
DYNAMIQUE SPONTANÉE POST-TEMPÊTE DE LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE EN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Thèse de Lucie **DIETZ**¹

Analyse de Meriem **FOURNIER**²

Directeur de thèse : Jean-Claude **GEGOUT**, Professeur AgroParisTech, UMR SILVA

Co-directeur de thèse : Catherine **COLLET**, Chargée de recherche INRAE, UMR SILVA

La thèse est délivrée par AgroParisTech, réalisée dans l'UMR SILVA de Nancy financée par le Ministère de l'agriculture dans le cadre de la formation par la recherche d'une Ingénieure de l'Agriculture et de l'Environnement (IAE). Lucie DIETZ est ingénieure d'AgroSup Dijon (élève fonctionnaire IAE) issue des classes préparatoires. Elle a effectué la fin de ses études à AgroParisTech avant de s'engager dans cette thèse, préparée dans l'Ecole Doctorale SIRENA (Sciences et Ingénierie des Ressources Naturelles) co-accréditée entre AgroParisTech et l'Université de Lorraine, et intégrée à l'Ecole Internationale de Recherche EIR-A d'Agreenium. A l'issue de cette thèse, Lucie DIEZ a été affectée à l'Office National des Forêts dans l'agence « études » du Grand Est sur un poste de chef de projet « télédétection et nouvelles technologies » qui valorise les compétences et réseaux développés pendant le doctorat, tout en ouvrant Lucie sur de nouveaux outils et enjeux.

La thèse se présente comme une thèse « sur articles », avec trois chapitres de résultats présentés sous la forme d'un article soumis à la Revue Forestière Française (RFF), un article en préparation pour une des toutes meilleures revues scientifiques internationales en sciences forestières, Forest Ecology and Management (FEM) et un article publié dans un grand journal scientifique en écologie, Global Ecology and Biogeography (GEB). Cette stratégie de publication originale montre bien le positionnement de Lucie DIETZ qui sait parler à la fois aux communautés des cadres de la foresterie française, lecteurs de la RFF, aux chercheurs internationaux en écologie forestière et aux écologues plus généralistes des changements globaux.

La thèse se place dans le cadre de l'écologie des perturbations appliquée à la gestion forestière. Ses questions initiales sont celles que portaient les observatoires créés après les tempêtes de 1999 qui vont servir de support d'expérimentation, l'observatoire national des peuplements dévastés et les observatoires des peuplements dévastés, puis des peuplements

¹ Thèse pour obtenir le grade de docteur délivré par l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), Spécialité : Biologie et écologie des forêts et des agrosystèmes, UMR SILVA, Ecole Doctorale SIRENA (Sciences et Ingénierie des Ressources Naturelles) Nancy, soutenue le 18 décembre 2020.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, section 2 « Forêts et filière bois ».

mités d'Alsace Lorraine. Ces dispositifs ont été installés pour étudier pendant 15 à 20 ans la dynamique naturelle de la végétation au sein de trouées créées par la tempête. Il s'agissait de tirer parti de cette « expérimentation » de grande ampleur que furent les tempêtes de 1999 pour étudier la régénération naturelle en fonction de l'importance de la perturbation croisée avec les caractéristiques initiales du milieu et du peuplement, pour détecter des situations de blocage et définir des itinéraires sylvicoles d'adaptation. Les premiers chapitres de résultats 3 et 4 de la thèse s'attachent ainsi à répondre à ces questions.

Une analyse globale de la régénération 19 ans après les tempêtes (chapitre 3) s'attache à produire une batterie de descripteurs (présence, abondance, hauteur, diamètre), qui s'avèrent réagir différemment aux facteurs de l'environnement. Elle conclut sur des implications importantes pour la gestion : la densité de régénération naturelle est globalement satisfaisante, les situations préoccupantes sont rares et identifiables dès les premiers stades de régénération dans les trois ans après la tempête, des travaux de dégagement de la végétation accompagnatrice faisant suite à ce diagnostic précoce régleraient la plupart des problèmes. Néanmoins la régénération des chênes est incertaine. Malgré le caractère héliophile des espèces, on ne trouve les chênes sessiles et pédonculés que dans les petites trouées précédemment dominées par le chêne. On observe toutefois que les arbres qui réussissent à s'installer croissent rapidement en diamètre. La régénération naturelle peut donc *a priori* suffire à produire des peuplements mélangés. Une analyse de la qualité des tiges réalisée dans le cadre du projet « optimisation des travaux post tempêtes » est mentionnée, car c'est une préoccupation majeure de la sylviculture des chênes. Sans cohérence avec la démarche scientifique d'écologie de la thèse, cette analyse n'est pas présentée dans le mémoire de la thèse, mais on ne peut que féliciter Lucie DIETZ de savoir s'intéresser aussi à cette préoccupation importante pour la sylviculture.

Suit alors un point focal sur quatre essences d'intérêt – le hêtre *Fagus sylvatica*, le charme *Carpinus betulus* et les chênes sessile *Quercus petraea* et pédonculé *Quercus robur* – répartis sur un large gradient de conditions de sol et de précipitations. Ce chapitre faisait l'objet de critiques méthodologiques de la part des rapporteurs que l'oral a permis de lever ; la validité des résultats n'est donc pas remise en cause. De même que le premier chapitre, celui-ci conclut sur la régénération incertaine des chênes. La compétition avec le hêtre est bien connue des forestiers ; exacerbée par les trouées non maîtrisées générées par la tempête, elle peut rapidement conduire à des forêts quasiment monospécifiques de hêtre (comme les forêts « old growth » d'Europe centrale). Dans le contexte actuel du réchauffement climatique où l'on anticipe que le hêtre sera de moins en moins adapté au réchauffement et aux sécheresses, il faut trouver le moyen de contrer cette tendance de la régénération naturelle. Sinon on peut s'attendre d'ici la fin du siècle à une augmentation massive du risque de mortalité de ces forêts insuffisamment mélangées. Un résultat moins attendu de ce chapitre est aussi une forte compétition avec le charme, très favorisé par les grandes trouées.

Le dernier chapitre de résultats est à coup sûr le plus original pour les communautés scientifiques, en abordant le rôle des perturbations (grandes trouées) sur les dynamiques naturelles d'adaptation des communautés végétales au changement de climat. Des travaux pionniers de l'équipe (thèse de Romain Bertrand avec une publication dans *Nature* en 2011) avaient mis en évidence la thermophilisation des communautés végétales forestières depuis la fin du XXI^{ème} siècle et un retard d'adaptation des communautés de plaine. S'ensuivaient des inquiétudes sur les capacités des plantes, et notamment des arbres, à migrer naturellement vers des conditions adaptées à leur survie. Les perturbations favorisent les changements de composition des communautés végétales et en forêt, les grandes trouées qui

suppriment momentanément le couvert forestier modifient aussi le micro-climat vers des conditions plus chaudes et sèches. Le changement climatique amenant un risque accru de grandes perturbations, la thèse se demande alors si son effet ne peut pas accélérer les changements de composition des communautés végétales et favoriser l'adaptation naturelle au réchauffement. L'analyse démontre, en effet, que les communautés forestières gardent dans les ouvertures un caractère plus thermophile même après la re-fermeture du couvert. La perturbation aide les communautés à être plus adaptée au climat qui change.

Au final, la thèse de Lucie DIETZ correspond aux critères d'une thèse méritant la présentation à l'Académie d'agriculture : même si elle aurait pu mieux intégrer l'ensemble des théories écologiques de la perturbation dans sa discussion (pour, par exemple, évaluer le caractère déterministe ou stochastique de la régénération ou prendre en compte l'effet de la banque de diaspores du sol ou de la multiplication végétative, en plus de la pluie de graines consécutive à la trouée sur la régénération), elle analyse avec rigueur les données de réseaux d'observation de la régénération après une grande perturbation, qui ont tiré profit de « l'expérimentation naturelle » des tempêtes de 1999. Les méthodes d'analyse témoignent d'une grande maîtrise de techniques statistiques complexes indispensables pour tirer des conclusions de tels réseaux d'observation. Les résultats confirment les ressentis des gestionnaires sur la bonne qualité de la régénération naturelle dans la plupart des situations, mais insistent sur la difficulté de bien gérer les mélanges et la qualité des tiges. La démonstration de la thermophilisation des communautés végétales, qui contribue à leur adaptation au réchauffement climatique, est originale et très aboutie (*cf.* par exemple le soin mis pour séparer l'effet température de l'effet lumière).

La thèse apporte donc à la fois une réflexion orientée vers la gestion sur la réussite ou le blocage de la régénération naturelle d'essences majeures en mélange (chêne, hêtre et charme) et un questionnement nouveau sur le rôle des trouées dans l'adaptation naturelle des communautés végétales forestières au changement climatique. La thèse valorise des dispositifs d'observation post-tempête mis en place par la gestion ; cette démarche était très attendue des gestionnaires qui ont mis en place et suivent ces dispositifs avec l'aide des chercheurs (et les financements du Ministère de l'agriculture en charge de la forêt) ; elle prend tout son sens dans le contexte actuel de forêts de plus en plus en crise, soumises à la fois aux aléas plus fréquents et intenses et aux tendances du changement climatique.

Je formule donc un avis très favorable pour la présentation de la thèse de Lucie DIETZ à l'Académie d'agriculture de France et pour la mise sur le site de ce document pour valorisation.