

---

**ANALYSE ÉCONOMIQUE DES STRATÉGIES D'ADAPTATION  
FACE AU RISQUE DE DÉPÉRISSEMENT INDUIT PAR LA SÉCHERESSE  
EN FORÊT**

**Bilan financier et/ou bilan carbone**

Thèse de Sandrine **BRÈTEAU-AMORES**<sup>1</sup>

Analysée par Yves **LESGOURGUES**<sup>2</sup>

Directeurs de thèse : Marielle **BRUNETTE** et Pablo **ANDRÉS DOMENECH**

La thèse de Mme BRÈTEAU-AMORES a été soutenue le 27 Novembre 2020 au sein de l'École doctorale Sciences Juridiques, Politiques, Economiques et de Gestion de l'Université de Lorraine, à Nancy.

Elle a été conçue et élaborée de 2017 à 2020 dans le cadre du Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (BETA) du Centre INRAE Grand Est de Nancy.

De 2014 à 2017, Mme BRÈTEAU-AMORES a obtenu deux Master (FAGE) en Biologie et Écologie forestière, puis un nouveau Master (EEET-EDDEE) en Économie de l'environnement dans le cadre d'AgroParisTech.

Durant ces trois années de thèse, Mme BRÈTEAU-AMORES a participé à de nombreux colloques ou événements scientifiques, publié plusieurs articles dans des revues scientifiques ou de vulgarisation et séjourné durant 6 mois à l'Université de Freiburg-im-Breisgau où elle a été accueillie au sein de la Chaire d'Économie forestière et Aménagement forestier".

La partie introductive rappelle le rôle du CO<sub>2</sub> dans la compréhension du changement climatique qui affecte l'ensemble des écosystèmes, notamment les forêts.

L'accélération constatée de celui-là empêche celles-ci de s'adapter, même si dans un premier temps l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère peut sembler favorable à la croissance des arbres.

Comme on pouvait s'y attendre, on constate une augmentation de périodes de sécheresse (2003 et 2008 par exemple) entraînant des dégâts importants comme des surmortalités, des attaques d'insectes et/ou de champignons, des incendies y compris dans des zones jusque-là épargnées.

Pour tenter de minimiser les effets néfastes des sécheresses annoncées, plusieurs parades sont envisagées :

---

<sup>1</sup> Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Economiques Ecole Doctorale Sciences Juridiques, Politiques, Economiques et de Gestion Université de Lorraine, soutenue le 27 novembre 2020

<sup>2</sup> Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, section 2 (Forêts et filière bois)

- Certains prônent la gestion adaptative des forêts, le raccourcissement des cycles forestiers et/ou la diminution des densités des peuplements. D'autres pensent qu'il convient de rendre les peuplements plus résilients en mélangeant les espèces et en irrégularisant la structure des ceux-ci. Enfin certains auteurs prônent la substitution d'essence, en plantant une ou des espèces mieux adaptées aux périodes sèches ou plus productives.
- L'autre volet mis en avant est le recours aux assurances, en rappelant qu'il existe dans de nombreux pays des assurances "incendie" et/ou "tempête", mais pas "sécheresse".

La thèse de Mme BRÉTEAU-AMORES se propose donc, d'un point de vue économique, de mesurer l'intérêt pour un propriétaire forestier de s'engager dans une démarche adaptative prenant en compte une ou plusieurs des pistes indiquées précédemment. Pour ce faire, des peuplements, principalement de hêtres, sont identifiés dans les Régions Bourgogne et Grand Est, puis décrits à partir de divers modèles qui permettent de tester des scénarios évalués du point de vue de la valorisation du bois et d'un service écosystémique, le carbone stocké.

La structuration de la thèse obéit au tableau suivant :

Comparaison économique de différentes stratégies d'adaptation					
Adaptation au niveau gestion (bilan financier, bilan carbone)	<i>Forte sécheresse</i>			<i>+ Tempête</i>	
	Réduction révolution	Réduction densité initiale	Substitution espèce	Diversification (composition et structure)	
	Chapitre 1			Chap. 2	Chap. 3
Contrat d'assurance (bilan financier)	<i>Forte sécheresse</i>				
	Assurance				
	Chapitre 4				

Le chapitre 1 s'intitule : « **Analyse économique de stratégies d'adaptation des forêts confrontées au risque de dépérissement dû à la sécheresse** »

L'étude de cas se situe dans la région Bourgogne qui comporte de nombreux peuplements de hêtres, dont beaucoup ont souffert d'épisodes récents de sécheresse entraînant de nombreuses mortalités.

Les propriétaires ont souvent substitué le Douglas, bien adapté à ces stations, au hêtre, tenant compte également d'une demande de marché.

D'autres stratégies, diminution de la révolution, diminution de la densité initiale, ont été testées en fonction de deux niveaux de "risque sécheresse" basés sur la capacité de rétention en eau du sol.

L'utilisation d'un modèle de croissance tel que CASTANEA (modèle basé sur les processus), suffisamment complexe pour prendre en compte une partie des effets du changement climatique et donner des indications sur le comportement futur du peuplement en situation de sécheresse, combinée à une approche économique plus traditionnelle basée sur le Bénéfice Actualisé en Séquence Infinie (BASI).

Les sorties de CASTANEA, production de bois et séquestration de carbone, ont été utilisées pour l'analyse économique à partir de FAUSTMANN (coûts et bénéfices liés à la production de bois) et de HARTMANN (prise en compte des services écosystémiques, ici séquestration carbone).

Sans surprise il est apparu que la meilleure stratégie économique résultait d'une substitution du hêtre par le Douglas, qui s'accompagne forcément d'une réduction de la densité initiale et de la révolution.

Enfin, il est apparu que "l'architecture du modèle CASTANEA ne permettait pas de simuler des mélanges de peuplements intraspécifiques (futaies irrégulières) et interspécifiques (mélange d'espèces)".

Le second chapitre s'intitule : « **La diversification est-elle une bonne option pour réduire le risque de dépérissement des forêts induit par la sécheresse ? Une approche économique axée sur la comptabilisation du carbone** »

Mme BRÉTEAU-AMORES a utilisé le modèle MATHILDE (modèle basé sur l'arbre) permettant de simuler des peuplements réguliers et irréguliers gérés, ainsi que des peuplements purs et mixtes de hêtres et de chênes dans le nord de la France.

Il a été testé sur le hêtre dans la région Grand Est, plus particulièrement sur des peuplements mixtes "chêne/hêtre". Le modèle appartient à la plateforme CAPSIS qui contient également un outil de comptabilisation du carbone (CAT) prenant en compte les analyses de cycle de vie relatives au carbone forestier.

Le mélange "chêne/hêtre" et la futaie irrégulière pure ont été analysés selon divers scénarios de sécheresse récurrente en adaptant le critère de FAUSTMANN à un contexte stochastique *via* la méthode de Monte-Carlo.

Les principaux résultats, outre celui d'avoir développé de puissants outils d'analyse économique appliqués à un cas concret, montrent que la diversification réduit la perte de volume de bois due à la sécheresse, augmente le BASI (Bénéfice net Actualisé en Séquence Infinie), mais diminue le stockage de carbone. Il faut donc veiller à établir des compromis entre optimisation financière et bilan carbone.

Le chapitre 3 s'intitule : « **Diversification de la composition vs. diversification de la structure des peuplements : Comment concilier les objectifs de production de bois et de stockage du carbone face aux risques de sécheresse et de tempête de vent dans les écosystèmes forestiers** »

Dans cette étude on a testé, avec le même modèle et les mêmes scénarios que le chapitre 2, différentes hypothèses concernant l'occurrence de deux risques indépendants, la sécheresse et la tempête.

Les résultats montrent que la diversification réduit la perte de volume de bois due à la sécheresse, augmente le BASI, mais réduit le stockage du carbone. Des compromis entre bilan financier et bilan carbone existent pour le gestionnaire. Par ailleurs, les options d'adaptation ne sont pas toujours pertinentes.

La quatrième partie s'intitule : « **Une assurance paramétrique (ou indicielle) pour couvrir les pertes de production dues à la sécheresse dans les forêts françaises** »

Dans cette ultime étude le fait de s'assurer contre un "risque sécheresse" est considéré comme un moyen d'adaptation au changement climatique. Mais au lieu de travailler sur des produits traditionnels tels que l'assurance incendie ou tempête qui interviennent par la mesure des dégâts constatés après le passage du sinistre, la thèse aborde la question d'une assurance paramétrique (encore appelée indicielle) qui permettrait, en fonction de la définition d'un indice de référence, de fixer un seuil de déclenchement de l'indemnisation permettant de s'affranchir d'une expertise à la parcelle.

Ces nouveaux types d'assurance, mis au point depuis une vingtaine d'année par les réassureurs en relation avec la Banque Mondiale, commencent à se répandre un peu partout, notamment en agriculture en raison des progrès enregistrés dans l'industrie de la data.

Appliqués à deux essences majeures de la forêt française, chêne et hêtre, différents indices de sécheresse avec des niveaux de complexité différenciés ont été testés. Des simulations à l'aide du modèle CASTANEA ont permis de calibrer divers systèmes d'assurances. Parmi les conclusions à retenir il semble qu'il n'y a pas d'intérêt à différencier les contrats en fonction des essences. Et bien que l'intérêt pour le propriétaire de s'assurer soit démontré, la relative faiblesse des primes versées en cas de sinistre "sécheresse" dans les cas étudiés pourraient dissuader les propriétaires forestiers de contracter une assurance.

## Conclusions

Les résultats exposés plaident en faveur d'une stratégie adaptative pour la gestion forestière face au risque "sécheresse" et son cortège de dégâts potentiels.

Il semble utile de combiner plusieurs des possibilités envisagées, afin de bénéficier d'un effet synergique, en faisant appel à la fois aux itinéraires sylvicoles et au marché de l'assurance.

La tentative concernant la prise en compte simultanée des risques "sécheresse" et "tempête" montre que des études complémentaires doivent encore être menées pour asseoir une stratégie adaptative "multi risque" en forêt.

Le questionnement sur les stratégies d'adaptation proposées, recommandées ça et là sans beaucoup de support expérimental, était tout à fait légitime. Le choix du carbone comme seul représentant des services écosystémiques fournis par les forêts est évidemment réducteur, surtout dans la première partie où, semble-t-il, seul le stockage en forêt est pris en compte, contrairement à la deuxième étude où l'utilisation de CAPSIS permet d'aller plus loin en prenant en compte le stockage dans les produits bois et l'effet de substitution. Néanmoins on

peut comprendre que l'autrice s'en soit tenue à ce seul critère "carbone" en raison de la complexité du sujet abordé.

En l'absence de placettes expérimentales dédiées et face à un phénomène aléatoire (la sécheresse), le "détour" par les modèles (CASTANEA, MATHILDE, CAT) permet à Mme BRÉTEAU-AMORES, moyennant une calibration qu'elle a soin de valider auprès de praticiens, de proposer des comparaisons économiques intéressantes en s'appuyant sur les calculs de BASI. Les conclusions ne sont pas toujours d'une grande évidence puisqu'il s'agit, le plus souvent, de combiner diverses méthodes adaptatives dans un contexte qui sera toujours évolutif, tant du point de vue climatique qu'économique. Seule la substitution d'essence répond clairement aux objectifs recherchés (partie 1) mais son acceptabilité sociale aurait mérité d'être évoquée.

La dernière partie, consacrée à l'assurance présente un double intérêt : elle consacre cette technique comme partie intégrante de la stratégie adaptative de la propriété forestière et propose une forme d'assurance "sécheresse" de type paramétrique adaptée au cas français. A ce double titre, elle semble très originale et mérite l'attention.

Le travail fourni par Mme BRÉTEAU-AMORES au cours de ces trois années apparaît considérable (*cf.* bibliographie impressionnante) sur un sujet, la meilleure façon de se prémunir contre le risque "sécheresse" dans un contexte de changement climatique, peu documenté.

Il existe de nombreuses manières de valoriser cette thèse, tant au niveau des recherches sur l'adaptation des forêts aux épisodes de sécheresse (mais aussi de tempête, d'incendie, *etc.*...), que sur la question de l'évaluation économique des forêts (comment comptabiliser la valeur des services écosystémiques ?) et, bien sûr en matière d'assurances de type paramétrique.

A cet égard, une étude comparative concernant les solutions agricoles déjà en place, les modalités de co-financement européen qui les caractérisent et l'incidence de leur éventuelle transposition au niveau forestier, eût été bienvenue.

Pour terminer nous voudrions saluer l'ambition déployée tout au long de cette thèse au confluent de la gestion forestière, de l'écologie et de l'économie. L'autrice a su s'entourer de collaborations multiples aussi bien en matière de recherche que de gestion forestière et a déjà valorisé certains acquis de sa thèse au travers de divers articles et participation à des colloques importants.

Pour toutes ces raisons, les éléments et les perspectives apportés par ce travail de thèse nous paraissent de nature à proposer que cette analyse figure sur le site de l'Académie d'agriculture de France.

Remerciements à Jean-Luc PEYRON, membre de l'Académie d'agriculture de France, section 2 « Forêts et filière bois », pour sa relecture