

Proposition de sujet de thèse octobre 2009 Besançon – Université de Franche-Comté

Titre du projet de thèse :

Vulnérabilité des écosystèmes forestiers aux changements globaux

Contact : nicolas.capelli@univ-fcomte.fr

Recrutement

Le recrutement se fera via le concours de l'Ecole Doctorale 369 « **Homme, Environnement, Santé** » (HES) de l'Université de Franche-Comté. Pour les modalités de dossier, voir le site de l'ED <http://ed-hes.univ-fcomte.fr/presentation.htm>. La candidature n'est recevable que pour les étudiants ayant obtenu leur Master en 2009. La date limite de candidature est fixée au 20 juin.

Problématique générale de recherche et état de l'art :

Les forêts participent au maintien de la biodiversité, de la qualité de l'air et de la gestion des ressources en eau. Grâce à leur important potentiel de stockage du carbone, elles s'opposent aux variations du climat, et participent ainsi à la diminution des gaz à effet de serre. Elles sont aussi devenues essentielles dans la gestion des inondations car le réseau de racines vivantes couplé à la transpiration foliaire régule des stocks d'eau considérables. A ce bénéfice sur la gestion des ressources en eau, s'ajoute le rôle positif du système racinaire dans l'épuration des eaux fluviales notamment vis-à-vis de l'azote, du phosphore, des pesticides et autres contaminants. Le couvert végétal forestier, quant à lui, joue un rôle majeur dans le maintien et la stabilité des sols en les protégeant activement des phénomènes d'érosion. Les milieux forestiers représentent donc à eux seuls un enjeu majeur pour l'équilibre environnemental de notre planète, mais aussi une source de loisirs, de revenus et d'énergie naturelle durable. La stabilité des écosystèmes forestiers dépend de nombreux facteurs, en particulier des fluctuations du statut hydrique (saturation en eau, sécheresse) des sols. Ces variations peuvent avoir un effet défavorable sur la croissance et le développement des essences forestières. L'engorgement constitue une des principales contraintes limitant la régénération et la productivité des arbres de forêts tempérées. Les modèles prévisionnels sur le réchauffement climatique global s'accordent sur des modifications de la répartition des précipitations saisonnières qui auront, selon toute vraisemblance, un effet amplificateur sur la fréquence et l'intensité des périodes d'engorgement pour les prochaines décennies. Il est donc urgent de progresser dans la compréhension des mécanismes de tolérance/sensibilité des végétaux ligneux face à ce type de stress pour essayer d'anticiper l'impact de ces changements soudains sur la biodiversité et la productivité de nos forêts.

Pour cela, il est important d'explorer les mécanismes fondamentaux impliqués dans la perception de l'hypoxie racinaire. L'identification des réponses cellulaires précoces liées à l'engorgement, couplée à l'analyse fonctionnelle des divers éléments de régulation de la transduction des signaux, constituent autant d'enjeux majeurs. En effet, les mécanismes par lesquels les plantes perçoivent les signaux environnementaux et les transmettent à la machinerie cellulaire pour activer des mécanismes de réponses adaptées déterminent chaque jour leur survie. Ainsi une meilleure connaissance de ces réponses est essentielle pour pouvoir identifier les populations et les individus les plus sensibles aux changements globaux.

Les voies de signalisation conduisant à des réponses adaptées aux contraintes hydriques restent encore mal connues, tout particulièrement chez les arbres. Néanmoins, il apparaît désormais de plus en plus évident que la modification de l'expression génique sous hypoxie impliquent de nombreux signaux, comme le Ca^{2+} cytosolique libre ou bien encore certaines formes réactives de l'oxygène (ROS) ou de l'azote (RNS). Ces différentes molécules pourraient participer à la perception directe ou



indirecte de cette contrainte en traduisant une altération de l'homéostasie cellulaire (Dat *et al.*, 2004, 2006). Dans ce contexte, notre équipe a d'ailleurs caractérisé, certains acteurs clés des voies de signalisation calciques activées lors d'un ennoyage temporaire (Folzer *et al.*, 2005, 2006). Plus récemment, nous avons réalisé la caractérisation d'une hémoglobine non symbiotique de classe 1 (Hb) qui semble jouer un rôle majeur dans la réponse du chêne à l'ennoyage (Parent *et al.*, 2008).

Au niveau de la plante entière, une des modifications les plus précoces semble être la diminution de la conductance stomatique. Cette baisse pourrait être due à des modifications de la capacité d'absorption racinaire. Le signal permettant une réponse rapide des stomates de la feuille est méconnu. La recherche d'un lien fonctionnel entre les modifications au niveau cellulaire (expression de gènes candidats) et les modifications rapides du statut hydrique de la plante permettraient de mieux comprendre les voies de signalisation impliquées dans la réponse rapide à l'ennoyage.

La première partie de ce projet de thèse concernera la recherche de nouveaux marqueurs moléculaires de l'hypoxie racinaire.

Pour atteindre cet objectif, une attention toute particulière sera accordée aux gènes impliqués :

- i) dans les mécanismes de contrôle des flux d'eau au niveau du système racinaire (aquaporines).
- ii) dans certains mécanismes d'adaptation comme le développement d'aérenchymes, processus susceptible d'impliquer une mort cellulaire programmée (*PCD*) des cellules du cortex racinaire.

Le clonage puis la caractérisation de ces différents gènes sera entreprise chez deux espèces de chênes déjà étudiés par l'équipe de recherche et qui présentent une tolérance contrastée à l'ennoyage (*Quercus robur* vs *Quercus petraea*).

Les études de transcriptomique seront ensuite mises en parallèle avec l'analyse du développement racinaire par des approches histo-cytologiques et comparées aux modifications du statut hydrique des plants : conductance hydraulique racinaire (sonde à pression racinaire), conductance stomatique (mesure d'échanges gazeux). Une approche protéomique globale est également envisagée afin de compléter l'approche génomique par la recherche de marqueurs protéiques de la contrainte hydrique.

L'originalité de ce projet repose sur notre approche pluridisciplinaire (biologie moléculaire, cytologie et histologie, écophysiologie), l'objectif à long terme étant de mieux comprendre le potentiel adaptatif de certains arbres sous contrainte hydrique afin :

- i) d'identifier les populations et les individus les plus sensibles aux changements climatiques (recherche du polymorphisme sur les gènes identifiés).
- ii) d'anticiper l'impact de ces changements sur la durabilité du système écologique forestier.

Publications significatives de l'unité d'accueil sur le sujet (5 maximum) :

Parelle J., Brendel O., Bodénès C., Berveiller D., Dizengremel P., Jolivet Y., Dreyer E. (2006). Differences in morphological and physiological responses to root hypoxia between two sympatric oak species (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl., *Quercus robur* L.). *Ann. For. Sci.* 63 : 849-859.

Parelle J., Brendel O., Jolivet Y., Dreyer E. (2007). Intra and inter-specific diversity of the response to water-logging in two co-occurring white oak species (*Quercus robur* and *Q. petraea*). *Tree Physiol.* 27 : 1027-1034.

Parelle J., Zapater M., Scotti-Saintagne C., Kremer A., Jolivet Y., Dreyer E., Brendel, O. (2007). Quantitative Trait Loci of tolerance to water-logging in a European oak (*Quercus robur* L.): physiological relevance and temporal QTL effect patterns. *Plant Cell Environ.* 30 : 422-434.

Parent C, Berger A, Capelli N, Crèvecoeur M, Dat JF (2008) A novel non-symbiotic hemoglobin from oak: Roles in root signalling and development ? *Plant Signaling and Behavior*. 3(10) : 1-2.

Parent C, Berger A, Folzer H, Dat JF, Crèvecoeur M, Badot PM, Capelli N (2008) A novel non-symbiotic hemoglobin from oak: Cellular and tissue specificity of gene expression. *New Phytol.* 177 : 142-154.