

INCENDIES ET VULNERABILITÉ DES STOCKS DE CARBONE DANS LES SYSTÈMES FORESTIERS ET AGRICOLES EN FRANCE

Thèse de **Lilian VALLET**¹

Analysée par Yves **BIROT**²

Directeur de thèse : Florent **MOUILLOT**, Directeur de Recherche, IRD-CEFE, Montpellier

Co-directeur de thèse : Xavier **MORIN**, Directeur de recherche, CNRS-CEFE, Montpellier

~~~~~

### Contextes et objectifs

Nous observons depuis plusieurs années, dans de nombreuses régions biogéographiques de la planète, l'occurrence grandissante des incendies de forêt (et d'autres végétations) de forte intensité, et de leurs impacts sociétaux, environnementaux, et économiques. Ces phénomènes extrêmes, induits par le dérèglement climatique et les activités humaines, trouvent un large écho dans les médias.

En 2021, la thèse d'Hélène FARGEON, « *Effet du changement climatique sur l'évolution de l'aléa incendie de forêt en France métropolitaine au 21ème siècle* (2019) » a été distinguée par une médaille d'argent de l'Académie d'agriculture de France. Elle a permis de mettre en évidence : i) une augmentation marquée du danger météorologique de feu au cours du 21ème siècle, avec une extension du climat méditerranéen ; ii) des incertitudes importantes et un effet retard lié à l'inertie du système ; iii) un triplement potentiel des surfaces brûlées en zone méditerranéenne ; iv) une augmentation sur le reste du territoire plus difficile à quantifier.

Dans ce contexte, la thèse de Lilian VALLET vient à point nommé pour compléter le travail précédent. Se plaçant aussi à l'échelle de la France métropolitaine, son travail s'inscrit dans la discipline de l'écologie du feu et porte sur une question écologique très importante et urgente : l'évaluation du risque d'incendie de forêts et de systèmes agricoles à travers deux de leurs composantes : l'exposition et la vulnérabilité, et ainsi que sur les processus de récupération post-incendies. La thèse vise à quantifier la dynamique de la biomasse forestière et agricole en relation avec la perturbation par le feu, en décrivant la biomasse affectée, sa perte par la combustion et les émissions associées, sa résistance, sa régénération et sa vulnérabilité. Elle s'appuie très largement sur les outils de la télédétection.

La thèse est rédigée en langue anglaise. Elle est très bien structurée en cinq chapitres. Le premier est un article publié par Biogeosciences, le second, un article soumis à la même revue.

---

<sup>1</sup> La thèse de Lilian VALLET a été préparée au sein du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE, UMR 5175) à Montpellier dans le cadre de l'école doctorale n°584 GAIA « Biodiversité, agriculture, alimentation, environnement, terre, eau » de l'Université de Montpellier. Elle a été soutenue le 27 septembre 2024.

<sup>2</sup> Membre émérite de l'Académie d'agriculture de France, section 2 « Forêts et filière-bois ».

Les trois derniers chapitres sont rédigés sous forme d'articles dont il n'est pas dit s'ils ont été soumis ou non au moment de la soutenance. Chaque chapitre comporte une introduction et un résumé en français. Ces cinq chapitres sont précédés par une introduction très détaillée qui précise bien le cadre conceptuel du travail et ils sont suivis par une discussion de synthèse.

Contrairement aux approches classiques qui s'appuient principalement sur la taille des incendies comme descripteur, Lilian VALLET incorpore, de manière innovante, une variété de descripteurs de télédétection, pour aller au-delà de cette simple mesure et évaluer les effets des incendies, fournissant ainsi une compréhension plus nuancée de la nature multidimensionnelle des impacts des incendies sur les écosystèmes forestiers et les évaluations des risques d'incendie.

### **Approches scientifiques mises en œuvre et principaux résultats**

**Le chapitre 1 est consacré à l'aléa feu et à l'exposition de la forêt à l'incendie.** Il décrit la construction d'une base de données pour la France métropolitaine à partir d'informations satellitaires à haute résolution. Ce travail utilise des ensembles de données sur la biomasse forestière et sur le périmètre des surfaces incendiées depuis 1984. L'approche suivie permet des progrès significatifs dans la modélisation et la prédiction du comportement des incendies, ouvrant ainsi la voie à une meilleure évaluation du risque et à la conception d'une stratégie de sa gestion.

**Le chapitre 2 aborde la question des émissions de carbone liées aux incendies** dans le contexte de la France métropolitaine, avec le développement d'un modèle d'émission innovant. La perte de biomasse par combustion et les émissions associées sont estimées par le modèle qui intègre des données locales à résolution fine et des mesures atmosphériques (taux de mélange CO<sub>2</sub>/CO). Le modèle fournit ainsi des informations plus complètes sur l'impact environnemental des incendies. L'intégration de la dynamique de propagation du feu dans l'évaluation temporelle des émissions de GES permet une meilleure compréhension des processus impliqués. La prise en compte des phénomènes de combustion lente constitue un élément novateur.

**Le chapitre 3 est dédié aux feux des systèmes agricoles** (subis ou prescrits), qui peuvent générer des émissions significatives de carbone et de polluants atmosphériques, mais pour lesquels assez peu d'études sont disponibles, parce que ces feux ne sont pas toujours bien documentés. La thèse apporte une contribution originale à travers l'exploitation de données de littérature grise (presse, rapports...). En combinant ces informations à celles issues de la télédétection, Lilian Vallet a pu fournir les premières estimations des émissions liées à ce type de feux en France métropolitaine.

**Le chapitre 4 fait appel à une approche très innovante en mettant l'accent sur les traits physiologiques et écologiques des espèces végétales qui influent sur la résilience et la récupération post-incendie des écosystèmes.** La méthodologie utilisée consiste à intégrer les données de télédétection à haute résolution obtenues dans le chapitre 1 avec deux autres types d'information : des cartes fournies par l'IGN pour les espèces forestières présentes sur le territoire et des analyses des traits fonctionnels de ces espèces. Il s'agit, sur ces bases, de quantifier l'exposition des forêts, d'identifier les facteurs de vulnérabilité de la biomasse forestière et de déterminer la résilience des différents types de forêt face aux incendies. Ce chapitre fournit de nouvelles informations sur la variabilité de la réponse des espèces à l'incendie et sur des pratiques de gestion sur des bases plus pertinentes.

**Le chapitre 5 traite de la dynamique temporelle de la régénération post-incendies**, point souvent ignoré dans les évaluations habituelles des risques d'incendie, à travers une analyse des trajectoires de régénération de différents types de forêts et d'espèces. Cette analyse temporelle est essentielle pour comprendre la résilience à long terme des écosystèmes forestiers et pour planifier des stratégies de gestion, qui tiennent compte non seulement des effets immédiats de l'incendie, mais aussi des processus de régénération écologique à plus long terme. Les résultats de ce chapitre soulignent l'importance d'adopter une perspective à long terme dans la gestion des incendies, et mettent en évidence le besoin de stratégies qui favorisent la régénération des écosystèmes sur de longues périodes.

**Une dernière section vient enfin synthétiser** les résultats présentés dans les chapitres précédents, en les reliant les uns aux autres, et en proposant une perspective d'ensemble sur le caractère multiforme des impacts des incendies sur les écosystèmes forestiers. Cette synthèse met en évidence les liens entre les différents facteurs influençant la dynamique des incendies et souligne l'importance d'une approche multidimensionnelle de l'écologie des incendies. La section se termine par des recommandations pratiques pour la gestion forestière, qui insistent sur l'importance de stratégies combinant les différents facteurs écologiques, climatiques et anthropiques qui déterminent le risque d'incendie et la régénération.

**Au-delà du haut niveau général des contributions de Lilian Vallet, deux points méritent des développements complémentaires :**

- a) La mise en œuvre pratique des résultats dans une stratégie de gestion des incendies

La thèse ouvre de nouvelles perspectives sur la façon d'utiliser les cartes de vulnérabilité et les modèles de risque dans « l'aménagement forestier » et la prévention des incendies. De même, sur l'exemple du focus mis sur le stockage du carbone et les émissions de gaz à effet de serre (GES), d'autres services écosystémiques importants des forêts peuvent être traités, comme une évaluation intégrative des différents biens et services issus des forêts.

- b) La question des biais et incertitudes

La thèse s'appuie sur des options de modélisation pertinentes au plan théorique, mais souvent très complexes, car résultant d'une intégration en plusieurs stades. C'est une source d'incertitudes (spécialement en ce qui concerne la télédétection) qu'il serait utile d'analyser car elle concerne les erreurs et les limites potentielles dans la détection des caractéristiques des incendies et de leurs impacts.

~~~

En conclusion, les travaux accomplis par Lilian VALLET constituent un ensemble très riche et novateur. En combinant les connaissances tirées de la cartographie des risques, des évaluations de la vulnérabilité, des analyses des caractéristiques fonctionnelles, de la modélisation des émissions et des trajectoires de récupération, il propose un cadre global de la compréhension et de la gestion du risque d'incendie.

Pour ces raisons, ce très bon travail justifie d'être valorisé par la mise de la présente analyse sur le site de l'Académie d'agriculture de France et dans le Mensuel.