

Des thèses, des mémoires de fin d'études, des habilitations à diriger des recherches sont soutenus chaque année dans le domaine de la forêt et du bois. En faire connaître certains à nos lecteurs est l'objet de cette rubrique.

Évaluation de la capacité adaptative des socioécosystèmes forestiers face au changement climatique : le cas de la migration assistée

par Roxane SANSILVESTRI

Thèse soutenue publiquement le 17 décembre 2015 à Paris

Directeur de thèse : M. Juan Fernandez-Manjarres (CNRS) ; codirectrice de thèse : M^{me} Nathalie Frascaria-Lacoste (AgroParisTech)

Dans la problématique du changement climatique, la mise en place de nouvelles stratégies d'adaptation apparaît comme un des grands challenges de nos sociétés actuelles. C'est au début des années 2000 que la communauté scientifique a proposé une option de gestion de la biodiversité afin de limiter les impacts dus à la vitesse du changement climatique, cette option étant connue sous le nom de migration assistée. Cependant, malgré une justification théorique intéressante, l'application de cette pratique a soulevé de nombreuses questions autant éthiques, écologiques, économiques que politiques. Dans sa thèse, Roxane Sansilvestri s'est intéressée à la capacité d'adaptation des acteurs face au changement climatique, à travers la mise en place de nouvelles pratiques de gestion, en s'intéressant tout particulièrement au cas de la migration assistée. Compte tenu du rythme lent de migration des espèces forestières, les forêts représentent un écosystème pertinent pour la mise en place de la migration assistée, et plus spécifiquement pour la France, qui compte plus de 29 % de son territoire en surface boisée avec une forte problématique de fragmentation. Dans la première partie de la thèse, l'auteur s'est intéressée au débat que la migration assistée a suscité et elle a analysé les blocages qui existent actuellement dans sa conception et sa mise en place. Sur la base d'une analyse comparative entre la France et le Canada, elle a pu mettre en évidence que les différentes conceptions d'adaptation et de migration assistée entre les acteurs politiques et les scientifiques représentaient des barrières à l'application de programmes de migration assistée. Ainsi, elle a proposé une nouvelle conception de la migration assistée, avec un volet écosystémique, permettant de limiter les approches économicocentrées de ces programmes. De plus, elle a montré que l'action de migration assistée ne s'inscrit pas seulement dans une démarche de précaution mais également de prévention, dénouant ainsi le blocage présent sur la question du « quand doit-on agir ? ». Après une analyse théorique et empirique de la migration assistée et de son contexte, dans la seconde partie, elle s'est posé la question de sa réelle application sur le terrain. Elle a donc analysé la capacité des acteurs forestiers locaux à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation grâce à une méthode originale d'estimation des capitaux locaux. Malheureusement, cette analyse a montré qu'à l'heure actuelle, les forestiers mettent plus facilement en place des stratégies favorisant la robustesse que des stratégies plus complexes de résilience globale ou de transformabilité, telle que la migration assistée, augmentant ainsi la fragilisation des socioécosystèmes et prenant le risque de transitions brutales.

Croissance, production et acquisition de l'azote chez le Peuplier et le Robinier en plantations à courte rotation, monospécifiques et mélangées

par Cécilia GANA

Thèse soutenue publiquement le 5 février 2016 à Vandœuvre-lès-Nancy

Directeur de thèse : M. Daniel Epron (université de Lorraine) ; codirecteur de thèse : M. Nicolas Marron (INRA centre de Nancy-Lorraine)

Les taillis à courte rotation permettent de produire de la biomasse ligneuse, ce qui est une alternative aux combustibles fossiles. L'intégration d'espèces d'arbres fixateurs d'azote atmosphérique en mélange avec les essences à croissance rapide peut être un moyen de limiter le risque d'appauvrissement des sols dans les taillis à courte rotation. Le succès d'un tel mélange va dépendre des interactions entre les deux espèces : facilitation, compétition ou complémentarité pour la lumière et les ressources du sol (eau, nutriments). L'objectif de la thèse était d'évaluer l'impact du mélange Peuplier-Robinier sur la croissance, la production de biomasse et l'acquisition de l'azote d'une plantation à courte rotation. Un dispositif instrumenté, composé de monocultures de Peuplier et Robinier et de mélanges des deux espèces, a été étudié pendant quatre ans. La quantification répétée des biomasses aériennes et souterraines associée au suivi des dimensions des arbres a permis de mettre en évidence que la présence des robiniers n'avait pas d'influence sur la croissance, la production et l'allocation de biomasse des peupliers, tant à l'échelle de l'arbre qu'à l'échelle du peuplement. En revanche, les robiniers souffraient de la compétition interspécifique : mortalité augmentée, croissance et production de biomasse diminuée. De plus, une approche isotopique (azote 15) couplée à l'analyse de la minéralomasse a montré que les teneurs en azote des robiniers dans le mélange étaient plus faibles que dans les monocultures, à cause d'une fixation de l'azote atmosphérique réduite. Le stock global d'azote dans le milieu était comparable dans le mélange et la monoculture de chaque espèce. Le mélange n'a pas montré d'intérêt sur la période d'étude en raison notamment de conditions pédoclimatiques inappropriées, en particulier pour le Robinier, et d'une incompatibilité entre les deux espèces sur le site expérimental.

Acclimatation des arbres forestiers au vent : de la perception du vent à ses conséquences sur la croissance et le dimensionnement des tiges

par Vivien BONNESŒUR

Thèse soutenue publiquement le 18 mai 2016 à Nancy

Directrice de thèse : M^{me} Meriem Fournier (AgroParisTech – centre de Nancy)

Les tempêtes sont de loin la première cause de dégâts pour les arbres. Toutefois ceux-ci ne font pas que subir passivement le vent. Ils perçoivent leurs propres déformations sous l'effet du vent (comme de toute force externe) et ils y répondent en modifiant leur croissance et les propriétés mécaniques de leurs tissus. Ce processus, appelé thigmomorphogenèse, a surtout été étudié sur de très jeunes arbres en conditions contrôlées. Cette thèse vise à étendre pour la première fois cette étude à l'échelle d'un peuplement forestier afin de comprendre comment des arbres adultes s'acclimatent au vent en conditions naturelles en adaptant leur croissance. Elle s'appuie sur un dispositif expérimental mis en place dans un peuplement régulier de Hêtre (*Fagus sylvatica*) non éclairci.

La vitesse du vent, les déformations longitudinales et la croissance radiale de quinze paires d'arbres de dimension et d'exposition au vent contrastées (et regroupés selon leur statut social : dominant ou dominé) ont été suivies pendant une année.

En contrôlant l'intensité des déformations subies, par haubanage ou à l'aide de flexions artificielles, l'auteur a pu démontrer que les arbres ne répondent qu'à des stimulations mécaniques provoquées par des vents suffisamment forts ayant un temps de retour supérieur à la semaine. Cette réponse

se traduit par contre par une très forte augmentation de leur croissance radiale et suit une loi de mécanoperception commune à l'ensemble des arbres, quelle que soit leur taille.

L'auteur a ensuite étudié les conséquences de la régulation des déformations sur le dimensionnement mécanique des arbres et leur risque d'endommagement. Il s'avère que malgré des dimensions et des expositions au vent contrastées, le régime de déformation reste uniforme entre les hêtres du peuplement, en accord avec l'hypothèse d'un dimensionnement mécanique optimal souvent inférée mais jamais validée dans son mécanisme. Finalement, les équations constitutives d'un possible modèle de croissance dépendant du vent sont proposées et discutées.

Expansion et régression des espèces végétales forestières en contexte de changement climatique

par Émilien KUHN

Thèse soutenue publiquement le 28 septembre 2016 à Nancy

Directeur de thèse : M. Jean-Claude Gégout (AgroParisTech – centre de Nancy)

Le changement climatique est considéré comme un risque majeur pour la pérennité de la biodiversité : des taux élevés d'extinction d'espèces ont été prédits pour le siècle à venir. Le réchauffement climatique récent est déjà à l'origine de déplacements d'espèces, d'évolutions de la richesse spécifique et de remaniements des communautés. Ces changements résultent de phénomènes de colonisation ou d'extinction, pourtant ces derniers ainsi que leurs conséquences sur la viabilité à long terme des espèces n'ont jamais été étudiés de façon directe et conjointe.

L'étude présentée dans la thèse a été menée à l'aide de plus de 200 000 inventaires floristiques forestiers couvrant le territoire français de 1914 à 2014 et par l'utilisation d'une méthode d'appariement géographique et temporel des placettes non permanentes d'où proviennent les relevés. L'auteur a tout d'abord montré que les déplacements des espèces végétales forestières en réponse au réchauffement climatique récent résultaient de modifications des deux processus de colonisation et d'extinction. Si, à l'échelle de l'espèce, les changements observés dans les processus d'extinction et de colonisation ne sont pas liés, ils sont d'une amplitude similaire pour l'ensemble des espèces étudiées. L'analyse des changements de composition des communautés montre cependant que ces changements ne sont pas uniformes sur l'ensemble du territoire français. En effet, l'auteur a observé une diminution du nombre d'espèces adaptées aux climats froids sur l'ensemble du territoire alors que le nombre d'espèces adaptées aux climats chauds n'a augmenté qu'en montagne. Cette différence est à l'origine d'une diminution de la richesse spécifique observée en plaine et d'une augmentation en montagne. Ceci se traduit par une diminution de la fréquence des espèces montagnardes sur l'ensemble du territoire, par une diminution en plaine et une stabilité en montagne de la fréquence des espèces submontagnardes et par une augmentation en montagne ainsi qu'une stabilité en plaine de la fréquence des espèces de plaine. Finalement, l'auteur a montré que les évolutions récentes des aires de répartition des espèces submontagnardes étaient cohérentes avec les prédictions issues de modèles de distribution. À terme, ces changements pourraient entraîner une disjonction de leur distribution qui formerait alors un ensemble dans les massifs montagnards du sud de l'Europe et un autre en Europe du Nord.

Ces travaux ont permis de confirmer les menaces qui pèsent sur la flore forestière : la perte de biodiversité en plaine et le risque d'extinction des espèces de climat froid. Ils ont également permis d'analyser plus finement les processus à l'origine du déplacement des espèces végétales forestières en réponse au réchauffement climatique récent et ouvrent ainsi la porte à une compréhension des mécanismes de réponse des espèces aux changements environnementaux.

**Analyse de la durabilité systémique d'un réseau de création de valeurs forestier :
Étude de cas à l'échelle d'une communauté de communes
dans le massif des Landes de Gascogne**

par Stéphane ESPARON

Thèse soutenue publiquement le 15 décembre 2016 à Gradignan

Directeur de thèse : M. Jean-Christophe PEREAU (GREThA UMR – CNRS 5113, université de Bordeaux)

Le déploiement de l'économie circulaire est fortement soutenu par les politiques publiques. Parmi les champs de mise en œuvre qui constituent ce courant de pensée, l'écologie industrielle et territoriale (EIT) vise à améliorer les systèmes productifs en optimisant les boucles de matière. Or, des études ont montré que l'organisation des éléments d'un système influence les capacités globales de ce système.

L'objectif de cette thèse est d'explorer l'influence du développement des interconnexions entre entreprises dans un périmètre de proximité. Plus précisément, l'auteur a observé les mécanismes qui influent sur la durabilité systémique.

Le système forestier des Landes de Gascogne est un écosystème industriel propice à l'étude d'innovations organisationnelles et d'aménagement du territoire. Le territoire expérimental est au cœur de ce massif forestier, de fait, les flux de matériau bois ont été cartographiés dans le but de construire la structure des collaborations entre activités. *Via* une analyse comparative avec deux autres structures issues de scénarios, des indicateurs d'analyse de réseau relatifs à la robustesse, la flexibilité et la stabilité ont été observés.

La première contribution de la thèse est le réseau de création de valeurs élargi comme cadre permettant d'observer l'ensemble des activités qui participent à la valorisation d'une ressource dans un territoire. La seconde contribution propose la communauté de communes comme périmètre adéquat pour comprendre la topologie des flux entre la ressource et la fin de vie des biens usagés.

Il sera nécessaire de reproduire cette étude sur d'autres territoires ou sur des jeux de données expérimentales afin de perfectionner la méthode et les résultats.