., 2008. Etude écophysiological de l'endurcissement au gel des arbres : impact des conditions estivales de croissance sur la résistance au gel des arbres. Thèse de l'école doctorale des Sciences de la Vie et de la Santé (N°484), N° D.U. : 1857. Thèse soutenue à Clermont-Ferrand le 26 septembre 2008. 314 p.
- Poirier M., 2009. Etude écophysiological de l'endurcissement au gel des arbres : Impacts des conditions estivales de croissance sur la résistance au gel des arbres. *Jardins de France*, Juillet/Août 2009, 40-43.



Suivi en continu de la température des différents organes d'un noyer au cours de l'hiver et détermination de la température de prise en glace (exotherme de congélation et variation de dimension du tronc)