

La limite altitudinale des conifères sous le contrôle de l'embolie gazeuse liée au gel

Pour mieux gérer et prévoir les plantations dans un climat changeant, il faut comprendre la vulnérabilité des arbres sous contraintes environnementales. Les principaux mécanismes de survie des arbres vis-à-vis de stress thermiques et hydriques nous aident à comprendre les aires de répartitions actuelles, en particulier la limite altitudinale des conifères.



Mesures micro-météorologiques et détection acoustique de l'embolie hivernale réalisées sur un épicéa commun sur le site de Praxmar (11°06'E, 47°09'N, 1 700 m), près de Innsbruck en Autriche dans le cadre du Programme Huber Curien « Amadéus » 2004-2005

se retrouvent en altitude où ces arbres sont soumis à de nombreux

Les cycles de gel-dégel peuvent causer une embolie (présence de bulle d'air) dans les vaisseaux conducteurs de la sève brute des arbres empêchant la bonne circulation de la sève. Les conifères sont réputés peu sensibles à cette embolie et on explique ainsi la présence quasi-exclusive des conifères aux altitudes et latitudes élevées. Nous venons de démontrer que leur sensibilité à l'embolie liée au gel devient marquée lorsque les cycles de gels sont nombreux (= 100) et que l'état hydrique de l'arbre est dégradé. Ces situations

cycles de gel et où les sols gelés sur de longues périodes ne permettent pas à l'arbre d'extraire l'eau. Dans ces conditions, ils se déshydratent et deviennent alors vulnérables à l'embolie gazeuse. Grâce à une méthode innovante de suivi acoustique de ces événements de cavitation, nous avons montré que la formation d'embolie se réalise pendant le gel et non au dégel comme on le croyait jusqu'alors. Le premier cristal de glace formé dans un organe a ainsi un rôle central comme point de déshydratation, drainant l'eau liquide des vaisseaux vers la glace en formation. La compréhension de ce mécanisme permet de progresser dans l'analyse des risques d'embolie gazeuse des arbres et rapproche la théorie de l'embolie hivernale, de celle de la cavitation estivale. Ainsi, pour les conifères, la limite altitudinale des différentes espèces peut maintenant s'envisager selon ces mécanismes de vulnérabilité à l'embolie.

Les progrès technologiques des mesures acoustiques les rendent non invasives et automatisables pour étudier la vulnérabilité à l'embolie des espèces ligneuses. On peut donc espérer à court terme, obtenir les références qui nous manquent aujourd'hui, pour appréhender l'évolution de la répartition de ces espèces dans un climat changeant.

■ Partenaires

Université d'Innsbruck & Wien (Autriche).

■ Publication

Mayr S., Cochard H., Améglio T., Kikuta S.B., 2007 - Embolism during freezing in the wood of *Picea abies*. *Plant Physiology* 143 (1), 60-67.

■ Contact

Thierry Améglio - Thierry.Ameglio@clermont.inra.fr

Des protéines (aquaporines) contrôlent les flux d'eau dans les feuilles des arbres

Les échanges d'eau et de carbone entre les arbres et l'atmosphère s'effectuent principalement au niveau des feuilles. Déterminer les bases physiologiques, biophysiques et moléculaires de ces échanges gazeux est nécessaire pour comprendre l'adaptation des arbres aux fluctuations de leur environnement.

Avant d'être rejetée dans l'air sous forme gazeuse, la sève brute circule sous forme liquide dans l'arbre dans des structures anatomiques très spécialisées. Il est établi que la facilité de circulation de la sève dans les feuilles conditionne les quantités d'eau et carbone que les arbres échangent avec l'atmosphère. Le réseau extrêmement dense de fines nervures qui irrigue toute la feuille rend très efficace le transport de la sève sur la quasi-totalité de son trajet foliaire. Le goulot d'étranglement de circulation de l'eau dans la feuille se localise sur une distance très courte, entre la terminaison des nervures et les sites d'évaporation. Il était jusqu'à présent admis que l'eau circulait ici principalement dans la paroi inerte des cellules. Or nous avons démontré que cette circulation répondait rapidement et fortement à des variations de température, de luminosité et à la présence de certaines drogues. Ceci démontre l'existence d'un contrôle biologique de la circulation de l'eau dans la feuille impliquant un flux d'eau au travers des membranes plasmiques et non plus au travers des parois cellulaires.



Les bases moléculaires de ce trajet ont été identifiées : il s'agit de protéines « canaux à eau » trans-membranaires (aquaporines) ayant la capacité de s'ouvrir ou de se fermer. Les arbres ont donc la faculté d'ajuster la capacité de leurs feuilles à transporter l'eau en fonction des conditions environnementales. Des modèles suggèrent que ce processus permettrait d'optimiser leurs échanges gazeux et leurs croissances.

L'identification des processus et des bases moléculaires qui contrôlent des flux d'eau dans l'arbre fournira des outils innovants pour la sélection de génotypes plus productifs ou plus économes en eau.

■ Partenaires

Edmonton University, Canada.

■ Publication

Cochard H., Venisse J.S., Barigah T.S., Brunel N., Herbette S., Guillot A., Tyree M.T., Sakr S., 2007 - Putative Role of Aquaporins in Variable Hydraulic Conductance of Leaves in Response to Light. *Plant Physiology* 143:122-133.

■ Contact

Hervé Cochard - Herve.Cochard@clermont.inra.fr