



Rapport scientifique de fin de projet

Programme PSDR 4

AFFORBALL

PSDR 4, Région Lorraine (Grand Est)
2016-2020

Titre du projet

Adaptations de la filière forêt-bois du PNR des Ballons des Vosges dans un contexte de changements globaux

Responsable scientifique du projet

Civilité (M, Mme, Mlle)	Mr		Dr	Nom	Caurla	Prénom	Sylvain
Adresse électronique	sylvain.caurla@inrae.fr			Tél	0383396896	Fax	
Etablissement	INRAE						
Unité (nom complet)	Bureau d'Economie Théorique et Appliquée						
Département	EcoSocio						
N° d'unité	1443						
Directeur d'unité	Julien Pénin						
Adresse	14 rue Girardet						
Code postal	54000			Ville	Nancy		

Référent acteur du projet (le cas échéant)

Civilité (M, Mme, Mlle)	Mr			Nom	Michel	Prénom	Claude
Adresse électronique	c.michel@parc-ballons-vosges.fr			Tel	03 89 77 90 27	Fax	
Organisme	PNR des Ballons des Vosges						
Responsable organisme	Olivier Claude						
Adresse	Maison du Parc 1 cour de l'Abbaye						
Code postal	68140			Ville	Munster		

Rédacteur.rice de ce rapport

Civilité, prénom, nom	Mr Sylvain Caurla
Téléphone	0383396896
Adresse électronique	sylvain.caurla@inrae.fr
Date de rédaction	juin 2020

Mots clés libres associés au projet (5 maximum)

Français	Filière bois ; Gestion forestière ; Services écosystémiques ; Modèles économiques de territoire ; Analyse du Cycle de Vie (ACV).
Anglais	Wood sector; Forest management; Ecosystem services; Regional economic models; Life Cycle Assessment (LCA)

Soutien financier accordé par le programme PSDR (INRAE et Régions) : 200 k€

Principaux laboratoires¹ de recherche participants (Laboratoire 1 = porteur du projet)

Labo- ratoire n°	Nom du correspondant principal	Prénom	Titre ou grade	Adresse électronique	Discipline	Unité	Etablissement	Département de recherche (le cas échéant)
1	Caurla	Sylvain	Dr	Sylvain.caurla@inrae.fr	Economie	BETA	INRAE	EcoSocio
2	Loiseau	Eléonore	Dr	Eleonore.loiseau@inrae.fr	Sc. de l'environnement	ITAP	INRAE	Transform
3	Blondet	Marieke	Dr	Marieke.blondet@agroparistech.fr	Anthropologie	SILVA	AgroParisTech	SESG

Acteurs et réseaux d'acteurs² collaborant au projet (Acteur 1 = le référent acteur, le cas échéant)

Acteur n°	Organisme	Sigle de l'organisme	Nom du correspondant principal	Prénom	Fonction	Adresse électronique	Ville
1	Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges	PNRBV	Michel	Claude	Responsable du pôle nature et biodiversité	c.michel@parc-ballons- vosges.fr	Munster (68)
2	Centre National de la Propriété Forestière	CNPF	Fiquepron	Julien	Ingénieur forêt et eau	julien.fiquepron@cnpf.fr	Nancy (54)

¹ Un laboratoire peut être une unité ou une UMR.

² Entreprises, associations, chambres consulaires, parcs naturels régionaux, collectivités territoriales, fondations, etc.....

Sommaire

Sommaire	4
1. Résumé consolidé public	5
Résumé consolidé public en français	5
Résumé consolidé public en anglais	6
2. Mémoire scientifique	7
2.1 Résumé du mémoire	7
2.2 Enjeux et problématique, état de l’art	8
2.3 Présentation des terrains	9
2.4 Présentation et implication des partenaires	11
2.6 Approche scientifique et technique	14
2.7 Réalisations et résultats obtenus	15
2.8 Exploitation des résultats et valorisation	18
2.9 Contribution au développement régional et territorial	18
2.10 Discussion	20
2.11 Conclusions	21
2.12 Références	21
3. Impact du projet au 1 ^{er} semestre 2020	23
3.1 Valorisation scientifique du début du projet au 1 ^{er} semestre 2020	23
3.1.1 Actions de valorisation scientifique	23
3.1.2 Liste des publications et communications	23
3.2 Valorisation opérationnelle du début du projet au 1 ^{er} semestre 2020	24
3.2.1 Actions de valorisation opérationnelle	24
3.2.2 Liste des éléments de valorisation	25
3.3 Réflexion sur l’état des pratiques de la recherche en partenariat	26
3.4 Bilan des contributions individuelles aux projets de recherche	27
3.4.1 Contributions des personnels des organismes de recherche et partenaires	27
3.4.2 Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	28

1. Résumé consolidé public

Résumé consolidé public en français

AFFORBALL : Adapter la filière forêt-bois des Vosges du Sud aux changements globaux

En quoi les démarches d'adaptation au sein de la filière forêt-bois des Vosges du Sud permettent-elles d'assurer le maintien de ses fonctions dans une perspective durable ?

Pourvoyeuse de bois, produit phare de l'économie locale, la forêt des Vosges du Sud est aussi un écosystème abritant une biodiversité remarquable qui joue de nombreux rôles de régulation, notamment par le stockage du carbone et l'épuration des eaux. C'est également une zone touristique très fréquentée en toutes saisons. C'est enfin le lieu de vie de milliers d'habitants qui vivent ou profitent directement ou indirectement de ses ressources.

Ces ressources se retrouvent aujourd'hui au centre de plusieurs enjeux. Tout d'abord, elles subissent la pression du changement climatique avec les effets de plus en plus visibles des changements des régimes de précipitations et de température. Par ailleurs, elles sont sollicitées par de nombreux secteurs de l'économie locale via la fourniture de nouveaux produits bois pour la construction, la bioéconomie et l'énergie. Enfin, elles doivent s'adapter à de nouvelles formes de tourisme tout en préservant une biodiversité qui subit, elle aussi, les effets des changements globaux.

Ces enjeux posent la question des adaptations à effectuer pour que l'ensemble des fonctions du secteur forestier puissent perdurer et accompagner la transition écologique. AFFORBALL cherche à étudier ces adaptations et leurs conséquences avec une approche interdisciplinaire et partenariale en se focalisant sur deux territoires : le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges (PNRBV) et le pays d'Epinal.

Une approche interdisciplinaire pour l'étude des systèmes forestiers

Les recherches menées dans AFFORBALL s'organisent autour de cinq disciplines : l'économie de l'environnement, les sciences forestières, les sciences de l'environnement, la géographie et l'anthropologie de l'environnement. Des approches qualitatives basées sur des entretiens semi-directifs ont été déployées pour étudier la perception du changement climatique par les gestionnaires forestiers et les liens entre écologisation des pratiques et territorialisation des activités. Des approches quantitatives statistiques ont permis d'estimer un modèle spatialisé de récolte des bois (modèle probabiliste), ainsi qu'un indicateur agrégé d'attractivité à partir des résultats d'une enquête sur la récréation en forêt. D'autres approches quantitatives sont également mobilisées, en particulier le couplage d'un modèle bioéconomique de la filière bois et de l'analyse de cycle de vie pour comparer l'éco-efficacité de différentes mesures économiques et le développement d'un modèle micro-économique pour l'étude du risque prix. Approches qualitatives et quantitatives sont par ailleurs combinées dans une étude prospective portant sur la mise en place d'une scierie sur le territoire. Enfin, la cartographie a permis de représenter les enjeux et les résultats du projet et constitue un vecteur de communication privilégié du projet.

Vers des modifications structurelles pour s'adapter aux changements

AFFORBALL montre que les crises qui affectent les territoires forestiers des Vosges du Sud appellent à repenser les activités de la filière forêt-bois. La gestion forestière doit évoluer vers des sylvicultures plus dynamiques, intégrer le changement d'essences (migration assistée, îlots d'avenir) et la diversification des essences. Nous montrons en outre que la réactivation de filières locales comme le hêtre pour la construction et le développement des filières bois-énergie peuvent s'associer à un projet de territoire durable combinant les démarches d'adaptation et d'atténuation au changement climatique. Si le tourisme est un enjeu économique fort, son accompagnement doit être stratégique, en activant des ressources territoriales sous-valorisées, comme le plateau des 1000 étangs et en préservant les noyaux de biodiversité des Hautes-Vosges.

Les dynamiques partenariales à l'origine de ces résultats se consolident actuellement via de montage et le travail sur d'autres projets, en particulier le projet lauréat « Des Hommes et des Arbres » de l'appel à manifestation d'intérêt « territoires d'avenir ».

Les résultats ont d'ores et déjà fait l'objet de quatre articles publiés dans des revues à comité de lecture interdisciplinaires. Six autres articles sont en cours de publication ou de soumission. Le plan de valorisation scientifique inclut, outre la publication d'articles, la communication dans différentes instances scientifiques, la présentation des résultats auprès des acteurs au cours de journées transversales de restitution à Munster et la publication d'articles de transfert sur le site web du projet, qui a constitué un vecteur de communication privilégié au premier semestre 2020.

Le projet AFFORBALL est un projet de recherche coordonné par Sylvain Caurla. Il associe le PNR des Ballons des Vosges et le Centre National de la Propriété Forestière ainsi que des laboratoires ITAP et SILVA. Le projet a commencé en 2016 et a duré 60 mois. Il s'est déroulé dans la région Grand Est et a bénéficié d'une aide PSDR de 200k€ pour un coût global de l'ordre de 730 k€

Résumé consolidé public en anglais

AFFORBALL: adaptations of the forest-based sector in the southern Vosges to global changes

How to adapt the forest-wood sector in the Southern Vosges maintaining its functions in a sustainable perspective?

Forest in southern Vosges is not only a source of wood, a flagship product of the local economy, but also an ecosystem that harbours remarkable biodiversity and plays many regulatory roles, notably through carbon storage and water purification. It is also a very popular tourist area in all seasons. Finally, it is home of thousands of inhabitants who live or benefit directly or indirectly from its resources.

These resources are today at the crossroads of several issues. First, they suffer from climate change with increasingly visible effects of changes in rainfall and temperature patterns. In addition, they provide many sectors of the local economy with new wood products for construction, bioeconomy and energy. Finally, they have to adapt to new forms of tourism while preserving biodiversity, which is also affected by global changes.

These issues raise the question of the adaptations needed to maintain all the functions of the forest sector. AFFORBALL seeks to study these adaptations and their consequences with an interdisciplinary and partnership approach by focusing on two territories: the Ballons des Vosges Regional Natural Park (PNRBV) and the Epinal region.

An interdisciplinary approach to study forest systems

The research is organized around five disciplines: environmental economics, forestry sciences, environmental sciences, geography and environmental anthropology. Qualitative approaches based on semi-directive interviews were used to study the perception of climate change by forest managers and the links between greening processes and the territorialization of activities. Quantitative statistical approaches made it possible to estimate a spatialized wood harvesting model (probabilistic model), as well as an aggregate indicator of attractiveness based on the results of a survey on forest recreation. Other quantitative approaches have also been used, in particular the coupling of a bioeconomic model of the forest sector and life cycle analysis to produce an aggregate eco-efficiency indicator and the development of a microeconomic model for the study of price risk. Qualitative and quantitative approaches are also combined in a prospective study on the implementation of a sawmill on the territory. Finally, the mapping made it possible to represent the stakes and results of the project and constitutes an important communication vector of the project.

Towards structural modifications to adapt

AFFORBALL shows that the crises affecting the forested areas of the Southern Vosges call for a rethink of the forest-wood sector activities. Forest management must evolve towards more dynamic silviculture, integrate species change (assisted migration, changes of species) and species diversification. Besides, we show that the reactivation of local sectors such as beech for the construction and development of wood-energy sectors can be associated with a sustainable territory project combining climate change adaptation and mitigation approaches. If tourism is a strong economic issue, its deployment must be strategic, by activating undervalued territorial resources, such as the plateau of 1000 ponds, and by preserving the core biodiversity of the Hautes-Vosges.

The partnership dynamics initiated in the project are currently being pursued through other projects, in particular the project "Des Hommes et des Arbres" from the call for expressions of interest "Territoires d'avenir". The results have already been the subject of four articles published in interdisciplinary peer-reviewed journals. Six other articles are in the process of being published or submitted. In addition to the publication of articles, the scientific valorisation plan includes communication in various scientific bodies, the presentation of results to stakeholders during transversal restitution days in Munster and the publication of transfer articles on the project website, which has been a privileged communication vector in the first half of 2020.

The AFFORBALL project is a research project coordinated by Sylvain Caurla. It associates the PNR des Ballons des Vosges and the Centre National de la Propriété Forestière as well as the ITAP and SILVA laboratories. The project started in 2016 and lasted until 2020. It took place in the Grand Est region and benefited from a PSDR aid of 200k€ for a total cost of around 730k€.

2. Mémoire scientifique

2.1 Résumé du mémoire

En quoi les démarches d'adaptation au sein de la filière forêt-bois des Vosges du Sud permettent-elles d'assurer le maintien de ses fonctions dans une perspective durable ?

Pourvoyeuse de bois, produit phare de l'économie locale, la forêt des Vosges du Sud est aussi un écosystème abritant une biodiversité remarquable qui joue de nombreux rôles de régulation, notamment par le stockage du carbone et l'épuration des eaux. C'est également une zone touristique très fréquentée en toutes saisons. C'est enfin le lieu de vie de milliers d'habitants qui vivent ou profitent directement ou indirectement de ses ressources.

Ces ressources se retrouvent aujourd'hui au centre de plusieurs enjeux. Tout d'abord, elles subissent la pression du changement climatique avec les effets de plus en plus visibles des changements des régimes de précipitations et de température. Par ailleurs, elles sont sollicitées par de nombreux secteurs de l'économie locale via la fourniture de nouveaux produits bois pour la construction, la bioéconomie et l'énergie. Enfin, elles doivent s'adapter à de nouvelles formes de tourisme tout en préservant une biodiversité qui subit, elle aussi, les effets des changements globaux.

Ces enjeux posent la question des adaptations à effectuer pour que l'ensemble des fonctions du secteur forestier puissent perdurer et accompagner la transition écologique. AFFORBALL cherche à étudier ces adaptations et leurs conséquences avec une approche interdisciplinaire et partenariale en se focalisant sur deux territoires : le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges (PNRBV) et le pays d'Epinal.

Une approche interdisciplinaire pour l'étude des systèmes forestiers

Les recherches menées dans AFFORBALL s'organisent autour de cinq disciplines : l'économie de l'environnement, les sciences forestières, les sciences de l'environnement, la géographie et l'anthropologie de l'environnement. Des approches qualitatives basées sur des entretiens semi-directifs ont été déployées pour étudier la perception du changement climatique par les gestionnaires forestiers et les liens entre écologisation des pratiques et territorialisation des activités. Des approches quantitatives statistiques ont permis d'estimer un modèle spatialisé de récolte des bois (modèle probabiliste), ainsi qu'un indicateur agrégé d'attractivité à partir des résultats d'une enquête sur la récréation en forêt. D'autres approches quantitatives sont également mobilisées, en particulier le couplage d'un modèle bioéconomique de la filière bois et de l'analyse de cycle de vie pour comparer l'éco-efficacité de différentes mesures économiques et le développement d'un modèle micro-économique pour l'étude du risque prix. Approches qualitatives et quantitatives sont par ailleurs combinées dans une étude prospective portant sur la mise en place d'une scierie sur le territoire. Enfin, la cartographie a permis de représenter les enjeux et les résultats du projet et constitue un vecteur de communication privilégié du projet.

Vers des modifications structurelles pour s'adapter aux changements

AFFORBALL montre que les crises qui affectent les territoires forestiers des Vosges du Sud appellent à repenser les activités de la filière forêt-bois. La gestion forestière doit évoluer vers des sylvicultures plus dynamiques, intégrer le changement d'essences (migration assistée, îlots d'avenir) et la diversification des

essences. Nous montrons en outre que la réactivation de filières locales comme le hêtre pour la construction et le développement des filières bois-énergie peuvent s'associer à un projet de territoire durable combinant les démarches d'adaptation et d'atténuation au changement climatique. Si le tourisme est un enjeu économique fort, son accompagnement doit être stratégique, en activant des ressources territoriales sous-utilisées, comme le plateau des 1000 étangs et en préservant les noyaux de biodiversité des Hautes-Vosges.

Les dynamiques partenariales à l'origine de ces résultats se consolident actuellement via de montage et le travail sur d'autres projets, en particulier le projet lauréat « Des Hommes et des Arbres » de l'appel à manifestation d'intérêt « territoires d'avenir ».

Les résultats ont d'ores et déjà fait l'objet de quatre articles publiés dans des revues à comité de lecture interdisciplinaires. Six autres articles sont en cours de publication ou de soumission. Le plan de valorisation scientifique inclut, outre la publication d'articles, la communication dans différentes instances scientifiques, la présentation des résultats auprès des acteurs au cours de journées transversales de restitution à Munster et la publication d'articles de transfert sur le site web du projet, qui a constitué un vecteur de communication privilégié au premier semestre 2020.

Le projet AFFORBALL est un projet de recherche coordonné par Sylvain Caurla. Il associe le PNR des Ballons des Vosges et le Centre National de la Propriété Forestière ainsi que des laboratoires ITAP et SILVA. Le projet a commencé en 2016 et a duré 48 mois. Il s'est déroulé dans la région Grand Est et a bénéficié d'une aide PSDR de 200k€ pour un coût global de l'ordre de 730 k€

2.2 Enjeux et problématique, état de l'art

Enjeux initiaux

L'enjeu étudié par AFFORBALL est celui de **l'adaptation de la filière forêt-bois du sud des Vosges aux changements globaux**. Cette adaptation est ici comprise en tant que démarche d'ajustement fonctionnel de la filière forêt-bois par rapport au climat actuel ou à venir, ainsi qu'à ses conséquences directes et indirectes. Nous définissons la filière forêt-bois comme l'ensemble constitué d'une part des écosystèmes forestiers et des habitats qu'ils procurent pour la biodiversité et, d'autre part, des activités économiques liées à la gestion de ces écosystèmes forestiers, qu'elles soient orientées vers la production de produits bois ou la fourniture d'autres services écosystémiques. Il s'agit d'un système socio-écologique intégré (Lagadeuc et Chenorkian, 2009) couplant les sociétés et la nature sous la forme d'un assemblage complexe d'interrelations, de non-linéarités et de rétroactions opérant à des échelles multiples (Da Cunha et Vanderlinden, 2014). Le caractère fonctionnel de l'adaptation tient en ce que celle-ci doit permettre à la filière forêt-bois d'assurer ses diverses fonctions, qu'elles soient le maintien d'un tissu socio-économique actif sur le territoire, la fourniture de services écosystémiques ou la préservation de la biodiversité.

Problématique

Partant de là, la problématique générale du projet peut s'énoncer comme suit : **en quoi les démarches d'adaptation au sein de la filière forêt-bois du sud des Vosges permettent-elles d'assurer le maintien de ses fonctions dans une perspective durable ?** Nous déclinons cette problématique en trois grandes questions transversales aux quatre volets de recherche du projet.

Tout d'abord, si l'adaptation est un concept destiné à gérer l'incertain (Hallegatte, 2009), l'un des principaux défis est de définir la nature de l'incertitude à laquelle elle s'applique. Dit autrement : **à quoi s'adapte-t-on ?** Les conséquences directes et indirectes des changements climatiques revêtent des réalités bien différentes suivant les zones du globe et les échelles considérées. A ce niveau, l'objectif d'AFFORBALL est d'étudier la perception qu'ont les praticiens de la filière des changements globaux et d'explorer comment ces changements influencent la répartition de la biodiversité et la fourniture des services écosystémiques forestiers sur le territoire. Nous cherchons en particulier à identifier les zones de conflits où des arbitrages apparaissent suite aux changements et les zones de synergies où des opportunités existent.

Deuxièmement, si l'atténuation a pour objet la production décentralisée d'un bien collectif, l'adaptation relève principalement de la protection ou de la production de biens privés. Ceci a pour conséquence que les

démarches d'adaptation sont le fait d'un grand nombre d'individus ou de collectifs, qui ne sont pas toujours coordonnés. La deuxième question transversale vise à explorer la diversité de ces démarches ou, dit autrement, **comment s'adapte-t-on ?** Si certaines démarches sont étudiées *ex post*, sur la base d'observations des réalisations sur le territoire (e.g. relocalisation des activités de production et de consommation de produits bois), beaucoup font l'objet d'une exploration *ex ante* voire *prospective* dans le projet (modification de la gestion forestière, développement du tourisme dans les zones moins fragiles, instauration de prix plancher après tempête, ...). Cela tient au fait que les méthodologies et les politiques de l'adaptation sont développées de manière dynamique, en fonction de la (non-)occurrence des crises auxquelles elles sont destinées à faire face, de l'évolution des connaissances et des vécus et en présence de temporalités contradictoires et d'incertitudes fortes et irréductibles.

Enfin, la question de l'évaluation des conséquences de ces démarches d'adaptation sur le maintien des fonctions du système socio-écologique est encore rarement abordée à l'échelle du territoire. C'est l'objet de notre troisième et dernière question transversale, « **comment évaluer l'adaptation ?** », que nous traitons en développant et mobilisant des outils de modélisation transdisciplinaires (approche prospective « Story and Simulation » ; couplage entre Analyse de Cycle de Vie et modèle économique ; modèles dynamiques régionaux de croissance forestière).

Evolution de la problématique au cours du projet

Deux composantes de l'adaptation sont identifiées et ont été explorées dans la littérature (Gemenne, Magnan, et Tubiana, 2010; Godard, 2010). Il s'agit d'une part de **l'adaptation anticipative** dont l'objectif est de penser les changements à mettre en œuvre en amont, souvent plusieurs années avant que le risque ne devienne tangible, et **l'adaptation réactive**, parfois assimilée à la résilience (Gemenne, Magnan, et Tubiana, 2010), qui fait référence aux mesures mises en place en réaction à des événements dont l'occurrence précise dans le temps n'était pas connue en amont. Si la problématique d'AFFORBALL est restée inchangée, le contexte dans lequel elle s'est déployée a largement évolué entre le début et la fin du projet. Au moment de la rédaction du projet, l'adaptation était majoritairement considérée dans sa dimension anticipatoire sur le territoire d'étude. Depuis 2017, les sécheresses, les canicules et les attaques à répétition de pathogènes (scolytes) ont bouleversé les écosystèmes forestiers du nord-est de la France et des Vosges en particulier. Leur gestion et les filières liées ont dû s'adapter dans l'urgence : la temporalité de l'adaptation est passé de la proactivité à la réactivité. En conséquence, nous avons réorienté une partie de nos travaux sur l'étude de l'adaptation réactive.

2.3 Présentation des terrains

Initialement, notre projet se circonscrivait à une région très forestière de moyenne montagne, où l'enjeu d'adaptation aux changements globaux est particulièrement fort: **le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges (PNRBV)**.

Comparativement aux milieux de plaine, les milieux de montagne sont très sensibles aux changements climatiques (Fort, 2015), notamment du fait des modifications des cycles hydrologiques et de l'élévation des températures. Les conséquences de ces changements en termes de production forestière et de fourniture d'aménités sont par ailleurs susceptibles de fragiliser l'économie de ces régions, généralement rurales et moins riches que les plaines (Fort, 2015). En outre, les milieux de montagne représentent des refuges climatiques précieux pour les espèces végétales et animales dans la mesure où les distances à parcourir pour s'adapter aux modifications climatiques sont plus courtes qu'en plaine (Engler et al., 2011; Gottfried et al., 2012; Colwell et al., 2008). Néanmoins, lorsque les pressions climatiques deviennent trop fortes, elles deviennent des voies sans issue pour les espèces qui ne peuvent plus monter en altitude et se retrouvent prises au piège (Engler et al., 2011; Sauer et al., 2011).

Situé en bordure de la dorsale économique européenne, le PNRBV est un territoire relativement peuplé (270 617 habitants) à cheval sur quatre départements (Vosges, Haut-Rhin, Territoire de Belfort et Haute-Saône) et implanté à l'intérieur d'un système de villes « portes » moyennes.

Premier parc naturel régional français (créé en 1968), la charte actuelle (période 2012-2020) met en avant la préservation de la biodiversité, en intégrant les logiques de continuités écologiques et des trames vertes et bleues, la valorisation économique des ressources locales, en particulier forestières, et la relance des pôles de compétences et d'innovation au sein des filières industrielles, en particulier la filière bois.

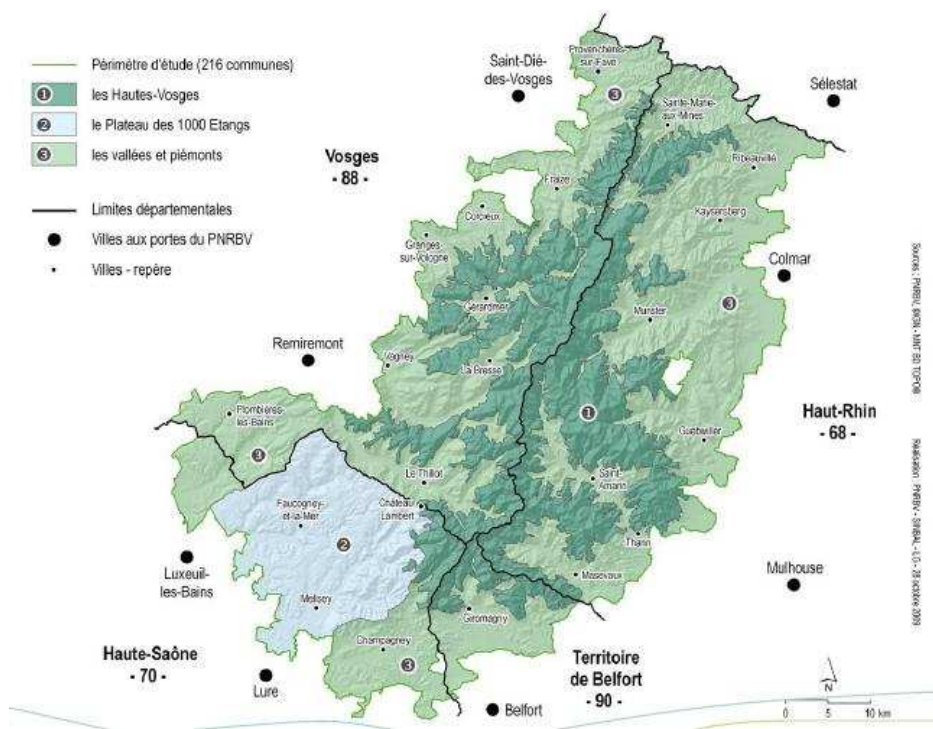


Figure 1: Le territoire du PNRBV se situe au niveau d'un nœud de communication entre la Lorraine, l'Alsace et la Franche Comté, à l'intérieur d'un système de villes portes (Saint-Dié-des-Vosges, Remiremont, Luxeuil les-Bains, Lure, Belfort, Mulhouse, Colmar, Sélestat).

Le territoire du parc fait partie d'un grand ensemble forestier qui s'étend de la trouée de Belfort à Mayence (Allemagne) jusqu'au NaturPark du Palatinat. L'objectif du parc est de promouvoir une gestion durable des forêts à travers une sylviculture « proche de la nature » et rentable tout en promouvant le tourisme, le territoire étant propice aux sports de nature, comme en atteste la notoriété du Ballon d'Alsace, du Hohneck, de la route des crêtes, de la Schlucht.

Ce territoire est perçu comme un continuum, abritant de nombreuses activités (sociales, économiques, culturelles) interagissant entre elles, et de nombreux enjeux de protection, dont certains très emblématiques (protection d'espèces comme le grand tétras et le lynx). Dès le début du projet, il nous est apparu évident que ce continuum ne s'arrêterait pas aux limites géographiques du PNR. Nous avons en particulier choisi d'y **intégrer un territoire périphérique clé avec lequel le PNR interagit : le territoire du pays d'Epinal (Vosges)**. La structuration active d'un pôle d'entreprises de la filière bois est actuellement en cours sur ce territoire en lien avec la nouvelle charte forestière du territoire du pays d'Epinal. Cette charte vise, entre autres, à développer un écosystème territorial autour de l'économie de la forêt et du bois, notamment à travers la valorisation d'essences locales, au premier rang desquelles le hêtre. Il porte sur la réalisation de trois actions principales : une couveuse d'entreprises dédiées au bois, un atelier bois géré par l'Office National des Forêts (ONF) et un parc résidentiel de loisir, les « Woodies ».

2.4 Présentation et implication des partenaires

L'adaptation d'un système socio-écologique complexe face aux changements globaux est, *de facto*, un objet multidisciplinaire en ce qu'il touche aux différents composants du système et à leurs interactions (Da Cunha et Vanderlinden, 2014). Afin d'aboutir à des solutions partagées, nous nous sommes appuyés sur des démarches intégrées avec les acteurs et des recherches interdisciplinaires. L'identification des enjeux et la construction de la problématique ont été menés avec le territoire d'étude et les acteurs de la filière bois qui y œuvrent. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur des entretiens réalisés entre les membres de l'équipe scientifique, Claude Michel du PNR des Ballons des Vosges et les praticiens de la filière (ONF, CNPF, Communes forestières, IGN).

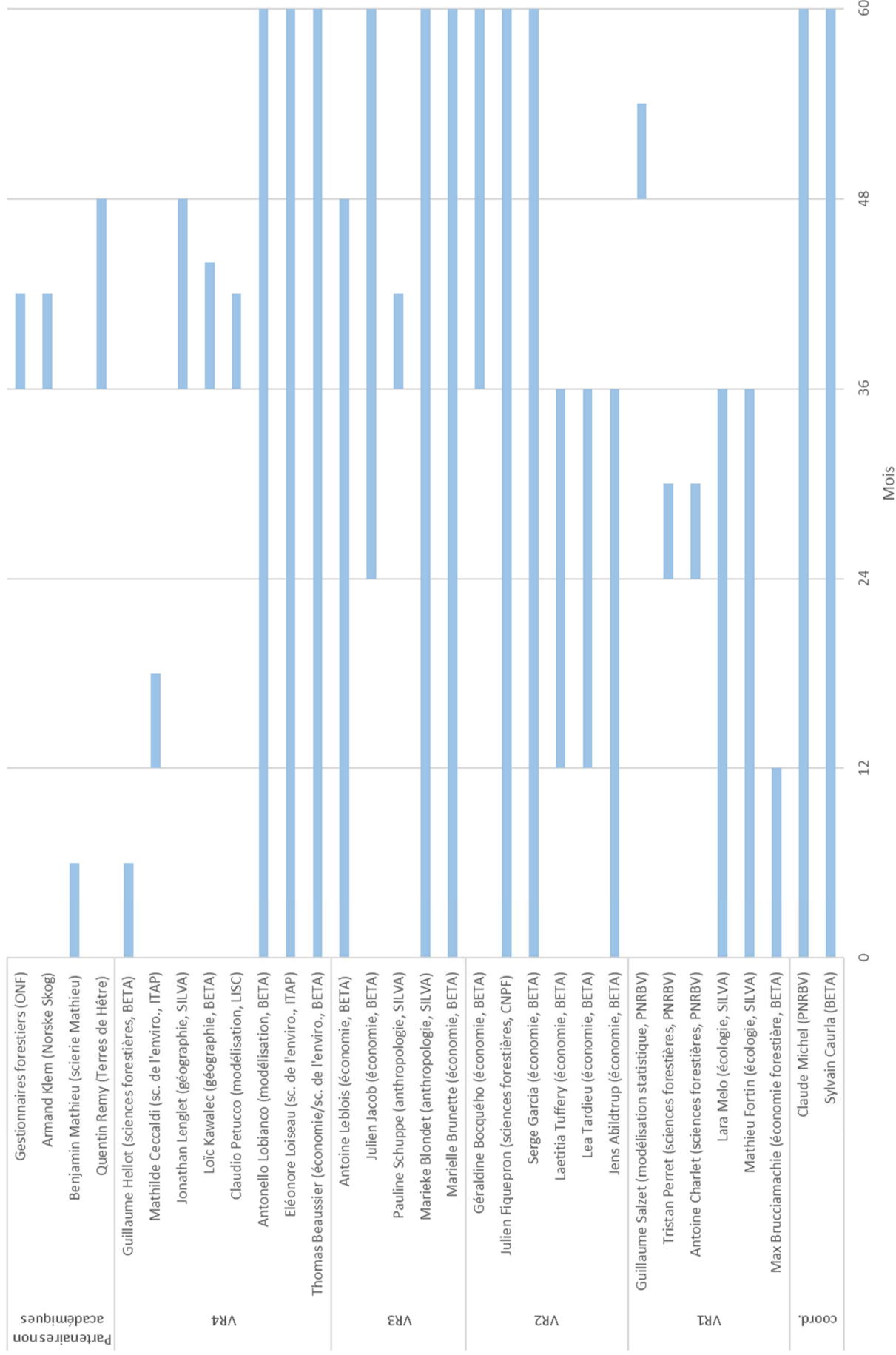
Le projet s'est appuyé sur les connaissances et les orientations données par ces acteurs de la filière à plusieurs reprises : lors de la journée de lancement du projet (scierie Mathieu, ONF³, PNR), lors des comités de pilotage du projet (réseau des propriétaires privés à travers le CNPF⁴) et lors des entretiens menés pour le VR4 (Kawalec et al., 2019) et le VR3 (Schuppe, 2019).

Les recherches menées s'organisent autour de cinq disciplines : l'économie de l'environnement, les sciences forestières, les sciences de l'environnement, la géographie et l'anthropologie de l'environnement. Nous avons mis un point d'honneur à ne pas juxtaposer ces disciplines les unes aux autres mais bien à les coupler : l'économie a ainsi été couplée aux sciences forestières (Fortin et al., 2019), aux sciences de l'environnement à travers la thèse de Thomas Beaussier (Beaussier et al. 2019; 2020) à la géographie (Lenglet et Cauria, 2020). Le travail de prospective réalisé dans le VR4 (Kawalec et al., 2019) a couplé une approche qualitative basée sur des entretiens pour la construction de scénarios de territoires avec une approche quantitative basée sur la modélisation des filières forestières.

³ Office National des Forêts

⁴ Centre National de la Propriété Forestière

Période active des partenaires au cours du projet



2.5. Approches partenariales

Grâce à la diversité des acteurs associés, à la pluralité des disciplines et à l'ancrage fort de ses partenaires dans la filière forestière du Grand-Est, le projet AFFORBALL a servi de laboratoire d'idées et de tremplin pour des dynamiques partenariales. Ces dynamiques se sont traduites d'une part par des travaux joints avec d'autres projets de recherche en cours de projet et, d'autre part, par le montage de projets de recherche afin de poursuivre les recherches initiées dans AFFORBALL.

Collaborations entre projets de recherche sur la période 2016-2020 :

- Le projet ExtraForEst coordonnée par Francis Colin (UMR SILVA, INRAE) avait pour but d'évaluer la quantité et la qualité des composés chimiques présents dans les principales essences des régions Grand Est et Bourgogne Franche Comté afin d'approvisionner de potentiels nouveaux marchés et soutenir la filière forêt-bois. Nous avons collaboré à travers le **recrutement joint de Loïc Kawalec, géographe, qui a mené des entretiens des acteurs industriels de la filière bois de la « Green Valley » dans le secteur d'Epinal**. Ces entretiens ont permis de construire les trames narratives des scénarios de développement de la filière explorés dans le VR4 d'AFFORBALL (Kawalec et al., 2019).
- Le stage de Simon Noury (Noury, 2019) a porté sur le développement d'un dispositif léger de mesure de l'érosion en forêt. Ce stage a été co-encadré par Julien Fiquepron du CNPF et membre d'AFFORBALL et l'unité Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers (BEF). Le stage s'est appuyé sur l'expérience acquise dans les sites-ateliers mis en place et coordonnés par l'unité BEF.

Poursuite des travaux initiés dans des projets futurs :

- Les acteurs de la filière bois de la « Green Valley » et les membres d'AFFORBALL ont pris part à la construction d'un projet répondant à l'appel à manifestation d'intérêt (AMI) « Programme d'investissement d'avenir, Territoire d'Innovation ». Le projet, intitulé « Des Hommes et des Arbres, les racines de demain » (DHDA) et lauréat de l'AMI a été coordonné par la Métropole du Grand Nancy, en lien avec la Communauté d'Agglomération d'Epinal, pour le compte de quelque 100 acteurs publics et privés du sud de la Lorraine et des Vosges du nord. Les partenaires d'AFFORBALL sont porteurs de deux actions dans l'axe « services rendus par les arbres ». L'action 1.1.4 « indicateurs économiques des services écosystémiques (SE) » est coordonnée par Sylvain Caurla et constitue la suite immédiate de la prospective initiée dans (Kawalec et al., 2019). L'objectif est notamment d'associer à cette prospective une évaluation multicritère et multi-acteurs spatialisée (Allain, Plumecocq, et Leenhardt, 2017). Cette action est financée à hauteur de 115k€ par le projet DHDA. L'action 1.1.5 « bourse des services écosystémiques » est quant à elle coordonnée par Jens Abildtrup et constitue la suite logique du VR2 d'AFFORBALL en poursuivant, notamment, le travail initié sur la spatialisation des SE sur le territoire vosgien (Tardieu et Tuffery, 2019). Elle est financée à hauteur de 51k€.
- Le travail de modélisation de la fonction de probabilité de coupe dans le VR1 d'AFFORBALL (Fortin et al., 2019) a donné lieu à une collaboration avec l'IGN⁵, initialement non partie prenante du projet AFFORBALL. Nous avons souhaité poursuivre cette collaboration à travers une réponse commune à l'appel à projet GRAINE de l'ADEME (avec le CNPF et INRAE Grenoble). Le projet qui en résulte, MOBINTER, a été accepté pour financement et aura pour objet, entre autres, de poursuivre l'étude des variables socio-économiques de proximité autres que le prix pour expliquer l'occurrence des coupes. L'objectif est de chercher des variables rendant compte de l'état de la filière bois au niveau local voire « ultra-local » afin de réaliser des projections à des échelles plus fines que ne le permet le modèle développé dans le VR1.
- Enfin, une réponse à Appel à Projet « Résilience Grand Est » faisant suite à la crise de la covid19 a été coordonnée par Mériem Fournier, Présidente du centre INRAE Grand Est ; Le projet qui en découle, intitulé FoResTerriX explore la bioéconomie des ressources forestières locales, issues des territoires ruraux du Grand Est dans un contexte de crise. Le projet s'appuie largement et explicitement sur les travaux réalisés dans AFFORBALL.

⁵ Institut national de l'information géographique et forestière

2.6 Approche scientifique et technique

Le projet AFFORBALL combine différentes approches pour, d'une part, comprendre l'existant (« à quoi et comment s'adapte-t-on ? ») et, d'autre part, évaluer les conséquences des mesures d'adaptation dans une démarche prospective.

Des approches pour comprendre l'existant

Comprendre l'existant suppose de quantifier les impacts biophysiques des changements à l'œuvre, analyser la perception qu'en ont les individus et identifier les réponses qu'ils y apportent.

- La quantification de la ressource bois mobilisable ou Volume Potentiel Réalisable (VPR) a été réalisée grâce à **la collecte et la consultation des documents d'aménagements** des forêts publiques. Cette collecte a été effectuée auprès des cinq agences ONF du territoire et une cartographie du VPR a été réalisée pour la période récente (Perret, 2018). Cette première étude diagnostique a été complétée par **une étude statistique estimant un modèle de récolte des bois** qui tient compte à la fois de facteurs biophysiques (surface terrière, densité, essence, pente) et du prix des bois. Nous avons pour cela utilisé les données de l'inventaire forestier national au niveau national pour ajuster **un modèle d'occurrence de récolte** au niveau des placettes forestières (Fortin et al., 2019).
- Afin de calculer l'attractivité touristique du territoire de manière spatialement explicite nous avons défini un **indicateur agrégé d'attractivité** (Tardieu et Tuffery, 2019). Cet indicateur est défini comme la moyenne géométrique de l'offre touristique, elle-même calculée en fonction de déterminants biophysiques, et de la demande de récréation calculée à partir d'une **enquête** réalisée en 2010 en Lorraine par les partenaires du projet, en y appliquant **un modèle de coûts de déplacement**.
- La qualité des habitats est quant à elle spatialisée sur le territoire à partir de quatre indicateurs : l'impact relatif des menaces sur les habitats, la distance entre l'habitat et ces menaces, la qualité initiale de l'habitat et la sensibilité de l'habitat par rapport aux menaces considérées. La calibration de ces indicateurs a fait l'objet d'une **revue de la littérature** et d'**entretiens** avec les experts du PNRBV.
- Afin de quantifier l'érosion, un **dispositif léger de collecte de matière en suspension** a été développé pour analyser l'impact de la mécanisation sur l'érosion des sols en forêt. Ce dispositif permet de mesurer le débit du ruissellement, prélever automatiquement de l'eau et les matières en suspension et mesurer la température de l'eau, son pH et sa turbidité.
- La perception des risques liés au changement climatique en forêt par les gestionnaires forestiers a fait l'objet d'une **étude socio-anthropologique** afin d'étudier la perception des risques (Schuppe, 2019). Pour cela 25 **entretiens semi directifs** ont été réalisés avec les gestionnaires forestiers du territoire, essentiellement au sein de l'Office National des Forêts (ONF). Cette approche permet de rendre compte d'expériences personnelles sensibles et situées de ces transformations.
- Enfin l'écologisation et la territorialisation sont régulièrement invoquées comme des stratégies d'adaptation de la filière bois. Nous explorons les liens entre les deux notions à travers une **approche empirique basée sur un exemple**, la nouvelle génération de Charte Forestière de Territoires du pays d'Epinal (Vosges) comme outil d'adaptation tournée vers un développement local et durable (Lenglet et Caurla, 2020).

Des approches pour évaluer les démarches d'adaptation

La question de l'évaluation objective des impacts économiques et environnementaux des démarches d'adaptation ouvre la voie à l'utilisation de méthodes intégrées et interdisciplinaires.

- Premièrement, si l'analyse de la probabilité de récolte est utile pour connaître les déterminants de la récolte et le stock disponible, intégrer cette fonction de probabilité à un **modèle de croissance individuelle des arbres** permet de simuler l'évolution du stock sur pied à l'échelle régionale et à moyen terme (2060) pour différents niveaux d'incitations et tester des mesures d'adaptation basée sur une modification du taux de coupe à des échelles "méso" (Fortin et al., 2019).
- Deuxièmement, afin de tester des instruments économiques alternatifs au stockage lors d'aléas climatiques (*e.g.* tempête) nous avons développé **un modèle micro-économique théorique** que nous

avons calibré avec des données observées lors de la tempête Klaus (2009) afin de comparer une subvention au stockage avec un autre outil de politique publique, à savoir la fixation d'un prix plancher pour empêcher les prix de tomber trop bas.

- Troisièmement, afin d'étudier les conséquences de la mise en place d'une scierie pour le bois de hêtre sur le territoire du pays d'Epinal, nous nous inspirons de l'approche **prospective « story and simulation » (SAS)** développée par (Alcamo, 2008). Cette approche, elle-même inspirée de pratiques de scénarisation dans des instances internationales (e.g. Ecosystem Millenium Assessment et scénarios SRES du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) permet de combiner une **analyse qualitative des enjeux et une démarche quantitative par la simulation** pour étudier les conséquences d'un aménagement. Elle combine ainsi une phase de recueil de données par **entretiens semi-directifs** et une phase de simulation, via le modèle **FFSM (French Forest Sector Model) dont nous avons étendu les capacités** pour le projet.
- Enfin, quatrième, afin de fournir un indicateur d'évaluation des politiques d'aménagement territorial, la thèse de Thomas Beaussier a conduit à la construction d'un indicateur **agrégé d'éco-efficience** qui synthétise les impacts économiques et environnementaux d'une politique ou d'un aménagement dans une perspective cycle de vie et territoriale (Beaussier et al., 2020). L'éco-efficience, telle que définie par le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), est le ratio entre un indicateur agrégé économique et un indicateur agrégé environnemental. Dans notre cas l'indicateur économique est le surplus économique de la filière forêt-bois calculé par **le modèle FFSM** et les impacts environnementaux potentiels sont les dommages directs et indirects liés à l'utilisation de bois énergie calculés via une **Analyse de Cycle de Vie** et regroupés en différentes catégories comprenant les impacts sur les écosystèmes, les impacts sur la santé humaine et les impacts sur les ressources.

2.7 Réalisations et résultats obtenus

Des territoires au cœur d'enjeux d'adaptation multiples

Les territoires étudiés dans AFFORBALL ont connu de profonds changements cette dernière décennie. Ces territoires **sont et restent des territoires forestiers**, comme l'attestent les volumes potentiels réalisables dans les forêts publiques du PNRBV (Perret, 2018). Mais cette forêt et la filière qui s'y rattache sont aujourd'hui au cœur d'enjeux multiples et parfois contradictoires.

Si le bois est aujourd'hui une ressource abondante, les projections réalisées dans le VR1 montrent que, même à considérer un prix des bois stable, **le volume de bois sur pied est susceptible de diminuer** en 2060 par rapport à 2015 dans les territoires de la région Grand Est (Fortin et al., 2019). Ce résultat pose la question de la durabilité de l'exploitation des ressources forestières pour les nouvelles filières de la bioéconomie ou de l'écoconstruction. Ce résultat surprend d'autant plus qu'il n'intègre pas les effets directs ou indirects d'évènements climatiques extrêmes (sécheresses, canicules, invasions de pathogènes, tempêtes, etc). Or, dans le VR3, nous montrons que plusieurs de ces évènements climatiques affectent actuellement les territoires d'étude les cinq dernières années et, aujourd'hui, **l'impression que « quelque chose ne va pas »**, d'un dérèglement écologique majeur, domine le paysage forestier (Schuppe, 2019). Les essences résineuses (sapins, épicéas) sont particulièrement touchées soit directement par la sécheresse et la canicule soit indirectement par les attaques de scolytes favorisés par un affaiblissement général des arbres. Toutes les personnes rencontrées au cours du projet parlent, pensent et s'inquiètent des changements environnementaux et climatiques qu'elles vivent et auxquels elles doivent faire face. Ces bouleversements s'accompagnent du sentiment de courir après les obstacles, de manquer, de « prises » sur un environnement jusque-là familier, « contrôlé » et « contrôlable ». Les forestiers notent et vivent une accumulation exceptionnelle dans le temps et dans l'espace d'évènements climatiques et environnementaux bouleversants. Les attaques sont trop rapides et nombreuses et **le temps de réaction est lui trop court pour prendre la distance et le recul nécessaires à la gestion forestière** (Schuppe, 2019).

Outre la production de bois, l'accueil du public est un autre objectif stratégique de ces territoires, et en particulier du PNRBV. Il a connu un essor considérable ces dernières années comme l'illustrent les travaux

d'aménagement du col de la Schlucht entre 2018 et 2020⁶. Dans le VR2 nous montrons que **les parties les plus attractives du territoire sont les Hautes-Vosges** (Fig. 3) qui concentrent les sites d'intérêt paysagers et sportifs. Or, nous montrons également que **les noyaux de biodiversité sont essentiellement situés dans ces mêmes zones très touristiques** (Fig. 2). Se pose, de fait, la question de la conciliation du tourisme et de la préservation de la biodiversité, question d'autant plus légitime que l'accueil du public nécessite des infrastructures (routes, chemins, stations de sport d'hiver,...) qui peuvent occasionner des nuisances (pollution de l'air et de l'eau, cueillette, nuisances sonores,...) auxquelles certaines espèces emblématiques « parapluie », comme le Grand Tétras, sont très sensibles (Tardieu et Tuffery, 2019).

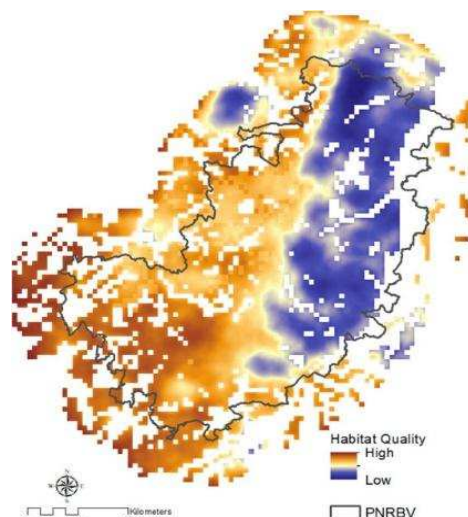


Figure 2: qualité des habitats sur le PNRBV (Tardieu et Tuffery; 2019).

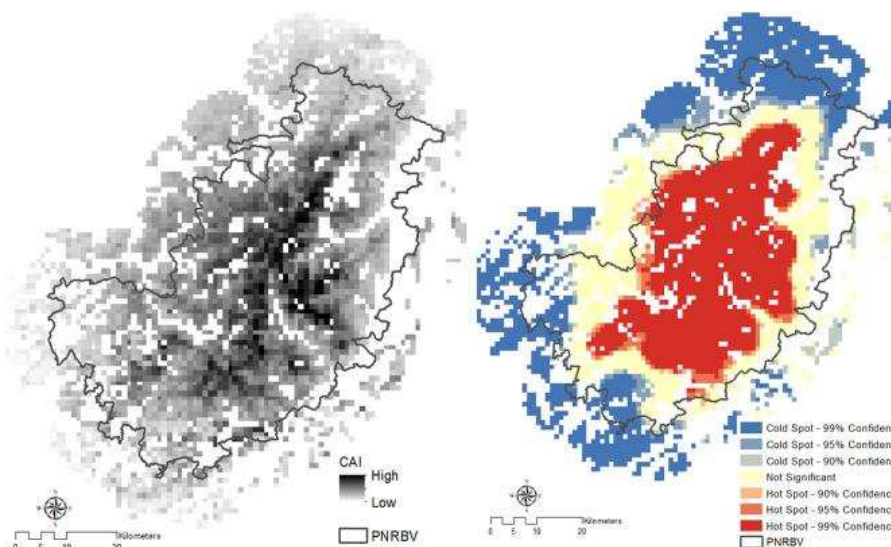


Figure 3: indice agrégé d'attractivité de territoire (gauche) et hotspots d'attractivités (droite), (Tardieu et Tuffery, 2019).

Des démarches d'adaptation pour répondre à ces enjeux

Si les essences résineuses sont mises à mal par les changements climatiques, les essences feuillues locales, comme le hêtre, sont moins affectées. Dans ce contexte, le VR4 d'AFFORBALL prend l'exemple de l'écosystème industriel territorial autour de la forêt et du bois de hêtre dans le pays d'Epinal (Fig. 4). Ce projet démontre **la volonté de dynamiser l'économie locale en réactivant des ressources et des essences forestières délaissées**. Le choix de miser sur la valorisation – très marginale en France – des bois feuillus,

⁶ Travaux pilotés par le Conseil départemental des Vosges en partenariat avec le Département du Haut-Rhin, la Région Grand-Est, l'Etat et l'Europe.

et notamment du hêtre, pour la construction, s'inscrit dans une **volonté de réactivation d'une ressource territoriale latente et de la mobilisation d'un réseau d'acteur autour d'un projet de développement durable et local** (Janin et al., 2015). Fort de cette première expérience, les acteurs locaux sont aujourd'hui engagés dans une réflexion sur l'installation d'une scierie hêtre qui viendrait compléter le cluster déjà en place. Dans le VR4 nous développons la trame narrative autour de ce scénario à partir d'entretiens avec les acteurs locaux. Le scénario qui en découle propose **une scierie de taille semi-industrielle et innovante** produisant 30000m³/an de sciages techniques plébiscités par les maîtres d'ouvrage locaux. Le scénario développé décrit un approvisionnement majoritairement local via une contractualisation annuelle avec l'ONF. Une gestion optimisée de ses connexes lui assure une stabilité financière, elle les valorise principalement avec les entreprises de la Green Valley, par exemple Norske Skog qui récupère ses écorces et la sciure pour produire de l'électricité et récupère ses déchets de sciage pour les valoriser en alimentation animale via le projet Arbiom de bioraffinerie autour du hêtre.



Figure 4: La filière forêt-bois comme outil de développement territorial sur le PETR Pays d'Épinal (Lenglet et Caurla 2020).

Si le développement de la filière hêtre est à l'œuvre, les récentes crises à répétition ont également accéléré la recherche de mesures d'adaptation pour les massifs forestiers dominés par les essences résineuses. Aujourd'hui plusieurs pistes sont envisagées et sont reportées dans l'étude socio-anthropologique du VR3. Il s'agit d'une part **d'augmenter la diversité des essences en forêt**, solution présentée par les gestionnaires comme une solution de « minimisation des risques » et **rendre la sylviculture plus « dynamique »** soit en passant de futaies régulières à des futaies irrégulières, soit en diminuant la densité du couvert forestier, ou encore en réduisant les temps de rotation. Il s'agit d'autre part de **s'adapter par le changement d'essences**, soit par **migration assistée** (projet GIONO, ONF) qui consiste à faire migrer des essences aux limites méridionales de leur niche climatique vers le nord, soit par **implantation d'îlots d'avenir** qui table sur l'implantation de nouvelles essences non locales. Enfin, il s'agit de **repenser le métier de forestier et d'intégrer les changements de temporalité** en rendant les documents de gestion forestière plus flexibles (par exemple avec des temps de retour réduits, de 5 ans au lieu de 20 ans). De telles recommandations commencent aujourd'hui à être transmises à l'ensemble des acteurs forestiers, particulièrement au sein de l'ONF.

Des méthodes pour évaluer les démarches d'adaptation

Kawalec et al. (2019) montrent que la mise en place d'une scierie sur le territoire a **un effet positif sur le bilan carbone de la filière bois**. Il s'agit donc d'une solution jointe d'adaptation et d'atténuation. Au niveau régional, et en cumulé, le gain est de l'ordre de 3 MtCO₂ équivalent en 2050 par rapport à 2012. L'impact sur la récréation, autre objectif stratégique des territoires, est plus ambigu. Une enquête sur la récréation en Lorraine a permis d'identifier que les visiteurs potentiels préfèrent les arbres de grande taille et présentent

une **désutilité marquée vis-à-vis des espaces ouverts résultant d'une coupe à blanc**. Or une exploitation plus intensive de la forêt pour alimenter la scierie pourrait conduire à des coupes à blanc plus fréquentes dans le paysage et une réduction de la taille des arbres. Par ailleurs, les **visiteurs préfèrent les forêts de feuillus aux forêts de résineux**. En conséquence, une modification à long terme des surfaces forestières en faveur du hêtre pourrait conduire à un effet positif sur la valeur récréative des forêts à proximité.

Outre l'éco-construction, plusieurs programmes stimulent la production et la consommation de bois local pour la production de chaleur et d'électricité. A cheval sur le PNRBV, le pays de la Déodatie est par ailleurs lauréat du programme « territoire à énergie positive pour la croissance verte » et s'est à ce titre engagé pour une utilisation de la biomasse bois locale. Le travail réalisé dans la thèse de Thomas Beaussier (VR4) montre que **ces programmes augmentent généralement l'éco-efficience de la filière bois dans les territoires où ils sont mis en place** et pour toutes les catégories d'impact (santé humaine, écosystèmes, ressources). Ceci est **majoritairement le fait des impacts évités liés à la substitution des énergies fossiles par le bois comme source d'énergie** (Beaussier et al., 2020).

2.8 Exploitation des résultats et valorisation

Les résultats ont fait l'objet de quatre articles publiés dans des revues à comité de lecture (Fortin et al., 2019; Beaussier et al., 2019; Lenglet et Caurla, 2020; Tardieu et Tuffery, 2019). Six autres articles sont en cours de publication ou de soumission⁷. Le plan de valorisation scientifique inclut, outre la publication d'articles, la communication dans différentes instances scientifiques (voir liste en section 3.1), la présentation des résultats auprès des acteurs au cours de journées transversales de restitution à Munster⁸ et la publication d'articles de transfert sur le site web du projet⁹. La valorisation opérationnelle imaginée en début de projet a été conservée presque à l'identique. La journée de lancement s'est en réalité déroulée en deux temps. Le 26/04/2016 a eu lieu une première réunion de lancement à l'initiative de Sylvain Caurla pour démarrer les travaux scientifiques (notamment les stages et la thèse de Thomas Beaussier, débutée en octobre 2016) puis les 12 et 13 juin 2017, le lancement « officiel » a été organisé sur le terrain par Max Brucciamachie et Claude Michel afin de faire se rencontrer les chercheurs et les acteurs du projet (PNRBV, scierie Mathieu, ONF, etc). Les comités de pilotage se sont déroulés une fois par an (3 à Nancy et 1 à Munster) et le site internet a été construit en 2018 et constitue, aujourd'hui une vitrine des résultats du projet et de leur application au territoire d'étude. Sylvain Caurla s'est occupé de la construction du site et de la rédaction des articles sur la base des contributions de tous les partenaires. En outre, un compte Twitter a été adossé au projet afin de diffuser plus largement les informations communiquées via le site, ce compte Twitter est géré par Sylvain Caurla. A ce jour, seules les journées transversales de valorisation, initialement prévues en juin 2020, n'ont pas eu lieu et seront reportées à une date ultérieure, probablement mi-octobre 2020.

2.9 Contribution au développement régional et territorial

Initialement, l'enjeu du projet AFFORBALL décrit dans le projet scientifique était de « mieux connaître la filière forêt-bois sur le territoire pour une meilleure valorisation de ses produits, que ce soit en termes économiques, environnemental ou social ». L'objectif était de fournir aux acteurs locaux des livrables sous forme de résultats de simulation, de trames narratives et de cartes présentant les contraintes et les opportunités que suscitent les changements en cours ainsi que les synergies et les arbitrages induits par les démarches d'adaptation déjà à l'œuvre ou à venir. Nous sommes actuellement en train de centraliser ces livrables, disparates, dans l'onglet « valorisation » du site internet. Ils seront en outre présentés aux acteurs sous forme de poster et de communication lors des journées transversales de fin de projet prévues en 2020. Ils servent d'ores et déjà de base de réflexion pour la rédaction de la nouvelle charte du PNRBV.

⁷ Il s'agit des deux derniers articles de la thèse de Thomas Beaussier, l'étude socio-anthropologique dans le VR3 (Schuppe, 2019), l'étude prospective du VR4 (Kawalec et al., 2019), la comparaison du prix plancher et du stockage dans le VR3 et la poursuite du travail sur les déterminants de proximité dans la probabilité de récolte du bois (VR1).

⁸ Ces journées, prévues initialement en juin 2020 seront reportées à une date ultérieure en automne 2020.

⁹ <https://afforball-psdr4.fr/>

Nous pensons que les résultats d’AFFORBALL sont susceptibles d’orienter le développement territorial vers des pratiques plus durables et plus intégrées. Ainsi, le VR2 montre qu’il existe un **arbitrage entre le développement du secteur touristique et la préservation de la biodiversité dans les Hautes-Vosges**. Il existe en effet une corrélation négative entre ces deux enjeux sur cette zone, ce que nous traduisons par l’hypothèse qu’il existe une compétition entre ces deux orientations dans cette partie du territoire, les zones fortement attractives tendant à être plus dégradées. Les efforts de conservation semblent donc insuffisants dans cette zone. Cette corrélation négative n’est en revanche pas observée sur le Plateau des 1000 étangs qui bénéficie d’une qualité d’habitat élevée, laquelle présente une corrélation positive avec l’indice d’attractivité. Autrement dit, sur le plateau des 1000 étangs, les espaces fortement attractifs tendent également à être les plus qualitatifs en terme d’habitat naturel. Dans cette zone, l’objectif affiché de la charte est de préserver la qualité de l’habitat et de limiter le déclin des activités agricoles et industrielles. L’objectif semble donc pertinent ici, même s’il pourrait probablement être **plus ambitieux en développant une politique de loisirs** autour des produits agricoles et en mettant en place un meilleur plan de communication autour de la richesse des habitats naturels de la zone.

Par ailleurs, en croisant ces résultats avec ceux du VR1 portant sur la probabilité de coupes de bois, il apparaît que l’option synergique la moins coûteuse pour la préservation de la biodiversité est de **protéger les forêts en pente de la façade ouest du PNR**, où l’indicateur de qualité des habitats est le plus élevé et où la pente réduit considérablement la possibilité d’exploiter les forêts pour le bois. En effet, le VR1 a montré que, pour une parcelle située dans la PNRBV avec le hêtre comme espèce cible, la probabilité de récolte sur 5 ans passe de 35% à 12.5% lorsque la pente passe de 0% à 60%. Pour une parcelle avec le sapin comme espèce cible, cette probabilité passe de 36.6% à 16.6% pour la même fourchette de pentes. Ce résultat n’est pas surprenant : plus la pente est élevée, plus les opérations forestières sont difficiles. Or, aujourd’hui, **les espaces forestiers protégés et les réserves naturelles sont implantés majoritairement sur les versants Est des Hautes-Vosges et sur le plateau des mille étangs**. Les résultats d’AFFORBALL plaident ainsi pour **une extension occidentale de ces zones de protection**.

Si ces résultats sont des contributions précieuses pour penser le développement de l’amont de la filière forêt-bois, les études menées dans le VR4 fournissent également des outils et des analyses utiles pour explorer les enjeux en aval. En particulier, « la montée en puissance des processus couplés d’écologisation et de territorialisation [...] et leur intégration dans les modèles conventionnels et alternatifs de développement ouvre de nouvelles perspectives opérationnelles mais aussi de nouveaux champs de recherche » (Lenglet et Caurla, 2020). La reconquête du matériau bois à la fois dans les discours politiques et dans les campagnes de promotion nationales permet aux acteurs industriels et territoriaux de légitimer de nombreuses actions locales de développement économique sur une base argumentaire écologique. Levier d’action commode sans aucun doute, cette rhétorique ne doit néanmoins pas occulter **les questions de fond et l’objectivation nécessaire à l’évaluation de ces processus et de leurs conséquences**. C’est pour contribuer à cet objectif que nous avons développé les outils de simulation intégrés dans le VR4 du projet.

Ainsi, la question de la scénarisation est centrale lorsqu’il s’agit de penser les futurs à l’échelle d’un territoire. Les scénarios sont particulièrement importants afin de projeter les conséquences d’un choix, qu’il soit de nature économique, environnemental, politique ou social. Dans le VR4, nous combinons des outils qualitatifs et quantitatifs issus de la recherche appliquée pour l’évaluation prospective de la fourniture des services écosystémiques (SE) forestiers sur une partie du territoire du PNR consécutivement à un choix d’aménagement économique (scierie hêtre) (Kawalec et al., 2019) ou pour le calcul d’un indicateur agrégé d’éco-efficience consécutivement à la mise en place d’une politique de stimulation de la consommation de bois-énergie (Beaussier et al., 2019; 2020). Les résultats de ces travaux sont utiles à plusieurs niveaux pour les acteurs locaux. Premièrement car ils permettent, à travers une approche participative et ascendante, de **collecter et synthétiser les différentes visions du futur des acteurs locaux dans une trame narrative partagée**. Cette trame constitue un outil support de diffusion et de débat. Deuxièmement car ils fournissent, à travers l’utilisation d’outils de simulation, des **indicateurs quantitatifs** qu’il serait impossible de déterminer « sur un coin de table » sans outils numériques adéquats. Ces indicateurs (*e.g.* éco-efficience, émissions de particules, bilan carbone de la filière, évolutions des prix dans le temps, quantité de bois récoltée et spatialisation de la récolte, ...) sont autant **d’éléments utiles à la décision**.

Une propriété essentielle des systèmes de modélisation combinées dans l’étude prospective sur la scierie hêtre ou dans la thèse de Thomas Beaussier est de combiner une représentation intelligible d’un système complexe avec un mode calculatoire rapide. Ces avantages ne doivent pas occulter le fait que **le pouvoir**

des résultats obtenus n'est pas tant dans leur valeur chiffrée que dans leur capacité à révéler les caractéristiques du fonctionnement des systèmes modélisés. En outre, si l'utilisation du résultat du modèle dans un contexte de négociation apporte *a priori* rationalité et objectivité au débat, cela exige néanmoins des modélisateurs une éthique de modélisation et une transparence dans la présentation de leurs outils. Si tel n'est pas le cas, la macro-modélisation peut devenir « un processus de rabetage de la pensée qui, à ce niveau de globalité, débouche sur une sorte d'hypnose objectiviste aux dépens de la pensée critique » (Roqueplo, 1997).

Dans AFFORBALL, nos résultats ont été et continueront à être présentés à des fins de rationalisation et de structuration des discussions, afin de ne pas œuvrer aux *dépens de la pensée critique* mais plutôt d'aiguiser cette dernière. Pour cela, la présentation des hypothèses est une étape centrale lors de la communication des résultats. A ce niveau un avantage considérable de la co-construction des scénarios avec les acteurs comme pratiquée dans l'étude prospective repose dans **les discussions autour de ces hypothèses en amont des simulations.**

2.10 Discussion

Dans le formulaire scientifique de réponse à appel à projet, l'ambition initiale d'AFFORBALL en termes *d'innovation pour les partenaires, les acteurs des territoires et l'aide à la décision publique* était présentée en trois points. Nous proposons d'étudier les démarches d'adaptation dans la filière forêt-bois, (1) en l'associant au territoire sur lequel elle se déploie et s'inscrit, (2) en la pensant dans toute sa verticalité depuis les activités de l'amont et vers celles de l'aval, et (3) en déployant un programme de travail réellement interdisciplinaire. Au terme du projet, nous pensons avoir atteint cet objectif général, même si nos résultats présentent des limites sur lesquelles nous souhaitons revenir ici.

Tout d'abord, **l'échelle territoriale**, si elle au cœur des approches déployées et des outils développés n'en a pas moins été source de questionnements et de discussions. Sans revenir sur le débat autour de la définition d'un territoire, débat qu'AFFORBALL n'a pas la prétention de faire avancer, l'échelle géographique du « territoire » est une échelle complexe à aborder pour certaines disciplines, lesquelles ont pu ressentir un certain inconfort. Ainsi, les outils des sciences forestières sont généralement conçus pour des échelles en lien avec la gestion forestière : placettes forestières, massifs forestiers, sylvo-éco-régions, etc. D'autre part, les modèles intégrés EEIM (environmental-economic integrated models) développés dans le VR4 sont dépendants des données économiques et environnementales pour être calibrés. Données qui, en France, sont généralement disponibles aux échelles administratives des régions ou des départements. Par ailleurs, le coût et le travail que représentent la collecte de données à partir d'enquêtes ou d'entretiens a parfois nécessité de s'appuyer sur des enquêtes préexistantes déployées pour des terrains aux contours géographiques parfois différents des territoires de notre étude (Tardieu et Tuffery, 2019). Malgré ces limites, le projet a réussi à contribuer à construire une base de données territoriale à travers la collecte d'informations dans les documents de gestion et au cours des entretiens avec les acteurs du territoire mais également à travers des méthodes statistiques d'extrapolation à partir de données existantes.

L'étude de la filière bois dans sa verticalité, depuis la gestion des écosystèmes forestiers et jusqu'à la transformation des produits bois a, quant à elle, été « facilité » par les démarches d'adaptation déjà à l'œuvre sur le territoire, qu'elles résultent des bouleversements climatiques récents ou des injonctions à la reterritorialisation des activités et à l'écologisation des pratiques. Les crises récentes ont ainsi obligé les gestionnaires à remettre à plat leurs pratiques et, avec elle, à questionner le devenir de leurs produits (Schuppe, 2019). Par ailleurs, on note une volonté de l'aval de la filière de développer des productions qui mettent à profit les ressources locales, comme le hêtre, et non plus seulement en fonction des impératifs de court terme liés au marché, aujourd'hui largement tiré par les sciages résineux de faible diamètre. Toutefois, une limite de nos résultats tient en ce qu'ils décrivent des pans emblématiques de la filière forêt-bois en amont de la consommation finale des produits, sans inclure le consommateur-citoyen autrement qu'à travers sa consommation d'espaces récréatifs. Afin de pallier cette limite, notre objectif est de poursuivre le travail en incluant une évaluation multicritères multi-acteurs représentative de l'ensemble des acteurs du territoire dans le projet DHDA.

Enfin, le couplage de méthodes et d'outils issus de disciplines diverses était au cœur des études du VR4. Si les perspectives de ces couplages sont importantes et suffisent à nous motiver pour poursuivre ces travaux, nous avons également pu constater à quel point la construction d'outils **réellement interdisciplinaires** est

complexe. Outre les simples incompréhensions liées à l'utilisation de vocables inhérents à une discipline ou à l'autre, les principales difficultés résident dans la définition commune des objets d'étude, des échelles (spatiales et temporelles) et des livrables. Ainsi, si le couplage entre modèle économique et ACV est aujourd'hui effectif pour étudier les filières énergétiques, il reste un travail considérable à effectuer pour l'étendre à d'autres produits, tels que le secteur de la construction, où les substituts du bois pour les produits à forte consommation d'énergie sont nombreux et complexes à modéliser.

2.11 Conclusions

Gemenne, Magnan, et Tubiana (2010) notent que, face à des dérèglements qui sont à la fois ponctuels — avec des événements extrêmes peu prévisibles dont certains ne résultent que des effets de la variabilité climatique— et tendanciels, « mettre en œuvre » l'adaptation reste un univers de flou où la communauté scientifique internationale manque encore de recul et de maturité. L'adaptation doit-elle être un mécanisme de continuité ou passer par des ruptures et certains abandons ? Les territoires forestiers des Vosges du Sud, comme de nombreux territoires en Europe de l'Ouest, ont jusqu'ici misé sur la continuité. Choix logique pour un secteur où le court terme est de quelques années, le moyen terme de 50 ans et le long terme de 100 ans ou plus. Ce rapport au temps a toujours nécessité des acteurs de cette filière d'accepter une part d'incertitude induite : les décisions prises aujourd'hui peuvent ne porter leurs fruits que dans plusieurs dizaines d'années. Aujourd'hui pourtant ce rapport au temps est rattrapé par des événements climatiques dont personne n'avait anticipé l'intensité et la brutalité. La rupture, faute d'avoir été anticipée et voulue, s'impose d'elle-même à travers des dépérissements forestiers majeurs. Les acteurs de la filière cherchent à s'organiser en activant ou réactivant des ressources locales mal ou sous-exploitées, et moins sensibles aux modifications du climat. Les résultats du projet nous conduisent à faire le pari que, loin de sonner le glas de la filière forestière sur le territoire, les ruptures actuellement subies peuvent au contraire marquer le commencement d'une nouvelle ère. Pour cela, le projet propose plusieurs pistes pour aider à la décision depuis la réorganisation des aires d'accueil du public et de protection de la biodiversité, à l'évaluation des impacts directs et indirects économiques et environnementaux de l'utilisation de bois-énergie ou de développements industriels en passant par de nouveaux dispositifs de mesures, de compréhension et de suivi des phénomènes. Avec deux financements obtenus (ADEME et TI), les partenaires d'AFFORBALL auront à cœur de poursuivre ces travaux dans les prochaines années.

2.12 Références

Les références issues du projet sont en gras.

- Alcamo, Joseph. 2008. « Chapter Six The SAS Approach: Combining Qualitative and Quantitative Knowledge in Environmental Scenarios ». In *Developments in Integrated Environmental Assessment*, 2:123-50. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-101X\(08\)00406-7](https://doi.org/10.1016/S1574-101X(08)00406-7).
- Allain, Sandrine, Gaël Plumecocq, et Delphine Leenhardt. 2017. « How Do Multi-Criteria Assessments Address Landscape-Level Problems? A Review of Studies and Practices ». *Ecological Economics* 136 (juin): 282-95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.02.011>.
- Beaussier, Thomas, Sylvain Caurla, Véronique Bellon-Maurel, et Eleonore Loiseau. 2019. « Coupling Economic Models and Environmental Assessment Methods to Support Regional Policies: A Critical Review ». *Journal of Cleaner Production* 216 (avril): 408-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.020>.**
- Beaussier, Thomas, Sylvain Caurla, Véronique Bellon-Maurel, et Eléonore Loiseau. 2020. « Combining partial equilibrium modelling and LCA to assess the regional eco-efficiency of an economic incentive: application to a fuelwood subsidy in France ». <https://afforbball-psdr4.fr/eco-efficience-dune-politique-bois-energie/>.**
- Colwell, R. K., G. Brehm, C. L. Cardelus, A. C. Gilman, et J. T. Longino. 2008. « Global Warming, Elevational Range Shifts, and Lowland Biotic Attrition in the Wet Tropics ». *Science* 322 (5899): 258-61. <https://doi.org/10.1126/science.1162547>.

- Da Cunha, Charlotte, et Jean-Paul Vanderlinden. 2014. « Adaptation aux changements globaux: Quel apport de la transdisciplinarité? » *Revue Française de Socio-Économie* 13 (1): 277. <https://doi.org/10.3917/rfse.013.0277>.
- Engler, Robin, Christophe F. Randin, Wilfried Thuiller, Stefan Dullinger, Niklaus E. Zimmermann, Miguel B. Araújo, Peter B. Pearman, et al. 2011. « 21st Century Climate Change Threatens Mountain Flora Unequally across Europe: CLIMATE CHANGE IMPACTS ON MOUNTAIN FLORAE ». *Global Change Biology* 17 (7): 2330-41. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02393.x>.
- Fort, Monique. 2015. « Impact du changement climatique sur les dynamiques des milieux montagnards: Une introduction ». *Revue de géographie alpine*, n° 103-2 (septembre). <https://doi.org/10.4000/rga.2875>.
- Fortin, Mathieu, Jean-Baptiste Pichancourt, Lara Climaco de Melo, Antoine Colin, et Sylvain Caurla. 2019. « The Effect of Stumpage Prices on Large-Area Forest Growth Forecasts Based on Socio-Ecological Models ». *Forestry: An International Journal of Forest Research* 92 (3): 339-56. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz016>.**
- Gemenne, François, Alexandre Magnan, et Laurence Tubiana. 2010. *Anticiper pour s'adapter: le nouvel enjeu du changement climatique*. Paris: Pearson.
- Godard, Olivier. 2010. « Cette ambiguë adaptation au changement climatique ». *Natures Sciences Sociétés* 18 (3): 287-97.
- Gottfried, Michael, Harald Pauli, Andreas Futschik, Maia Akhalkatsi, Peter Barančok, José Luis Benito Alonso, Gheorghe Coldea, et al. 2012. « Continent-Wide Response of Mountain Vegetation to Climate Change ». *Nature Climate Change* 2 (2): 111-15. <https://doi.org/10.1038/nclimate1329>.
- Hallegatte, Stéphane. 2009. « Strategies to Adapt to an Uncertain Climate Change ». *Global Environmental Change* 19 (2): 240-47. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.12.003>.
- Janin, Claude, Véronique Peyrache-Gadeau, Pierre-Antoine Landel, Loïc Perron, et Dany Lapostolle. 2015. « L'approche par les ressources : pour une vision renouvelée des rapports entre économie et territoire ». In *Partenariats pour le développement territorial*, 149-64. Update Sciences & Technologies. Versailles: Editions Quæ. <https://doi.org/10.3917/quae.torre.2015.01.0149>.
- Kawalec, Loïc, Jens Abildtrup, Antonello Lobianco, Claudio Petucco, Léa Tardieu, et Sylvain Caurla. 2019. « Combiner approches qualitatives et quantitatives pour la scénarisation prospective ». Rapport de fin de mission. <https://afforball-psdr4.fr/scenariser-les-futurs/>.**
- Lagadeuc, Yvan, et Robert Chenorkian. 2009. « Les systèmes socio-écologiques : vers une approche spatiale et temporelle ». *Natures Sciences Sociétés* 17 (2): 194-96.
- Lenglet, Jonathan, et Sylvain Caurla. 2020. « Territorialisation et écologisation dans la filière forêt-bois française : une rencontre fortuite ? » *Développement durable et territoires*, n° Vol. 11, n°1 (avril). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.16645>.**
- Noury, Simon. 2019. « Etude de l'impact de travaux mécanisés en forêt sur la mobilisation et le transport de matières par ruissellement ». Rapport de stage, BTSA Gestion Forestière. <https://afforball-psdr4.fr/impacts-travaux-mecanises-erosion/>.**
- Perret, Tristan. 2018. « Diagnostic de la gestion durable des forêts publiques du PNRBV et recueil de données pour AFFORBALL ». Rapport de stage, ingénieur AgroParisTech. <https://afforball-psdr4.fr/evaluer-le-volume-potentiel-realisable-sur-le-territoire/>.**
- Roqueplo, Philippe. 1997. *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*. Sciences en questions. Versailles: Editions Quæ. <https://www.cairn.info/entre-savoir-et-decision-l-expertise-scientifique--9782738007131.htm>.
- Sauer, Jan, Sami Domisch, Carsten Nowak, et Peter Haase. 2011. « Low Mountain Ranges: Summit Traps for Montane Freshwater Species under Climate Change ». *Biodiversity and Conservation* 20 (13): 3133-46. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0140-y>.
- Schuppe, Pauline. 2019. « Perception du changement climatique chez les gestionnaires forestiers du Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges ». Rapport de stage, Museum National d'Histoire Naturelle Master Évolution, Patrimoine Naturel et Sociétés. <https://afforball-psdr4.fr/etudier-la-perception-des-risques-chez-les-proprietaires-forestiers/>.**
- Tardieu, Léa, et Laëtitia Tuffery. 2019. « From Supply to Demand Factors: What Are the Determinants of Attractiveness for Outdoor Recreation? » *Ecological Economics* 161 (juillet): 163-75. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.03.022>.**

3. Impact du projet au 1^{er} semestre 2020

3.1 Valorisation scientifique du début du projet au 1er semestre 2020

3.1.1 Actions de valorisation scientifique

Publications et communications

Diffusion	Type de publication	Total	Dont publications interdisciplinaires
International	Revue à comité de lecture	3	2
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)	4	2
France	Revue à comité de lecture	1	1
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)	6	3

Organisation de manifestations scientifiques

	Type de manifestation	Total	Dont interdisciplinaires
Animation scientifique	Conférence internationale		
	Colloque national ou interrégional		
	Colloque régional	1 (prévu juin reporté octobre)	1
	Séminaire de recherche		

3.1.2 Liste des publications et communications

Revue à comité de lecture internationales

- Tardieu L, Tuffery L (2019), From supply to demand factors: what are the determinants of attractiveness for outdoor recreation? *Ecological Economics* 161, 163-175.
- Fortin, M., Pichancourt, J-B., Melo, L., Colin, A., Caurla, S. (2019) The effect of stumpage prices on large-area forest growth forecasts based on socio-ecological models, *Forestry*, 92: 339-356.
- Beaussier, T., Caurla, S., Bellon-Maurel, V., Loiseau, E. (2019) Coupling economic models and environmental assessment methods to support regional policies: A critical review, *Journal of Cleaner Production*, 216: 408-421.

Revue à comité de lecture nationales

- Lenglet, J., Caurla, S. (2020) Territorialisation et écologisation dans la filière forêt-bois française : une rencontre fortuite ?, *Développement durable et territoires* 11(1) DOI: [10.4000/developpementdurable.16645](https://doi.org/10.4000/developpementdurable.16645)

Conférences internationales (les présentateurs sont soulignés)

- Beaussier, T., Ceccaldi, M., Lenglet, J., Roux, P., Lobianco, P., Bellon-Maurel, V., Delacote, P., Caurla, S., Loiseau, E. (2018) How to combine economic modelling and LCA to assess the

performance of subnational policies : first results from a case study comparing IO-LCA and Process-LCA, *SETAC Conference 2018, Rome* : <https://www.setac.org/>

- Tardieu, L., Tuffery, L., (2018) Preserving natural habitat quality and/or recreational attractiveness? Spatial tools for management planning:
 - *World Congress of Environmental and Resource Economists, Goteborg, juin-juillet 2018*
 - *ESP, San Sebastian, octobre 2018*
- Beaussier, T., Caurla, S., Bellon-Maurel, V., Delacote, P., Loiseau, E. (2020), "Combining partial equilibrium modelling and LCA to assess the regional eco-efficiency of a wood energy incentive ", 25th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, June 25-27, 2020, Berlin

Conférences nationales (les présentateurs sont soulignés)

- Abildtrup, J., Horokoski, T. T., Piedallu, C., Perez, V., Stenger-Letheux, A., Thirion, E. Modélisation et cartographie des services écosystémiques rendus par les forêts en Lorraine : services récréatifs et protection d'eau. *Approches territorialisées des usages de la forêt*, séminaire Ecofor, Paris 12 Janvier 2017
- Beaussier, T., Caurla, S., Bellon-Maurel, V., Loiseau, E. Coupling economic models and environmental assessment methods to support regional policies:
 - *Journées économie INRA-IRSTEA Novembre 2018*
 - *Workshop 'Facts in Environmental and Energy Economics', 19-20 Oct. 2018, CIRED (Paris).*
- Tardieu, L., Tuffery, L. Preserving natural habitat quality and/or recreational attractiveness? Spatial tools for management planning:
 - *Séminaire LEO (Laboratoire d'Economie d'Orléans), avril 2018 (invité)*
 - *Congrès de la FAERE (French Association of Environmental and Resource Economics), août 2018*
 - *Séminaire interne CIRED, octobre 2018*

3.2 Valorisation opérationnelle du début du projet au 1^{er} semestre 2020

3.2.1 Actions de valorisation opérationnelle

	Nombre et années	Partenaires impliqués	Cible	Format	Porteur
Journées thématiques et ateliers	2 (2017-2020)	Tous	Partenaires du projet et acteurs du territoire	Journée de démarrage et journées de restitution	Claude Michel
Guides méthodologiques, fiches méthode et cas d'étude					
Supports audiovisuels	1 (2018-2020)	Tous	Tous	Site internet	Sylvain Caurla
Supports interactifs (jeux sérieux...)					
Cours et modules de formation	2 (2018)	BETA et SILVA	Etudiants M2 et personnels du MAAF	Cours (4h)	Jonathan Lenglet et Sylvain Caurla
Outils numériques (logiciels, simulateurs...)	1 (2016-2020)	BETA et ITAP	Recherche et expertise	Simulateur	Thomas Beaussier

Ouvrages techniques et de vulgarisation					
Séries (focus, 4 pages...)					
Mobilisation de résultats pour l'expertise territoriale (diagnostics, prospectives...)	1 (2019-2020)	BETA, SILVA, PNRBV	Acteurs du territoires	Prospective territoriale	Sylvain Caurla
Mobilisation de résultats pour les politiques publiques (évaluation...)	1 (2016-2020)	BETA et ITAP	Recherche et acteurs	Résultats de la thèse de T. Beaussier	Thomas Beaussier
Autres (préciser)					

3.2.2 Liste des éléments de valorisation

Valorisation programmée

- VV1 : Journées de lancement (12 et 13 juin 2017) à Munster
- VV2 : Comité de pilotage du projet : 4 (2016, 2017, 2018, 2019)
- VV3 : Journées transversales de restitution reportées à l'automne 2020
- VV4 : Site internet (<https://afforball-psdr4.fr/>)

Autres actions de valorisation

- Michel, C. Cartographie des services écosystémiques dans le PNR BV : résultats du projet AFFORBALL. *Journées des communes forestières du 90. (invité)*
- Michel, C. Présentation du projet AFFORBALL, *Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France, 1^{er} octobre 2019 (invité)*
- Schuppe, P., Blondet, M. Perception du changement climatique et prise en compte par les gestionnaires, *journée de remise des sylvotrophées, La Bresse, 28 janvier 2020 (invitée)*
- Caurla, S. La substitution carbone par le bois-énergie comme mesure d'atténuation : fronts de sciences et questions en suspens. *Matinée de la transition énergétique dans le pôle métropolitain Nord Franche-Comté 2019-3, Belfort 07/11/19 (invité)*
- Caurla, S. La substitution carbone par les produits bois : fronts de sciences et questions en suspens. *8e journées scientifiques du GDR Sciences du Bois, Épinal 20/11/2019 (invité)*
- Beaussier, T., Caurla, S., Bellon-Maurel, V., Loiseau, E. Combining partial equilibrium modelling and LCA to assess the regional eco-efficiency of an economic incentive, *Atelier du projet SIM4Nexus 15 Novembre 2019, Kehl, Allemagne (invité)*.
- Beaussier, T., Caurla, S., Bellon-Maurel, V., Loiseau, E. Combining partial equilibrium modelling and LCA to assess the regional eco-efficiency of an economic incentive, *European , Allemagne (invité)*.

Module de cours

- Caurla, S., Beaussier, T., Lenglet, J. Formation AgroParisTech Executive : La recherche en économie au service de la bioéconomie des filières forestières sur les territoires. Novembre 2018
- Beaussier, T. : Introduction à la Bioéconomie : Analyse de Cycle de Vie et Méthodes d'Evaluation Environnementale. Master AETPF. Université de Lorraine, AgroParisTech.

Outils numériques (logiciels, simulateurs...)

- Couplage entre FFSM (<https://ffsm-project.org/wiki/en/home>) et Analyse de Cycle de Vie : La dimension théorique du couplage a fait l'objet d'une publication (Beaussier et al., 2020). En pratique, l'outil est constitué d'un ensemble de scripts Julia et R mobilisant des sorties du modèles FFSM et des données des bases Ecoinvent.

Mobilisation de résultats pour l'expertise territoriale (diagnostics, prospectives...)

- Etude prospective dans VR4 : Réalisation d'une étude prospective analysant des scénarios de développement de la filière bois dans le Grand Est en mobilisant le couplage FFSM-ACV.

3.3 Réflexion sur l'état des pratiques de la recherche en partenariat

Comment qualifier les coopérations avec les partenaires non académiques du projet ? Quelles ont été les formes et les moments clés de leur implication ?

La coopération avec les partenaires non-académiques a été fructueuse mais n'a pas toujours été aisée : leur temps disponible était limité et ce d'autant plus dans le contexte de crises traversé en 2018-2019. Par ailleurs, la temporalité de la recherche n'est pas toujours compatible avec leurs attentes et les enjeux qu'ils ont à traiter. La durée nécessaire pour aborder un nouveau sujet avec de nouvelles méthodes n'a pas toujours été bien comprise.

Quelles implications de la recherche en partenariat sur les pratiques de recherche ? Sur les résultats de la recherche ?

Certains partenaires du projet avaient déjà l'habitude de la recherche partenariale (géographie et anthropologie sociale) et l'impact pour ces disciplines est probablement assez limité. En revanche, l'impact est important pour des disciplines ayant recours à la modélisation et à la simulation. Par exemple, très concrètement, le projet a incité Sylvain Caurla à se former sur d'autres pratiques de recherche (formation à l'évaluation multicritère interne à INRAE en 2018).

Quelle valeur ajoutée de l'implication dans votre projet PSDR pour les acteurs non académiques ?

Outre les résultats du projet qui, nous l'espérons, seront utiles aux acteurs, la valeur ajoutée principale est l'accès à un réseau de recherche thématique et interdisciplinaire, réseau que le projet a rendu plus facile à activer. Ainsi, Sylvain Caurla a été sollicité par le PNRBV et l'ONF pour le suivi d'un stagiaire ingénieur sur la valorisation du sapin.

Quelle valeur ajoutée de la démarche PSDR par rapport aux autres projets de recherche menés sur cette thématique ?

La valeur ajoutée principale est le contact très fréquent et très rapproché avec une pluralité d'acteurs. D'autres projets se font en partenariat avec des acteurs mais rarement plus de 2 acteurs.

3.4 Bilan des contributions individuelles aux projets de recherche

3.4.1 Contributions des personnels des organismes de recherche et partenaires

Les partenaires acteurs sont identifiés en vert

Nom	Prénom	Titre ou grade	Discipline	Unité	Etablissement	Temps total consacré au projet (nb de mois ETP)	Temps effectif consacré par VR (nb de mois ETP)			
							VR1	VR2	VR3	VR4
Caurla	Sylvain	IR	Economie	BETA	INRAE	15	2			8
Michel	Claude	Ingénieur	Sc. forestières		PNRBV	1.5	1	0.5		
Brucciamachie	Max	IAE	Aménagement forestier	BETA	AgroParisTech	1	1			
Fortin	Mathieu	IR	Ecologie	SILVA	AgroParisTech	4	4			
Melo	Lara	Doctorante	Ecologie	SILVA	AgroParisTech	4	4			
Charlet	Antoine	stagiaire	Sciences Forestières		PNRBV	6	6			
Perret	Tristan	stagiaire	Sciences Forestières		PNRBV	6	6			
Salzet	Guillaume	Ingénieur Forestier	Modélisation statistique		PNRBV	3	3			
Abildtrup	Jens	CR	Economie	BETA	INRAE	4		4		
Tardieu	Léa	Post-doc	Economie	BETA	INRAE	6		6		
Tuffery	Laetitia	Post-doc	Economie	BETA	INRAE	6		6		
Garcia	Serge	DR	Economie	BETA	INRAE	6		6		
Fiquepron	Julien	Ingénieur			CNPF	1.5		1.5		
Brunette	Marielle	CR	Economie	BETA	INRAE	2			2	
Blondet	Marieke	IR	Anthropologie	SILVA	AgroParisTech	3			3	
Schuppe	Pauline	stagiaire	Anthropologie	SILVA	AgroParisTech	6			6	
Jacob	Julien	MCF	Economie	BETA	Univ. Lorraine	2			2	
Leblois	Antoine	CR	Economie	BETA	INRAE	2			2	
Beaussier	Thomas	Doctorant	Economie/Sc. De l'environnement	BETA	INRAE	36				36
Loiseau	Eléonore	IPEF	Sc. De l'environnement	ITAP	INRAE	9				12
Lobianco	Antonello	IR	Economie	BETA	AgroParisTech	4				4
Petucco	Claudio	CR	Modélisation		LISC (Luxembourg)	3				3
Kawalec	Loïc	IE	Géographie	BETA	INRAE	4				4
Lenglet	Jonathan	IPEF	Géographie	SILVA	AgroParisTech	2				2
Helot	Guillaume	stagiaire	Foresterie	BETA	AgroParisTech	6				6
Ceccaldi	Mathilde	stagiaire	Sc. De l'environnement	ITAP	INRAE	6				6

3.4.2 Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)

Identification	Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet				Après le projet				
	Nom et prénom	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. Antérieure, y compris post-docs (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Durée missions (mois) (3)	Date de fin de mission sur le projet	Devenir professionnel (4)	Type d'employeur (5)	Type d'emploi (6)	Lien au projet PSDR (7)
Beaussier Thomas	M2	France	0,5	BETA (INRAE)	Doctorant	36	08/10/2020	Post-doctorant	Université	Chercheur	Non	Oui
Kawalec Loïc	M2	France	-	BETA (INRAE)	IE	4	30/04/2019	Saisonnier agricole	Entreprises agricoles	Ouvrier	Non	Non
Salzet Guillaume	M2	France	-	PNRBV	IE	3	30/04/2020	Doctorant	EPIC	Chercheur	Oui	Oui