



**HAL**  
open science

**La durabilité du système forêt-énergie de Grenoble  
Alpes Métropole : de la plaquette forestière aux  
itinéraires sylvicoles, une approche par les biens  
communs**

Christine Oriol

► **To cite this version:**

Christine Oriol. La durabilité du système forêt-énergie de Grenoble Alpes Métropole : de la plaquette forestière aux itinéraires sylvicoles, une approche par les biens communs. Géographie. 2020. dumas-04281916

**HAL Id: dumas-04281916**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04281916>**

Submitted on 13 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Master 2

*Domaine : Sciences Humaines et Sociales*

Mention : Géographie, Aménagement, Environnement, Développement

Parcours GEOSPHERES :

GEOgraphies-eSPaces-Homme/Environnement-Ressources- Systèmes

En réseau

## La durabilité du système forêt-énergie de Grenoble Alpes Métropole

*De la plaquette forestière aux itinéraires sylvicoles  
Une approche par les biens communs*

Réalisé à Grenoble Alpes Métropole

**ORIOU Christine**

M2 GEOSPHERES

2019-2020



Mémoire soutenu le 10 septembre 2020

Devant un jury composé de :

Tuteur pédagogique : **Monsieur Franck Giazzi** (Maître de Conférences, Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine)

Examineur : **Monsieur Jean-Matthieu Monnet** (Ingénieur de recherche, INRAE)

Maître de stage : **Monsieur Gildas Bouffaud** (Chargé de mission Réseaux de Chaleur, Grenoble Alpes Métropole)

Etablissements  
partenaires

Photo de couverture : Christine Oriol, châtaignier en attente de broyage, Pizançon (26), juin 2020

## Notice bibliographique

**Auteur:** Christine Oriol

**Titre du mémoire:** La durabilité du système forêt-énergie de Grenoble Alpes Métropole  
*De la plaquette forestière aux itinéraires sylvicoles ; Une approche par les biens communs*

**Date de soutenance :** 10/09/2020

**Organisme d'affiliation:** Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine de l'Université Grenoble Alpes

**Organisme dans lequel le stage a été effectué:** Grenoble Alpes Métropole, La Tronche

**Directeur du mémoire:** Franck Giazzi

**Collation:** Nombre de pages : 104 / Nombre d'annexes : 14 /

**Nombre de références bibliographiques:** 40

**Mots-clés:** bois énergie, socio-éco-système, transition énergétique, carbone, ressources naturelles, gouvernance, sol forestier, durabilité, nouvelle économie institutionnelle, Auvergne Rhône Alpes

**Keywords:** wood biomass, socio-eco-system, energy transition, carbon, natural resources, governance, forest soil, sustainability, new institutional economy, Auvergne Rhône Alpes

### Résumé

Dans l'anthropocène, la forêt est prise dans un double enjeu contradictoire de fournir des services écosystémiques (dont la séquestration de carbone) et des produits bois pour la production de chaleur et d'électricité. Des recommandations ont été émises par la sphère scientifique pour concilier ces deux orientations et différentes méthodes ont été posées pour évaluer la durabilité de ces pratiques de gestion forestière. Le cas du système forêt-énergie de Grenoble Alpes Métropole est étudié par le cadre d'analyse du socio-écosystème (SES), issu de la nouvelle économie institutionnelle d'Ostrom. Les grandes variables du SES se révèlent pertinentes pour l'analyse du cas considéré. L'approvisionnement de GAM en plaquettes forestières s'appuie en partie sur l'exploitation en coupe rase de taillis de châtaignier sur des propriétés privées en non-gestion. L'évaluation de la ressource en bois et du prélèvement en bois-énergie n'est pas faite finement au niveau des massifs forestiers concernés, avec peu de coordination entre territoires sources et territoires consommateurs. Les impacts (sur le sol, paysager) sont connus, mais avec peu de pratiques d'atténuation. L'évaluation de la durabilité du SES est notée comme faible, mais l'analyse a mis en évidence les éléments permettant d'aller vers une durabilité forte.

## **Abstract**

In the anthropocene, the forest is pulled in two opposite directions: to provide ecosystem services of which carbon storage and to supply wood products to produce heat and electricity. Recommendations have been produced by the scientific sphere to reconcile both goals and various methods have been proposed to assess the sustainability of forest management practices. The case of the forest-energy system of Grenoble Alpes Métropole (GAM) is studied under the socio-eco-system analysis framework, proposed by the new institutional economy of Ostrom. The supply of GAM in wood chips relies partly on the clear-cut harvesting of chestnut short rotation coppice on private property with little management. The evaluation of wood resource and of wood biomass harvesting is not made at the local level of the concerned forests, with little coordination between supply territories and consumer territories. The impacts (on the soil, landscape) are known, but with little mitigation practices. The evaluation of the sustainability of the SES is ranked as weak, but its analysis provided elements for moving towards strong sustainability.

## Remerciements

Je remercie l'ensemble de l'équipe de la Direction de la Transition Energétique, qui m'a gentiment accueillie et accompagnée pendant la période du confinement et plus particulièrement mon maître de stage, Gildas Bouffaud, pour sa disponibilité et capacité à dénouer les situations et la directrice de la DTE, Hélène Poimboeuf, pour sa confiance.

Je souhaite remercier l'ensemble des personnes qui ont pris part aux enquêtes pour leur patience et disponibilité, notamment Yves-Marie Gardette pour un entretien clé.

Je remercie Franck Giazzi pour son encadrement dans l'écriture de ce mémoire, ainsi que Jean-Matthieu Monnet pour sa participation au jury de la soutenance orale.

Au-delà de ce travail universitaire, je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique du Master 2 Géosphères pour leur disponibilité, bienveillance et volonté de transmission, ainsi que les étudiant(e)s des masters Géoïdes et Géosphères pour les échanges fructueux au cours de l'année.

Je remercie Marjolaine Boitard et Marion Tillous pour les discussions et leur partage de connaissances, Florian pour son patient soutien.

## Sommaire

Avant-propos.....	11
Introduction.....	12
1. Chapitre 1 : Présentation du terrain d'étude du système forêt-énergie de GAM .....	16
2. Chapitre 2 : Etat de l'art .....	24
3. Chapitre 3 : L'approche méthodologique par le socio-éco-système .....	32
4. Chapitre 4 : Résultats de l'analyse du socio-éco-système Forêt-Energie de GAM .....	37
5. Chapitre 5 : Critique et ouverture .....	58
6. Chapitre 6 : Conclusion.....	59
7. Chapitre 7 : Bibliographie et webographie .....	61
Table des figures.....	66
Table des tableaux.....	66
Table des matières .....	67
Table des Annexes.....	70
Résumé.....	104
Abstract .....	104

## Liste des sigles et des abréviations

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AGEDEN	Association pour une Gestion Durable de l'Énergie
ALEC	Agence Locale de l'Énergie et du Climat
ASLGF	Association Syndicale Libre de Gestion Forestière
AURA	Auvergne-Rhône-Alpes
CCIAG	Compagnie de Chauffage Intercommunale de l'Agglomération de Grenoble
COP	Conférence des Parties
CRE	Commission de Régulation de l'Énergie
CRPF	Centre Régional de la Propriété Forestière
CSBE	Comité Stratégique Bois Energie
DDT	Direction Départementale des Territoires
DRAAF	Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture, et de la Forêt
DREAL	Direction Régionale Environnement, Aménagement, Logement
DSP	Délégation de Service Public
DTE	Direction de la Transition Energétique
ENR	Energie Renouvelable
ETF	Entreprises de Travaux Forestiers
FCBA	Forêt, Cellulose, Bois et Ameublement
FNCOFOR	Fédération Nationale des Communes Forestières
GAM	Grenoble Alpes Métropole
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
Ha	Hectare
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGN FI	Institut National de l'Information Géographique et Forestière
INRAE	Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement
MWh	MégaWattheure
ONF	Office National de la Forêt

PAECT Plan Air Energie Climat Territorial

PEFC Programme de Reconnaissance des Certifications Forestières

PNR Parc Naturel Régional

PPE Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

PSG Plan Simple de Gestion

RCP de l'anglais Representative Concentration Profile « Profils Représentatifs d'évolution de Concentration »

SDE Schéma Directeur Energie

SES Socio-Eco-Système

SIG Système d'Information Géographique

SRMB Stratégie Régionale de Mobilisation de la Biomasse

Ppm partie par million

PRFB Programme Régional Forêt-Bois

TWh TéraWattheure

## Avant-propos

Le mémoire de recherche s'inscrit dans un travail réalisé lors du stage de Master 2 de 5 mois (mars-juillet 2020) qui s'est déroulé au service de la Direction de la Transition Energétique de Grenoble Alpes Métropole (GAM).

Ce service récent a été créé lorsque la Communauté d'Agglomération Grenoble-Alpes Métropole a été transformée au 1er janvier 2015 en métropole, ce qui lui a conféré la compétence « énergétique » pour l'ensemble du territoire, composé de 49 communes.

Les missions de la Direction de la Transition Energétique (DTE) s'articulent autour de deux axes principaux (1) l'efficacité et la sobriété énergétique et (2) l'approvisionnement énergétique du territoire. Le premier axe a pour objectif de diminuer les consommations énergétiques de l'administration de GAM et du territoire. Le deuxième axe a pour objectif de contrôler le service public de distribution d'électricité et de gaz, d'assurer le développement des réseaux de chaleur et le service de fourniture de la chaleur et de définir la part de chaque énergie dans l'approvisionnement énergétique du territoire.

Le stage proposé par la DTE se composait de deux parties: une première partie concernait l'étude de données énergétiques par l'outil SIG, la deuxième partie s'intéressait à la filière bois-énergie autour d'une question principale : la durabilité de la filière bois énergie approvisionnant les chaufferies bois présentes sur le territoire. En effet, le Schéma Directeur Energie (SDE) a posé le bois comme source principale d'énergie parmi les énergies renouvelables. Cette intensification de l'utilisation de la ressource en bois a fait remonter à GAM des inquiétudes sur les territoires forestiers liés à une gestion intensive sur les forêts les plus faciles à exploiter (coupes à blanc), des difficultés à faire vivre la filière par manque de main d'œuvre qualifiée, des inquiétudes sur une augmentation du prix de la ressource en raison de la forte demande, des difficultés d'approvisionnement pour les petites chaufferies.

Dans ce cadre, il a été demandé d'effectuer un travail d'enquêtes le long de la filière d'approvisionnement pour alimenter une journée d'échanges avec les acteurs de la filière après le lancement de la centrale de co-génération BIOMAX. Il est apparu opportun d'ajouter à ce travail d'identification des points de blocage dans la filière un lot de questions portant sur le fonctionnement du socio-éco-système.

Ce travail a fait l'objet, en fin de stage, d'une note de synthèse et d'une présentation PowerPoint récapitulant les conclusions des enquêtes menées et proposant des solutions concrètes à mettre en œuvre, présentées à la CCIAG (qui exploite le réseau de chaleur de GAM) et aux services concernés de GAM (Forêt, Coopération Territoriale, Air Climat, Déchet, DTE).

**Il a été choisi, pour ce mémoire de recherche, de travailler sur la question de la gouvernance et de la gestion de la ressource forestière alimentant les réseaux de chaleur de GAM et les chaufferies collectives présentes sur son territoire.** Ce mémoire vient présenter l'étude du système forêt-énergie qui alimente le territoire de GAM et interroge sa durabilité au regard des critères proposés par la nouvelle économie institutionnelle.

## Introduction

### **Articuler les relations entre développement du bois énergie et gestion forestière : quels effets de la transition énergétique sur la gestion forestière ?**

Le mémoire de recherche se situe au carrefour de deux champs : celui de la transition énergétique et de la gestion forestière. Il se propose d'étudier de quelle manière des décisions prises en terme de transition énergétique, notamment concernant la ressource en bois, se déclinent en terme de gestion forestière. Le travail mené permet de mettre en lumière les liens effectifs entre gestion forestière et usage énergétique de ses produits et met en évidence les implications de choix énergétique au niveau territorial sur les territoires forestiers.

En effet, la transition énergétique est devenue une nécessité face aux enjeux du changement climatique et à la finitude des stocks d'énergie fossile.

Depuis que le lien entre l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et le réchauffement climatique a été fait par les chercheurs et paléo-climatologues (Jouzel, Lorius et autres), il est connu que l'augmentation des émissions de gaz à effet serre (naturels : vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et industriels : hydrocarbures halogénés) d'origine anthropique ont un impact sur le climat. La déforestation, et le changement d'usage des sols, provoque aussi un relargage du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

On est ainsi passé de 280 parties par million (ppm) de CO<sub>2</sub> avant le début de la révolution industrielle à 407 ppm en 2018 (National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA, climate.gov).

Ce changement de concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère provoque, en modifiant le forçage radiatif, une augmentation de la température ainsi que d'autres phénomènes : acidification et élévation du niveau des océans, perte de biodiversité..., qui peuvent se conjuguer en des boucles de rétroaction.

L'utilisation massive des énergies fossiles est à l'origine de ces changements de concentration des GES. Ainsi, en 2018, le monde a consommé 4662.1 millions de tonnes de pétrole, le pétrole constituant plus de 30% des énergies primaires utilisées et la première source d'énergie<sup>1</sup>.

Or les mécanismes qui ont permis la constitution des réserves d'énergie fossile sont des processus extrêmement lents au regard de la rapidité de consommation des sociétés humaines. « En rapportant la durée de formation géologique des ressources fossiles à une année, la durée qui nous sépare aujourd'hui du début de l'ère industrielle est de l'ordre de la minute »<sup>2</sup>. Les systèmes énergétiques actuels fonctionnent donc sur ces stocks finis.

Depuis 1990, les scénarios du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) ont projeté les évolutions du climat dans un futur proche.

Le cinquième rapport d'évaluation du GIEC, en 2014, présente quatre scénarios différents, à partir d'hypothèses de « Profils Représentatifs d'évolution de Concentration" (RCP en anglais).

---

<sup>1</sup> p 9 et 11, BP Statistical Review of World Energy 2019

<sup>2</sup> MOOC Transitions Énergétiques, Ecole des Mines de Saint Etienne, 2019

Les scénarios permettent d'accoler une hypothèse d'un forçage radiatif donné à une estimation de l'augmentation de température : le RCP 2,6 (stabilisation faible des émissions) prévoit une augmentation de +1°C de la température pour 2100, les RCP 4,5 et RCP 6 (stabilisation moyenne des émissions) une augmentation de +2°C et un RCP 8,5 (augmentation forte des émissions) amène à une augmentation de 4,5°C pour 2100 (MOOC Transitions Energétiques).

Le dernier rapport (GIEC, 2018) montre qu'une augmentation planétaire de la température à 1,5°C (attendue de manière probable d'ici 10 à 30 ans si le rythme actuel est conservé) aura des conséquences majeures sur l'humanité et appelle à limiter le réchauffement à la limite théorique de 1,5° C. L'accord de Paris, négocié lors de la COP (Conférence des Parties) 21 en 2015 à Paris, prévoit de limiter l'augmentation de la température à 2° voire d'aller vers l'objectif de 1,5°C.

Les enjeux liés au changement climatique, principalement les modifications profondes de notre environnement physique, et à la non-durabilité de la consommation d'énergies fossiles amènent à la nécessité de la transition énergétique. Pour bien cerner le terme de transition énergétique, la définition suivante est utilisée : la transition énergétique désigne le passage d'un système reposant sur des énergies de stock (pétrole, charbon, gaz, uranium) très centralisées à un système reposant sur des énergies de flux (éolien, solaire, biomasse...) décentralisées, auquel s'ajoutent des actions en termes de sobriété et d'efficacité énergétiques<sup>3</sup>.

Ceci se traduit au niveau national dans la **Programmation Pluriannuelle de l'Energie** (2019-2023 et 2024-2028)<sup>4</sup>. Le document indique qu'il faudrait passer de 84 TéraWatheure (TWh soit 10<sup>12</sup>Wh) produits par la biomasse forestière à 106 TWh en 2023 et 120 TWh en 2028. Le but étant là aussi de décarboner les sources d'énergie, la biomasse forestière devient la principale source d'énergie renouvelable (ENR) vers laquelle se tourner. Cette ambition est présente dans la **Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse**<sup>5</sup>, dont les estimations de mobilisation se fondent sur une étude IGN-FCBA-ADEME de 2015<sup>6</sup>. Le **Programme National Forêt Bois 2016-2026**<sup>7</sup> présente donc un objectif de mobilisation de 12 millions de m<sup>3</sup> de plus d'ici 2026. Ces documents sont traduits au niveau régional : Stratégie Régionale de Mobilisation de la Biomasse (SRMB) ainsi que dans les Programmes Régionaux de la Forêt et du Bois (PRFB).

Ces orientations énergétiques complexifient une gestion forestière déjà écartelée entre les multiples fonctions que la forêt doit assumer (protection, loisirs, biodiversité, services écosystémiques...).

---

<sup>3</sup> <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/transition-energetique>, (Mérenne-Schoumaker, 2019).

<sup>4</sup> <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20%27e%CC%81nergie.pdf>

<sup>5</sup> <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Strat%C3%A9gie%20Nationale%20de%20Mobilisation%20de%20la%20Biomasse.pdf>

<sup>6</sup> <https://www.ademe.fr/disponibilites-forestieres-lenergie-materiaux-a-lhorizon-2035>

<sup>7</sup> <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/83848?token=c6d1a8cc44e2736b2f5738570609b1c5#:~:text=Le%20programme%20national%20de%20la,le%20contrat%20strat%C3%A9gique%20de%20fil%C3%A8re.>

Le travail de recherche se positionne de manière générale dans les sciences de la durabilité et dans le champ de la géographie de l'énergie. Il interroge plus précisément la question de la gestion durable d'une ressource naturelle, la forêt, à laquelle on a attribué à nouveau un rôle de source d'énergie, comme avant le XIXe siècle. « Une forêt dite industrielle a effectivement émergé entre les XVIe et XVIIIe siècles, consacrée à la production de matière première énergétique, via des formations de taillis bien réglées » (Tabourdeau, 2014, p.2).

**La problématique de la recherche est la suivante : en quoi l'analyse du socio-écosystème forêt-énergie de GAM peut-elle amener des éléments à une gestion durable de la ressource forestière?**

La méthode d'analyse par le socio-éco-système (SES) (encore appelé système socio-écologique) issue de la nouvelle économie institutionnelle (Elinor Ostrom) est choisie pour étudier le système forêt-énergie de GAM. L'approche d'Elinor Ostrom cherche par une analyse fine et interdisciplinaire d'un système local à apporter des solutions pertinentes à des questions complexes de gouvernance d'une ressource naturelle commune.

Il est choisi de parler de système « forêt-énergie » car l'étude s'intéresse précisément à dépasser le cadre habituel de la filière « bois-énergie » qui ne remonte pas explicitement aux modes de gestion forestière. Cela délimite aussi d'autant plus le sujet que cela exclut les combustibles du bois énergie n'étant pas directement issu de bois brut (tels le bois déchet, le granulé...).

Le cas d'étude de la filière forêt-énergie approvisionnant GAM permet d'appréhender le mode de gouvernance concrète de la ressource. Le travail réalisé s'inscrit dans une **approche « recherche-action »**. Une note finale de synthèse a été rédigée pour le service de la DTE, émettant des propositions d'actions issues des conclusions du travail.

Un intérêt particulier est porté à l'impact de la filière bois-énergie sur un service rendu par le sol forestier, la séquestration du carbone.

Les hypothèses qui structurent la recherche sont les suivantes :

1<sup>ère</sup> hypothèse : La grille d'analyse du SES serait une grille de lecture pertinente pour l'analyse d'un cas particulier précis : le système forêt-énergie de GAM. Les variables proposées par la méthode permettraient de dresser un diagnostic précis de la situation.

2<sup>e</sup> hypothèse : Le rôle de séquestration du carbone du sol forestier pourrait ne pas être pris en compte de manière active aux différents niveaux du socio-écosystème.

3<sup>e</sup> hypothèse : L'analyse du SES forêt-énergie de GAM au regard des huit principes de durabilité des institutions de gouvernance émis par Elinor Ostrom, pourraient montrer une gouvernance faible du SES et un manque de durabilité.

La méthodologie utilisée comprend deux étapes principales, qui ont pu faire l'objet de rendus intermédiaires :

- **Une phase d'étude bibliographique sur deux sujets principaux:**

- (1) Les documents et stratégies politiques encadrant les politiques de développement du bois énergie du national au territorial, ainsi que des documents techniques modélisant le potentiel en bois énergie de la forêt française pour répondre aux grands axes des

politiques publiques énergétiques... Ce travail a permis de rédiger une note de synthèse sur la mise en œuvre de la transition énergétique par le territoire de GAM (dans le cadre du MOOC sur les Transitions Energétiques avec l'Ecole des Mines de St Etienne proposé aux étudiants du Master 2 Géosphères) ;

- (2) Les documents et articles concernant l'impact du bois énergie sur la forêt, notamment les guides de bonnes pratiques pour une gestion des sols raisonnée lors du prélèvement de bois énergie, ainsi que les articles et études scientifiques concernant la question du stockage du carbone par la forêt ; ceci a fait l'objet d'une note rendue dans le cadre du cours BIOGAF (cours proposé aux élèves du Master 2 GEOSPHERES par des chercheurs de l'INRAE) ;

- **Une deuxième étape d'enquête de la filière d'approvisionnement** a été menée par le biais de plusieurs enquêtes :

- (1) Une enquête en ligne (google form) à destination de **toutes les chaufferies du territoire** qui a permis de rassembler les informations relatives aux fournisseurs de GAM,
- (2) Une enquête à destination des **acteurs impliqués dans la filière bois-énergie** et le développement des chaufferies bois sur le territoire (employés de GAM, ALEC, CRPF, ONF, DDT, ADEME...)
- (3) Une enquête mixte (qualitative et quantitative) sous forme d'entretiens semi-directifs avec **les fournisseurs du territoire de GAM** ;

Ces données ont été traitées, pour l'enquête en ligne, par des méthodes statistiques simples et pour les entretiens semi-directifs par une méthode d'analyse thématique (entretiens non retranscrits intégralement – voir la grille des variables (tableau 1) et les tableaux de synthèse en annexe 7 à 11), qui reprend les variables du SES et permet d'en dessiner le fonctionnement, retranscrit sous forme de narration et de schémas.

Le mémoire se découpe en plusieurs parties qui permettent de répondre aux hypothèses posées : une première partie présente le terrain d'étude et la filière bois-énergie. Une deuxième partie situe le questionnement scientifique dans la littérature existante, décompose l'articulation entre prélèvement de bois énergie et impact sur le sol forestier, et propose la méthode d'analyse par le SES. Cette méthode est décrite précisément dans une troisième partie. La quatrième partie présente les résultats obtenus, discutés dans une dernière et cinquième partie.

## 1. Chapitre 1 : Présentation du terrain d'étude du système forêt-énergie de GAM

Le terrain d'étude est délimité géographiquement par les massifs forestiers qui alimentent les chaufferies industrielles et collectives situées sur le territoire de GAM et regroupe socialement l'ensemble des acteurs du système bois-énergie qui œuvrent sur ce territoire.

A défaut de connaître les limites physiques du terrain d'étude, ce que le travail de recherche permettra d'éclairer, l'hypothèse est faite que le terrain d'étude (et les acteurs qui vont avec) va concerner les territoires forestiers limitrophes de GAM et à la filière bois-énergie en région AURA et sur le département de l'Isère.

### a. Les forêts : la ressource du système forêt-énergie de GAM

**La région AURA**<sup>8</sup> est la première région française en volume de bois sur pied en France avec 517 millions de m<sup>3</sup> de bois sur pied sur 2,4 millions d'hectares de forêt. La forêt recouvre 36% de la région, composée aux deux tiers de feuillus et du reste en résineux. 5,13 millions de m<sup>3</sup> de bois sont récoltés annuellement. L'industrie de la première transformation (scieries) utilise 1,9 millions de m<sup>3</sup>, essentiellement des résineux (aux 2/3 du sapin épicéa et à 20 % du pin douglas).

Le bois énergie recouvre les productions en bois déchiqueté, en granulés et en bois bûche. Aux derniers chiffres de 2019, environ 180 structures produisent et commercialisent du produit « bois déchiqueté » fini en Auvergne-Rhône-Alpes. Elles représenteraient entre 590 et 880 emplois. On estime à 1 060 000 tonnes de bois la production régionale, majoritairement en plaquette forestière humide (humidité>30%), pour le bois déchiqueté<sup>9</sup>. Concernant la production de granulés, elle a été de 450 000 tonnes pour une consommation estimée de 165 000 tonnes. Pour le bois bûche 700 entreprises ont commercialisé 1,4 million de stères de bois bûche (ou bois de chauffage) en région Auvergne-Rhône-Alpes, auprès des particuliers, des professionnels hors filière (pizzerias, boulangeries...) ou de négociants. Ces entreprises totalisent environ 1100 emplois. Les propriétaires forestiers sont à 80% privés.

**En Isère**, la forêt couvre 296 000 hectares, soit 38 % de la surface départementale (source Inventaire Forestier National 2014). Les peuplements forestiers sont très variés : cembraies d'altitude, pessières et sapinières de montagne, les hêtraies et les pinèdes xérophiles, les châtaigneraies et les chênaies des collines, les peupleraies des grandes vallées. La filière iséroise emploie un peu moins de 7 000 salariés pour 2 700 entreprises environ. La récolte de bois iséroise avoisine les 450 000 m<sup>3</sup> chaque année (source Fibois 38). Les principales régions forestières sont les suivantes : **le Bas-Dauphiné**, très faiblement boisé, a une forêt composée de feuillus ; **la région de l'Isère Crémieu**, tout au nord du département, comporte des peuplements de chênes et de taillis thermophiles, avec un taux de boisement légèrement inférieur à la moyenne départementale ; **les plateaux de Bonnevaux et de Chambarans** ont

<sup>8</sup> Ce paragraphe s'appuie sur des données FIBOIS et AURA consultées le 4/08/2020

<sup>9</sup> Données 2019 de l'Observatoire bois énergie 2020

un boisement sur environ 40 % du territoire, composé de taillis de châtaigniers, mélangés au chênes rouvre ou pédonculé, avec quelques plantations d'épicéas et de douglas.

Dans **la vallée du Grésivaudan**, la forêt est un mélange de futaie et taillis de chênes sur les piémonts du Vercors et de la Chartreuse, sur **Belledonne**, le taillis de châtaigniers cède sa place en altitude à des peuplements de chênes et hêtres, puis plus haut, de sapins et d'épicéas. Les plateaux du **Vercors, de Chartreuse et les hauteurs de Belledonne** sont occupés par la hêtraie sapinière, avec comme essences dominantes, le sapin et l'épicéa et la surface forestière avoisine les 60 % du territoire.

**La Matheysine, le Beaumont et le Trièves** ont un taux de boisement de l'ordre de 40 % et des peuplements majoritaires de pins sylvestres et de hêtraies – sapinières, avec un fort contraste suivant l'exposition sud ou nord ; **l'Oisans** est plus faiblement boisé que la moyenne départementale, ayant de grandes surfaces en haute montagne. Les peuplements forestiers sont composés majoritairement de pessières et de hêtraies – sapinières<sup>10</sup>.

**En Isère**, les forêts relevant du régime forestier représentent 26% de la surface boisée, soit 78 000 ha, répartis entre l'Etat pour 7% et les collectivités pour 19%, qui sont situés sur 256 communes, majoritairement en montagne (voir Figure 1, localisation du territoire de GAM par rapport aux forêts privée et publique). La forêt privée représente 218 000 ha, soit 74 % de la surface forestière du département répartie entre 92 400 propriétaires, la surface moyenne par propriétaire est inférieure à 2 ha. Seulement 39 propriétés ont une surface supérieure à 240 ha.

Les principales essences en forêt privée sont les feuillus à 66% (chênes : 22%, châtaignier : 17%, hêtre : 8%, autres feuillus : 19%), les résineux représentant le reste (34%) dont surtout de l'épicéa (16%) et du sapin pectiné (8%) (Source CNPF).

Le volume sur pied en forêt est estimé à 58 millions de m<sup>3</sup>, soit une moyenne de 220 m<sup>3</sup> par hectare, et l'accroissement annuel est estimé à 1,8 millions de m<sup>3</sup>, soit en moyenne 6,8 m<sup>3</sup> par hectare et par an.

**La forêt de Grenoble-Alpes Métropole** couvre 57% du territoire contre 30% sur le territoire national (source délibération Forêt Horizon 2030, mai 2019). Elle est à 80% de la forêt privée (source Diagnostic Territorial et Stratégie et plan d'actions du Plan Climat Air Energie Métropolitain de 2020 -2030). Le bois y est mal mobilisé à cause d'un morcellement important, et un schéma de desserte a été réalisé et voté en 2019, susceptible de débloquenter 182 000 m<sup>3</sup> sur 10 ans, soit 18 000 m<sup>3</sup> supplémentaires par an, pour un montant global maximum évalué à 2 900 000 €.

La forêt est donc une ressource abondante pour le territoire concerné, que ce soit sur le territoire propre de GAM ou sur les territoires limitrophes. Elle reste marquée par une forte proportion de propriétaires privés et une composition majoritaire en feuillus.

---

<sup>10</sup> Informations issues du site de la DDT 38

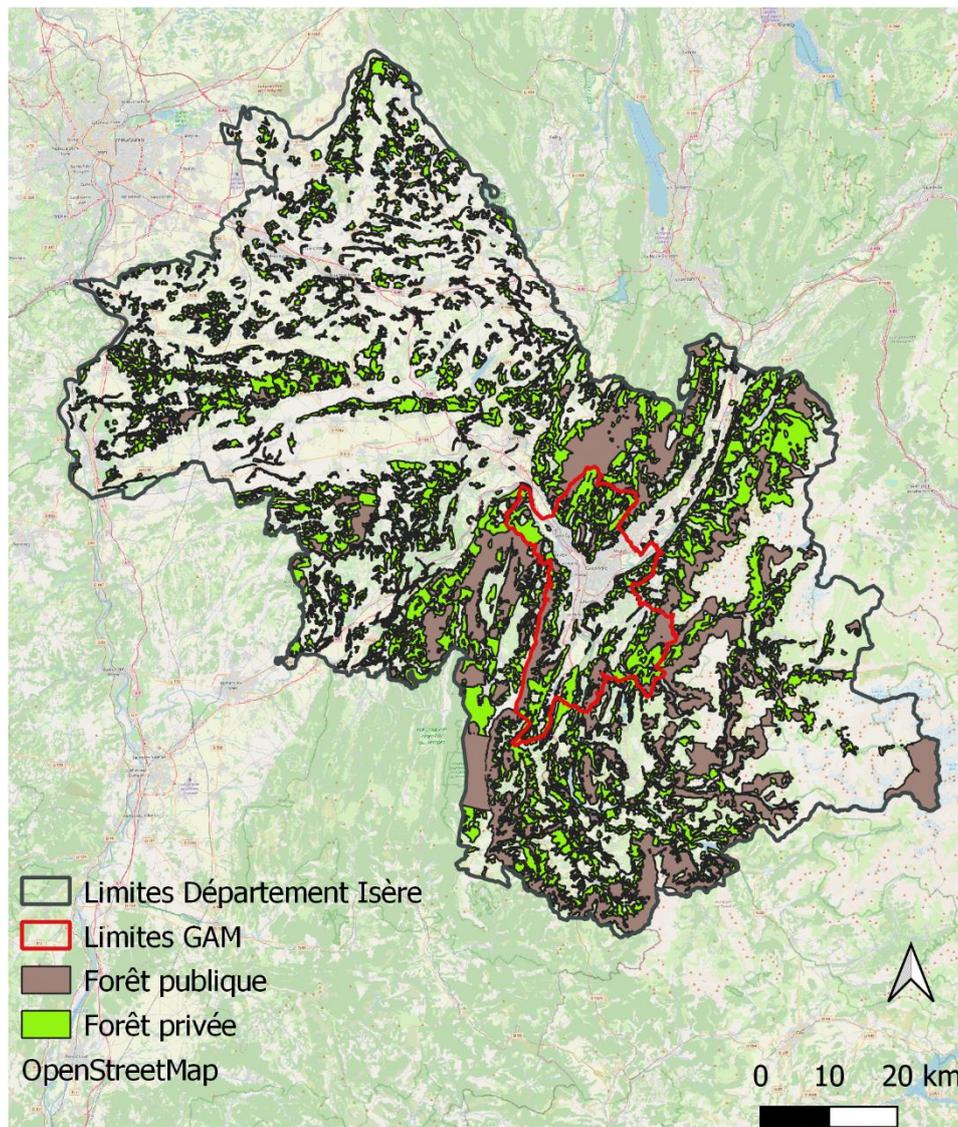


Figure 1 Localisation du territoire de GAM par rapport aux forêts d'Isère, privée et publique (source : Metro, datagouv, dreal, Corine Land Cover, Open Street Map)

### b. Les acteurs du système forêt-énergie de GAM

Les acteurs du système bois-énergie de GAM s'avèrent nombreux : on y trouve les acteurs du monde de la forêt et les acteurs de l'énergie. Un schéma (figure 2) illustre les différentes appartenances.

#### i. Les acteurs de la forêt

Au niveau des collectivités territoriales, on y trouve les services de GAM qui sont concernés directement par la gestion forestière : le service Agriculture, Forêt, Biodiversité ainsi que le service « Environnement Air Climat » qui est en charge du PAECT (Plan Air Energie Climat Territorial) de GAM et est concerné par le stockage de carbone des territoires forestiers. Hors GAM, on trouve des chargé(e)s de mission forêt dans les territoires limitrophes (du PNR Vercors à la communauté de communes du Grésivaudan) dont certains territoires sont liés à GAM par la stratégie Forêt Horizon 2030 et des animatrices des chartes forestières pour certains massifs (Chambarans, Bonnevaux).

Concernant les organismes publics, les services décentralisés de l'Etat pour la région AURA (DRAAF- Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture, et de la Forêt et DREAL-

Direction Régionale Environnement, Aménagement, Logement) donnent les directions de gestion de la forêt au niveau régional, pour le département, c'est la DDT (Direction Départementale des Territoires) qui en est chargée.

Autres organismes publics, l'ONF, le CRPF, le FCBA et la Chambre d'Agriculture sont autant d'organismes de la filière bois. Au niveau privé, l'on peut compter sur les nombreuses entreprises liées à l'exploitation et à la transformation du bois, regroupées par l'interprofession Fibois, ainsi que des opérateurs indépendants tels les coopératives forestières (Coforêt).

Il faut ajouter aux organismes actifs sur le territoire, l'association Sylv'acctes et l'organisme de certification nationale PEFC, qui a une antenne à Lyon. Au niveau des propriétaires, des associations sont présentes telle l'ASLGF (Association Syndicale Libre de Gestion Forestière) du Bas Dauphiné, créée en 2009, qui regroupe des propriétaires forestiers souhaitant mettre en œuvre une vision commune de la gestion forestière.

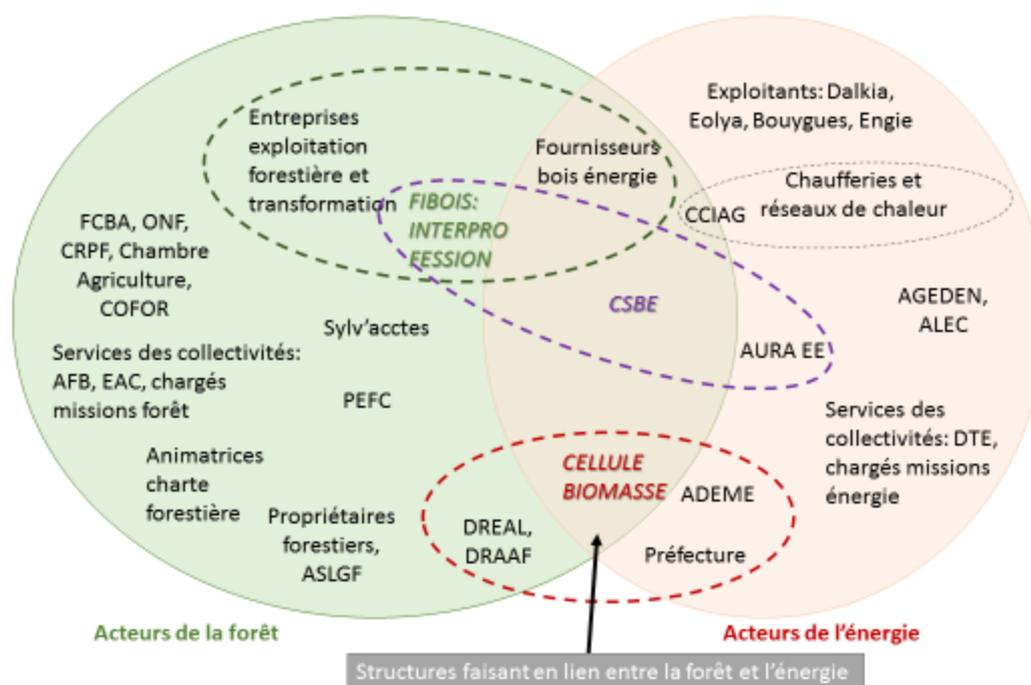


Figure 2 Les acteurs du système forêt-énergie de GAM (réalisé par C.ORIOL, 2020)

### ii. Les acteurs de l'énergie

Au niveau de GAM, la Direction de la Transition Energétique (DTE) met en œuvre les financements du Fonds Chaleur (programme de subvention publique aux chaufferies collectives) gérés par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, au niveau régional) et s'occupe plus largement de piloter la transition énergétique sur le territoire.

Les collectivités territoriales limitrophes à GAM ont des chargé(e)s de mission énergie qui soutiennent le développement de chaufferies bois sur leur territoire (entre autres missions). En appui aux collectivités territoriales, se trouvent l'ALEC 38 (Agence Locale de l'Energie et du

Climat) qui œuvre sur le territoire de GAM et l'AGEDEN (Association pour une Gestion Durable de l'Énergie) qui travaille sur le reste du territoire, toutes deux associations qui font du conseil en énergie (à noter aussi l'ASDER sur la Savoie).

Au niveau régional, la cellule biomasse, placée sous l'autorité du Préfet et composée de la Préfecture de la région, de la DRAAF, de la DREAL et de l'ADEME avaient pour mission initiale spécifique la validation des plans d'approvisionnements des projets de centrales soumis aux appels d'offre de la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) ou à l'appel à projets de l'ADEME Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire (BCIAT) afin de prévenir les conflits d'usage. Elle assure aussi le co-pilotage, la mise en place et le suivi, avec la Région, du schéma régional biomasse, l'évaluation des plans d'approvisionnement annuels des installations en fonctionnement, la consolidation des données sur les prélèvements et la consommation des ressources ...<sup>11</sup>.

AURA EE (Agence Régionale de l'Énergie et de l'Environnement en Auvergne-Rhône-Alpes) est un centre de ressources au service des territoires en transition. Opérateur technique de la Région, AURA-EE est principalement financée par la Région, l'ADEME, l'Europe, et ses membres.

Au niveau des acteurs privés, se trouvent les exploitants des chaufferies collectives et des réseaux de chaleur pour lesquels l'exploitation est déléguée (DSP-délégation de service public). Il s'agit pour le réseau de chaleur de GAM de la Compagnie de Chauffage Intercommunale de l'Agglomération Grenobloise (CCIAG). Long d'environ 170 km, second réseau de chaleur de France, il couvre une part prépondérante des besoins énergétiques destinés au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire du secteur résidentiel et tertiaire d'une partie du territoire métropolitain. Sept communes sont desservies : Grenoble, Echirolles, Le Pont-de-Claix, Eybens, La Tronche, Saint-Martin d'Hères et Gières. Il distribue de l'eau surchauffée à partir de cinq centrales interconnectées, dessert 95 000 équivalent-logements, et distribue chaque année environ 700 000 à 800 000 MWh en fonction de la rigueur climatique<sup>12</sup>.

Pour les chaufferies collectives gérées en régie ou en semi régie, des sociétés d'exploitation (type Dalkia, Bouygues, Engie) gèrent la maintenance et l'approvisionnement, pendant que l'investissement et la facturation restent à la collectivité territoriale.

Fibois couvre toute la filière bois, y compris le bois énergie, et est donc aussi porte-parole pour l'interprofession du bois énergie. Avec AURA EE, Fibois co-pilote le CSBE (Comité Stratégique Bois Énergie) qui a pour but de rassembler tous les acteurs de la filière, qui ont signé ensemble la charte des acteurs de la filière bois énergie<sup>13</sup>.

Les entreprises de la filière bois énergie rassemble nombre de professionnels : entrepreneurs de travaux forestiers – ETF, fournisseurs de bois énergie (producteurs de bois déchiqueté, de

---

<sup>11</sup> Source (<http://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/Le-comite-regional-Biomasse>)

<sup>12</sup> Dossier de demande d'autorisation d'exploiter, 2017, [http://www.isere.gouv.fr/content/download/34761/255160/file/BIOMAX\\_Partie%201-Description\\_Rev1.pdf](http://www.isere.gouv.fr/content/download/34761/255160/file/BIOMAX_Partie%201-Description_Rev1.pdf)

<sup>13</sup> <http://www.enrauvergnerhonealpes.org/fr/bois/comite-strategique-bois-energie/presentation-et-objectifs.html>

granulés, de bois déchet ...). Et l'on retrouve finalement les propriétaires de forêt qui vendent tout ou partie de leur bois pour le bois énergie.

La description des acteurs du système forêt-énergie de GAM montre sa complexité : diversité des types d'acteurs, nombre important, inscription dans des logiques métier différentes, et diversité des échelles auxquelles ils appartiennent (du régional au local).

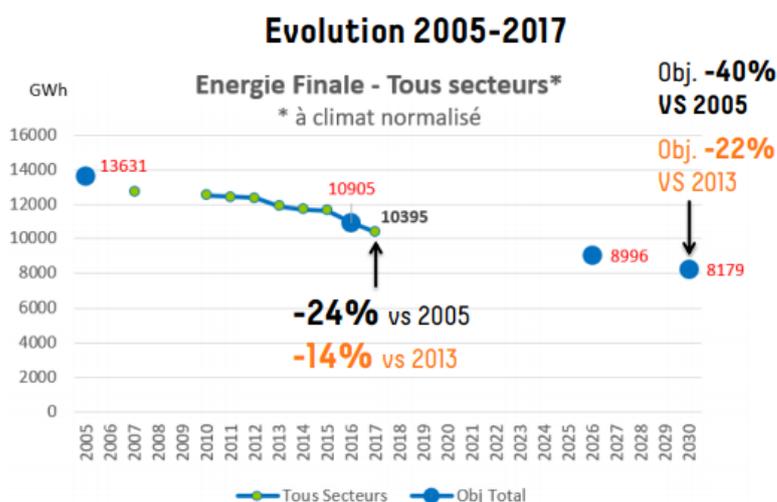
### c. Usage du bois comme énergie sur le terrain d'étude

Ce paragraphe contextualise la filière bois énergie dans la dynamique énergétique du territoire étudié. Ici, on fait un focus sur les consommations énergétiques propres au territoire de GAM, sans s'intéresser aux sources d'énergie des territoires d'où peut-être issue la ressource en bois utilisée sur le territoire de GAM.

#### i. Trajectoire énergétique : aller vers le bois

GAM a consommé 10,4 TWh en 2017, ce qui est en baisse par rapport aux années précédentes (Figure 3 : évolution des consommations d'énergie). L'observatoire du Plan Climat est un outil technique géré par Grenoble-Alpes Métropole, l'ALEC et Atmo Auvergne Rhône-Alpes pour le diagnostic, la définition des objectifs et le suivi du Plan Climat.

### Résultats 2017



Si le précédent objectif de -14% en 2014 a été effectivement atteint, celui de -40% à l'horizon 2030 nécessitera d'intensifier les actions engagées.

Figure 3 Evolution des consommations d'énergie de GAM depuis 2005 (Source Observatoire du Plan Climat)

La figure 4 montre que le mix énergétique est encore majoritairement fossile en 2017. Un Schéma Directeur Energie (SDE), préparé à partir de 2015, a été délibéré (accepté par les élus) en 2017 et donne 3 objectifs principaux pour 2030 : moins 22% de consommations énergétiques, plus 35% d'énergies renouvelables et de récupération, moins 30% d'énergies fossiles (source SDE GAM, 2017). Il s'inscrit dans le Plan Climat Air Energie Métropolitain 2020-2030 (PCAEM), rendu obligatoire pour les communes de plus de 50 000 habitants par la loi de la transition énergétique pour la croissance verte (TECV) du 17 août 2015.

## Types d'énergies consommées

Energie finale par type, en 2017

10,4 TWh

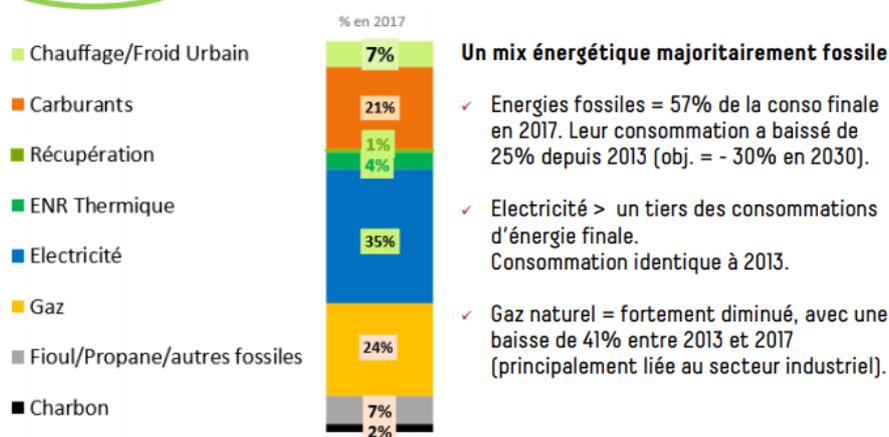


Figure 4 Mix énergétique de GAM (source Observatoire du Plan Climat)

GAM a fait le choix de favoriser le bois comme énergie renouvelable, le potentiel hydroélectrique étant déjà atteint, voire allant en s'amenuisant à cause du changement climatique (augmentation de l'évapotranspiration). Il est prévu que sur les 30% d'ENR prévus en 2030, 55% proviennent du bois.

Pour remplir ces objectifs et aussi permettre le renouvellement d'infrastructures vieillissantes (centrale au fioul), il a été décidé de construire une centrale de co-génération, qui produira de la chaleur et de l'électricité à partir d'un générateur de vapeur de 40 MW, et quatre autres réseaux de chaleur qui fonctionneront au bois.

La centrale, nommée Biomax, devrait être livrée pour la saison de chauffe 2020-2021 et construite sur le territoire de la ville de Grenoble. La chaleur produite sera, à la fois, diffusée dans le réseau de chauffage urbain et utilisée pour produire de l'électricité via un groupe turbo-alternateur. À terme, Biomax produira 220 GWh d'énergie par an, soit 183 GWh de chaleur et 37 GWh d'électricité. Concrètement, Biomax permettra d'alimenter entre 15 000 et 20 000 logements en chauffage urbain, et 10 000 logements en électricité.

Il est prévu que la centrale consomme environ 85 000 tonnes de bois par an : l'approvisionnement est prévu ainsi : 92% proviendront de plaquettes forestières et 8% de bois recyclé. Il est annoncé que la totalité de ce bois sera issue de la région puisque la distance moyenne d'approvisionnement est de 60 km autour de Grenoble (maximum 100km) et que l'approvisionnement s'effectuera en Isère et sur une partie de la Savoie dans des forêts durablement gérées (certifications PEFC, FSC...). Une économie d'environ 12 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an est attendue, car la centrale de cogénération a pour but de remplacer la centrale existante qui fonctionne au fioul lourd.

Cela impliquera donc un recours accru au bois énergie. Il est prévu de passer, de 2013 à 2030, (i) de 320 GWh (GigaWattheure) à 484 GWh d'énergie produite grâce au bois et (ii) de 425 GWh à 676 GWh d'énergie produite par le bois et la chaleur récupérée (par les réseaux de chaleur).

ii. A quels types de combustibles cela s'apparente ?

La figure suivante (figure 5 : types de combustible bois énergie) présente succinctement les différents types de bois énergie que l'on peut rencontrer.

**Les formes de bois énergie**

**La bûche →**

Elle mesure entre 20 cm et 1 m de long et est destinée aux poêles, inserts ou chaudières du secteur domestique.



**← La plaquette forestière**

Elle est issue du déchetage<sup>2</sup> de bois brut (branches, bois d'éclaircies...) et est utilisée essentiellement dans le secteur collectif et industriel.

**Le granulé de bois →**

C'est un produit normalisé, issu du compactage de sciures ou d'autres coproduits de bois affinés. En France, il est essentiellement utilisé par les particuliers, avec un amorçage dans les secteurs collectif et industriel.



**← Les bûches de bois densifié**

Elles sont fabriquées à partir de sciures et copeaux de bois non traité, densifiés sous haute pression. Elles s'utilisent en remplacement ou en complément des bûches de bois traditionnelles. Leur taux d'humidité est inférieur à 10 % et leur pouvoir calorifique est élevé.

Figure 5 Types de bois énergie (source Forêt Bois)

En conclusion de la présentation du terrain d'étude, la question que l'on peut se poser est celle de la gouvernance des territoires forestiers pour s'assurer de leur gestion durable face à une augmentation de la demande en bois énergie et un nombre important d'acteurs, sectorisés dans leur domaine.

## 2. Chapitre 2 : Etat de l'art

Le mémoire de recherche s'inscrit dans trois questions imbriquées : (1) les méthodes d'évaluation de la durabilité des systèmes énergétiques basées sur la biomasse, (2) les questions relatives aux méthodes de gestion de la ressource forestière à vocation énergétique afin d'assurer un objectif de moindre émission de GES et (3) les cadres d'analyse concernant la gouvernance nécessaire à une gestion durable de cette ressource naturelle commune, la forêt.

### 2.1 Quelles approches de la durabilité du bois-énergie ?

#### 2.1.1 De quelle durabilité parle-t-on ? De la durabilité faible à des approches holistiques

La notion de durabilité reste floue : plus de 300 définitions existent juste dans le champ de la gestion de l'environnement (Szulecka, 2019). Szulecka montre que les définitions de la durabilité de la filière bois énergie et les grilles d'analyse sont variées : cela va d'un niveau 1 de durabilité : durabilité faible, nommée 'thin sustainability' basée sur le postulat initial que la forêt étant une ressource renouvelable, la production naturelle reprendra après les coupes. Un second degré de durabilité serait envisagé à partir du moment où un « bon » pourcentage de prélèvement annuel serait choisi et respecté, permettant une croissance correcte de la forêt, ce pourcentage restant à définir.

Un troisième niveau de durabilité est atteint quand au moins deux critères sont choisis, souvent environnementaux et socio-économiques. On peut se référer à l'analyse environnementale et économique de la filière bois-énergie (Pelletier, 2017).

Et le quatrième niveau est atteint quand l'analyse devient holistique, certaines grilles de lecture sont composées de plus de 50 critères.

Diverses méthodes ont été mises en œuvre (analyse du cycle de vie (ACV), analyse multicritère (AMC), Procédure Hiérarchique d'Analyse...) et la littérature abonde sur les choix de critères et la détermination d'indicateurs pour les évaluer (Myllyviita et al., 2013).

Les méthodes les plus abouties insistent sur la nécessité de conduire des évaluations « holistiques et réalistes » qui prennent en compte les aspects sociaux et qui se limitent à des contextes précis, mais reconnaissent qu'il y a toujours une part d'incertitude dans le bilan réel de l'impact de la filière (Karvonen et al, 2017). Il a été montré que ce sont les valeurs (Lélé, 1994) appliquées à certaines fonctions de la forêt qui vont donner à des interlocuteurs différents des points de vue variés sur ce que compose la durabilité de la forêt à laquelle ils sont reliés.

On le voit, les définitions de la durabilité de la filière bois énergie sont multiples et subjectives.

Néanmoins, les motivations sous-jacentes à la transition énergétique, comme on l'a vu, visent à diminuer les émissions de gaz à effet de serre, notamment de CO<sub>2</sub>. A ce titre, la recherche s'est interrogée sur les arbitrages à réaliser pour concilier à la fois le rôle de puits de carbone de la forêt et son utilisation comme source d'énergie.

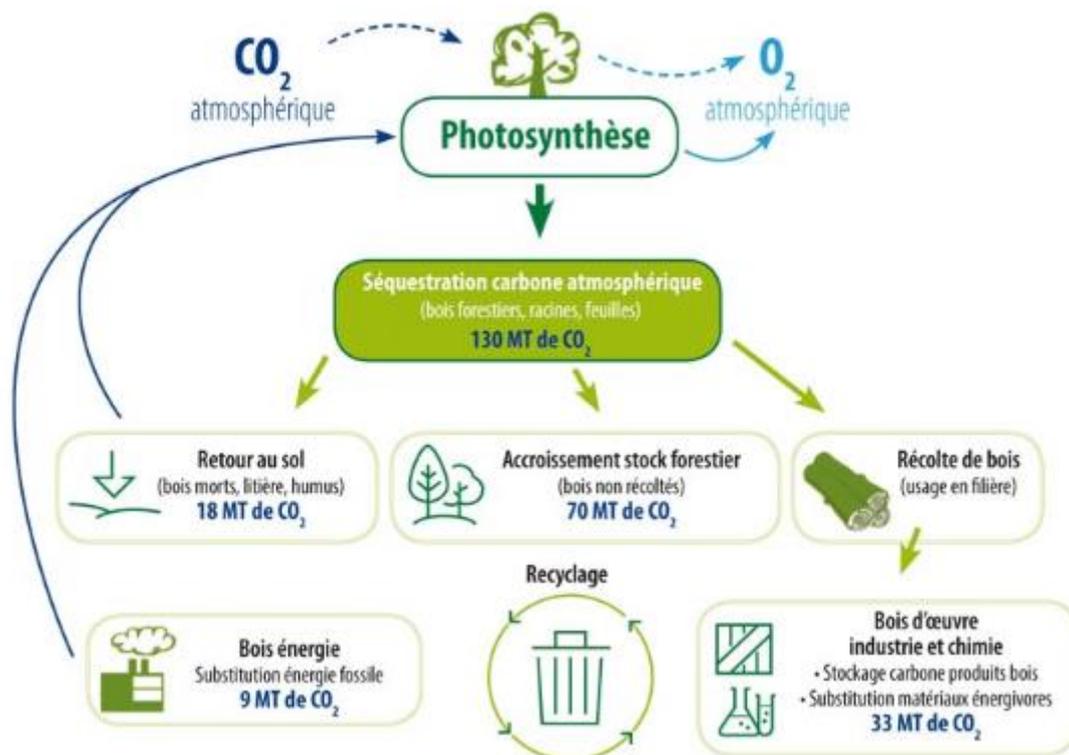
## 2.1.2 L'approche par le bilan carbone : modélisations complexes pour l'arbitrage entre utilisation de la forêt pour la biomasse ou pour son rôle de puits de carbone

Les objectifs de neutralité carbone à 2050 (Stratégie Nationale Bas Carbone française, 2016) invitent à se concentrer sur le bilan carbone de la filière.

En effet, « les écosystèmes terrestres français représentent actuellement un puits de carbone majoritairement déterminé par les forêts métropolitaines et que l'on peut estimer à près de 90 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent par an ce qui représente 20 % des émissions françaises en 2015 » (Commissariat général au développement durable (2019), EFES – La séquestration du carbone par les écosystèmes français. La Documentation Française (ed.)).

### 2.1.2.1 Le principe des 3 « S »<sup>14</sup>

Les mécanismes d'atténuation de la concentration de carbone dans l'atmosphère par la forêt sont rappelés ici ; cela passe par trois phénomènes, les trois S : Séquestration, Stockage et Substitution (figure 6, Cycle du carbone).



source des chiffres : Etude INRA-IGN sur l'atténuation du changement climatique par la filière Forêt-Bois française - nov 2017

Figure 6 Cycle du carbone forestier et les 3S (source France Forêt Bois)<sup>15</sup>

La **séquestration** est l'accumulation de la biomasse, qui croît en stockant du carbone atmosphérique, diminuant la concentration de celui-ci de l'atmosphère. Dans un contexte forestier : si la surface forestière augmente, alors la quantité de carbone atmosphérique

<sup>14</sup> Introduction session n°3 "Quel rôle joue la forêt dans la séquestration de carbone atmosphérique ?" 20 févr. 2018, ONF Christine Deleuze RDI ONF

<sup>15</sup> <https://franceboisforet.fr/2018/10/08/pour-atteindre-la-neutralite-carbone-en-2050/>

diminue. Par exemple en France la surface forestière a doublé au siècle dernier, sa capacité de séquestration a alors doublé également.

Le deuxième S est le **stockage**, dans les produits bois : on utilise le bois pour différentes constructions (le bois d'œuvre, le bois pour l'ameublement, les emballages etc...). Ces produits bois vont continuer à stocker la biomasse accumulée auparavant tant que le matériau bois reste intègre. Cependant s'il se décompose le carbone va être rejeté : dans le sol ou l'atmosphère.

Si l'on veut développer la filière bois pour stocker du carbone, il faut se pencher sur les durées de vie des produits pour savoir combien de temps ils vont stocker le carbone (voir la figure 7).

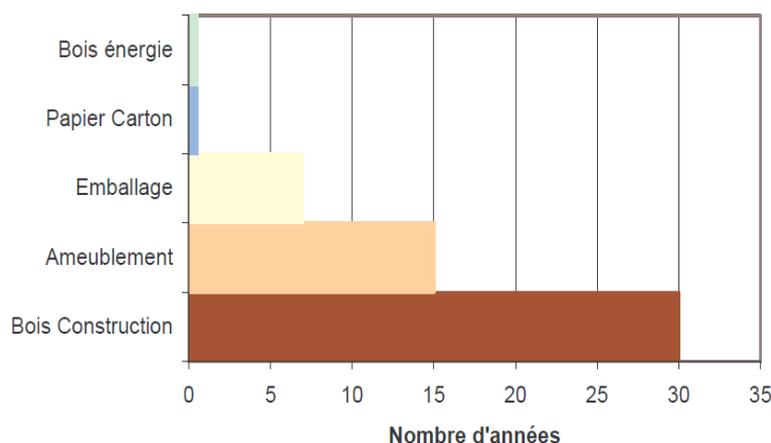


Figure 7 Les durées de vie moyenne des 5 sous filières bois du pin maritime du Massif du Landais, C. Fourcade

Le dernier S : est la **substitution** des matières non-renouvelables par les produits bois. A chaque fois qu'on utilise du bois une quantité de matière non-renouvelable ne va pas être utilisée. Si on prend la filière bois-énergie, lorsqu'on chauffe une maison avec du bois, on rejette du carbone dans l'atmosphère, mais c'est du carbone qui va pouvoir revenir sous forme d'arbre par la suite, puisque la quantité brûlée sera environ équivalente à la quantité captée par la forêt par la suite. La substitution correspond entre 27 et 42 Mt équivalent CO<sub>2</sub>/an donc 5 à 9% des émissions de gaz à effet de serre en France.

### 2.1.2.2 Entre atténuation et prélèvement : les conclusions des modélisations

Pour mieux appréhender les décisions à prendre concernant la gestion forestière au vu des orientations énergétiques gouvernementales, deux projets ont cherché à modéliser sur base de scénarios différents, les bilans carbone qui en découleraient.

Les deux études (projet BiCaFF (Bilan Carbone de la forêt française) (Projet BICAFF, s. d.) ADEME) et Etude Inra-IGN, Forêt et atténuation du changement climatique 2017 : une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050) ont modélisé l'impact d'un prélèvement accru de bois sur le stock global que carbone que la forêt représente.

Les deux études n'aboutissent pas aux mêmes conclusions. En effet, la première étude montre que l'augmentation du prélèvement entraîne un déstockage du carbone qui n'est pas compensé par une dynamisation de la gestion, alors que la seconde étude tend à montrer que la quantité de carbone stocké reste plus ou moins similaire mais que les stocks se situent dans des compartiments différents. Elles s'accordent néanmoins sur le fait que le prélèvement

accru ne peut pas être compensé par une gestion active pour augmenter les stocks de carbone forestiers.

François et al., 2013, proposent une approche modélisatrice complexe « du sol à la chaufferie » pour appréhender l'ensemble des effets induits par l'utilisation de bois-énergie. A cet effet, ils couplent « un modèle de croissance forestière, un modèle de produits bois et un modèle de gazéification », « afin de prédire l'ensemble des flux matière et énergie entrants et sortants d'une filière forêt-bois-énergie ». Une de leurs conclusions est que « tous ces bilans restent partiels parce qu'ils reposent sur certaines hypothèses comme la distribution des structures forestières à l'équilibre et l'utilisation de modèles de croissance conçus pour des peuplements réguliers et monospécifiques ». Dans leur étude, le modèle utilisé pour l'évaluation du bilan carbone (CAT- carbon assessment tool) ne prend pas en compte le carbone du sol.

Les approches pour évaluer la durabilité de la filière bois-énergie sont variées et complexes, basées sur des approches modélisatrices pointues ; elles sont cependant limitées dans leur intégration du carbone du sol forestier, mais présentent en commun l'impossibilité de compenser un bilan carbone négatif à cause d'un prélèvement accru par des méthodes de gestion dynamiques.

## 2.2 Quelles recommandations de gestion de la récolte en bois-énergie ?

Au vu des parties précédentes, il est apparu que le stock de carbone forestier se compose du carbone dans la biomasse aérienne et dans le sol. Il s'agit ici de s'interroger plus en détail sur les paramètres qui favorisent le stockage du carbone.

### 2.2.1 Les modes de gestion

De manière générale, la littérature montre que moins il y a de gestion intensive de la forêt plus il y a de carbone stocké (Schwenk et al., 2012), sans prendre en compte la question du stockage du carbone dans le sol, considéré comme difficilement estimable .

En effet, une gestion plus intensive entraîne un stockage du carbone plus important dans les produits bois, mais ces quantités ne compensent pas la perte de biomasse au-dessus du sol (feuilles qui tombent, bois morts qui se décomposent...). Ceci est notamment significatif lorsque la biomasse récoltée ne devient pas un produit bois qui stocke le carbone sur la durée (exemple : bois énergie, bois emballage.... (Jandl et al., 2007)

(Dobremez & Eynard-Machet, 1997) ont montré que la non-gestion de la forêt est une demi-solution : elle permet de stocker du carbone certes, mais au détriment de la biodiversité. L'étude faite sur le Plan de Tueda en Savoie concluait que la non-gestion des forêts conduit à une uniformisation de celles-ci par les espèces dominantes. Le couvert forestier devenant de plus en plus dense et la forêt avançant sur les landes et les pelouses, la biodiversité diminue.

De plus, une étude montre que les arbres peuvent augmenter en biomasse au cours des siècles, mais que la biomasse ne peut pas s'accumuler pour toujours. Les données « suggèrent une limite supérieure possible quelque part entre 500 et 700 tC ha-1 (équivalent à 1 400 à 1

800 mètres cubes de bois par hectare); ces forêts à haute biomasse étaient situées dans le nord-ouest du Pacifique USA » (Luyssaert et al., 2008).

Jandl et al (2007) concluent que les forêts plus âgées permettent une augmentation de la densité du carbone avec des rotations plus longues, si l'âge de récolte ne va pas plus loin que le moment où le peuplement passe d'un puits à une émission de carbone.

A un niveau plus macro (celui du paysage), des rotations plus longues entre les coupes avec des forêts plus âgées entraînent une augmentation du stock de carbone plus que des rotations courtes avec seulement de jeunes plantations.

### 2.2.2 Les modes de prélèvement

Les impacts de la récolte varient en fonction des espèces du peuplement, du type de sol et du temps de retour après la dernière coupe. Le carbone stocké dans le sol forestier est plus vulnérable aux pertes dues à la récolte que le sol minéral. Les peuplements de feuillus perdent plus de carbone du sol forestier que les conifères ou les peuplements mixtes (Nave et al., 2010)

Achat et al., 2015 ont montré que les coupes rases exportant uniquement les tiges de bois fort n'ont généralement pas d'effet significatif sur la capacité de séquestration des sols, à condition de ne pas les perturber.

La littérature scientifique montre en effet que la récolte des rémanents lors des coupes rases (récolte arbre entier et a fortiori du feuillage) a un impact négatif sur les stocks de carbone organique du sol. En cas de récolte de menus bois et de souches, la perte de matière organique du sol est très rapide suite à l'exportation de menus bois et plus encore de feuillage, et les stocks initiaux sont généralement reconstitués après 10-15 ans environ, selon une analyse de la littérature mondiale (GERBOISE, s. d., 2019)

Ainsi Pennock & van Kessel (1997) montrent que « les stocks de carbone sur les vingt années suivant des coupes rases ont diminué de 5 à 20t C/ha et que cette diminution est significative par rapport au gain de carbone d'une forêt en croissance ».

L'éclaircie permettrait de réduire les pertes de carbone par rapport à une coupe rase (ECCP-Working group on forest sinks, 2003, dans Jandl et al 2007).

Ainsi il apparaît que les modes de gestion et le type de prélèvement, en fonction du type de peuplement et de sol ont un impact sur le stockage du carbone dans le sol forestier.

### 2.2.3 Etat des lieux des propositions de gestion qui prennent en compte le stockage du carbone

Le rapport du FERN (Gestion Forestière et Changement Climatique, G. Bus de Warnaffe ; S. Angerand, 2020) sur la gestion forestière et les changements climatiques propose des recommandations de mode de gestion pour assurer le rôle d'atténuation des forêts : allant de la non-gestion à la manière d'exploiter en passant par les types de produits bois que l'on devrait développer.

Des guides pratiques à l'usage des exploitants forestiers ont été développés :

Le guide PractiSols de l'ONF (2017) donne des clefs de compréhension concernant la praticabilité des sols. La praticabilité « est le fait de pouvoir accéder à une zone autorisée à la circulation des engins forestiers sans dommage à l'environnement forestier (sol, peuplement...) à court, moyen et long termes » (Practisol). En effet l'exploitation forestière s'étant développée, les passages d'engins sont plus courants, tassant le sol, et l'empêchant de se restaurer complètement et de jouer son rôle de capteur de carbone naturel. Les engins causent de nombreux dégâts : tassement, ornières, scalpage, compactage, liquéfaction, entraînant des pertes de productivité, du dépérissement. Ce guide apporte plusieurs recommandations, s'appliquant à différents acteurs : propriétaires, gestionnaires ; entreprises d'exploitation forestière ; donneurs d'ordres.

Il y a 3 recommandations principales : classer les parcelles selon leur sensibilité potentielle et les identifier dans le document de gestion, réfléchir au réseau de cloisonnement optimal vers les places de dépôts et adapter le réseau existant, réfléchir au devenir des menus bois/rémanents, en effet les rémanents déposés sur les cloisonnements permettent de protéger le sol.

Le projet Gerboise (2018, ADEME) a développé un guide, qui inclut les recommandations des guides ONF *PROSOL* (2009) et *PRATIC'SOLS* (2017). On limitera autant que possible l'exportation de feuillage alors que la récolte des menus bois et des souches dépendra des conditions locales. Les trois recommandations principales sont les suivantes. Il s'agit notamment de veiller à : (1) préserver les supports de biodiversité (vieux bois, bois morts, espèces secondaires, dont les fruitiers), (2) gérer le risque d'érosion et de tassement des sols et (3) préserver les eaux et zones humides.

### 2.3 Une analyse systémique prenant en compte les services écosystémiques : le socio-écosystème (SES)

Le SES propose une approche par le diagnostic qui cherche à désagréger les questions environnementales (Thiel et al., 2015). Et il est à la fois orienté pour l'action et pour l'analyse, (Binder et al., 2013).

Le concept de socio-éco-système est né de la pratique d'Elinor Ostrom (1933-2012), une politologue économiste, prix Nobel d'économie en 2009, qui s'est intéressée à la gestion des ressources naturelles communes.

En effet, en 1965, Hardin présente la tragédie des communs, selon laquelle une communauté d'individus va chercher à maximiser son intérêt propre (faire pâturer au mieux son propre bétail) au détriment de la ressource naturelle partagée (dans ce cas les pâturages), ce qui mène au surpâturage et la destruction de la ressource « herbe ».

Elinor Ostrom propose d'analyser plus finement les mécanismes de gestion des communs et d'identifier, par l'analyse systématique de nombreux cas concrets (forêt, ressources aquatiques, eau...), les variables clés permettant une gestion durable de la ressource en question.

Ainsi sont identifiés 4 grandes variables : le système ressource, les unités de ressource, les systèmes de gouvernance et les usagers. Ce système est sous influence des situations sociales, politiques et économiques de son contexte, et interagit entre ces différents éléments. Les résultats de ces interactions ont un impact sur l'écosystème d'intérêt, et sur les flux issus de

cet écosystème. Des boucles de rétroactions font que les résultats agissent aussi sur les quatre grandes variables du système.

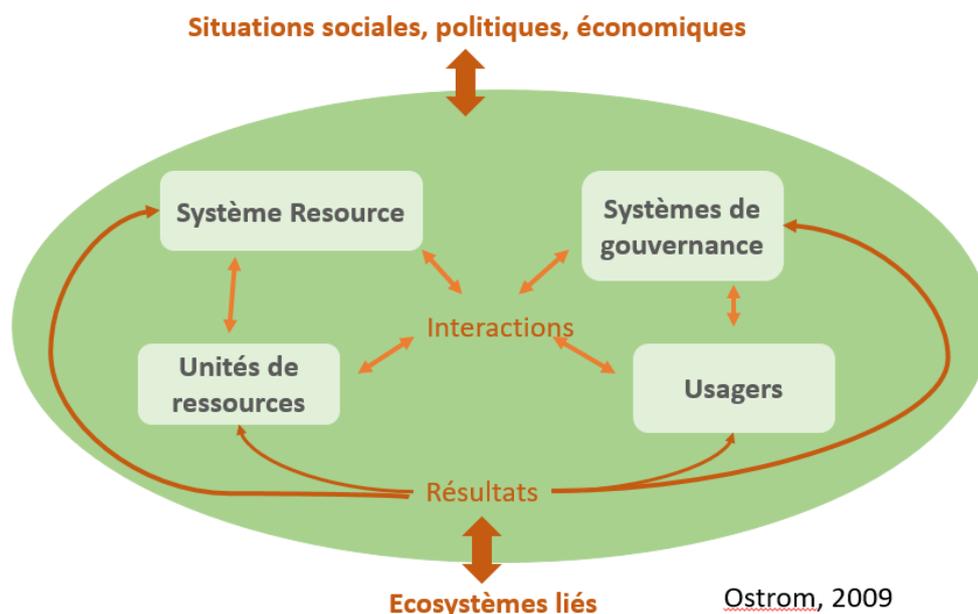


Figure 8 Schéma du socio-éco-système et des grandes variables (adapté de Ostrom, 2009)

Ces quatre grandes variables sont sous-divisées en sous-variables, qui permettent de les interroger finement. En nombre important (jusque 57), la liste a été réduite ici à celles qui semblaient le plus cohérentes avec la situation de GAM.

Elinor Ostrom a montré que 8 conditions doivent être acquises pour qu'il y ait gestion durable de la ressource (Elinor Ostrom & Basurto, 2011), ce sont les suivantes :

1. définir les limites du groupe et de la ressource ;
2. Faire correspondre les règles de gouvernance aux besoins et conditions locaux ;
3. S'assurer que ceux qui sont concernés par les règles peuvent participer à leur modification ;
4. S'assurer que les droits de créer la règle par les membres de la communauté sont respectés par les autorités extérieures ;
5. Développer un système, mis en œuvre par les membres des communautés pour surveiller le comportement des membres ;
6. Utiliser des sanctions graduelles pour les violateurs des règles ;
7. Fournir des moyens accessibles et économiques de résolutions de conflit ;
8. Construire la responsabilité de gouvernance de la ressource naturelle à des niveaux imbriqués du niveau le plus bas jusqu'au plus élevé dans un système.

Il s'agit d'appliquer cette grille de lecture au SES Forêt Energie de GAM.

La recherche sur le sujet continue d'inspirer des chercheurs avec « l'école de Bloomington » et d'être explorée dans le « Indiana Ostrom Workshop » à l'université d'Indiana Bloomington aux Etats-Unis. Depuis 2009, on peut observer une recrudescence de l'utilisation de ce cadre

d'analyse appliqué à des situations variées : gestion de la forêt, de stocks de pêche, de système agricole...

Des travaux précédents ont montré que l'information était une variable importante sur le SES bois-énergie en Rhône-Alpes. Avec une approche centrée sur la gouvernance, (Tabourdeau & Chauvin, 2015) relevaient que la filière bois-énergie en Rhône-Alpes avait besoin de construire une « intelligence commune », et pointaient entre autre que « la disponibilité de l'information sur la ressource et le partage de celle existante est un enjeu-clef pour tous les acteurs ». La grille de lecture du SES permettra de continuer cette analyse.

### 3 Chapitre 3 : L'approche méthodologique par le socio-éco-système

Pour acquérir les informations relatives aux variables du SES forêt-énergie de GAM, la méthodologie choisie repose sur trois enquêtes, conjuguant approche qualitative et quantitative.

#### 3.1 Les huit variables constituant le SES forêt-énergie de GAM

L'analyse du SES forêt-énergie se décompose en huit variables, théorisées par Elinor Ostrom dans différents articles, notamment « A diagnostic approach for going beyond panaceas » (Ostrom, 2007) et « Gouvernance des biens communs, pour une nouvelle approche des ressources naturelles » (Ostrom, 2010). D'autres articles concernant l'analyse du SES ont été lus, mais ce sont ces deux sources principales qui ont servi à poser le cadre d'analyse.

Chacune de ces variables est elle-même divisée en un nombre de sous-variables qui permettent d'analyser le SES. La grille suivante (cf Tableau 1) synthétise les variables et leurs sous-variables. Les huit variables correspondent à l'identique à ce qui a été identifié par Ostrom, alors que les sous-variables présentées ont été choisies parmi ce qu'elle propose. Il est en effet possible de ne prendre que les sous-variables intéressantes pour la description du système proposé.

Ces huit variables s'articulent pour couvrir l'ensemble des paramètres qui constituent le système forêt-énergie. **La première variable identifie et délimite le système de ressource** – ici la forêt qui alimente les chaufferies de GAM. La **deuxième variable « unités de ressources »** s'intéresse à la plaquette forestière et aux arbres dont elle est issue. La **troisième identifie le système de gouvernance relatif au système de ressources identifié**, c'est-à-dire identifie les acteurs présents dans le système, les réseaux existants, les systèmes de droits fonciers relatifs aux unités de ressource et l'ensemble des règles et des sanctions en place dans le système.

La **quatrième variable précise quels sont les usagers des unités de ressources, ici les fournisseurs de bois énergie**. Il avait été initialement choisi de considérer les chaufferies comme usagers principaux, mais les premiers entretiens ont rapidement montré que la plupart des chaufferies sont déconnectées de la forêt (à l'exception de la CCIAG) et n'ont pas conscience des itinéraires sylvicoles en amont de la plaquette forestière qui leur est fournie (cf annexe 2).

**La cinquième variable interroge les interactions entre les usagers et les différents acteurs du système.**

**La sixième variable regarde les résultats qui émanent de ce système**, notamment en terme de performances sociale et écologique. **La septième variable dresse les paramètres sociaux, économiques et politiques en place et la dernière variable s'intéresse aux flux dans et hors du SES vers les écosystèmes liés,**

<b>variable</b>		<b>sous variable</b>
VAR 1: système de ressource (forêt)	SR1	secteur
	SR2	clarté des frontières du système
	SR3	taille du système de ressources
	SR4	productivité du système
	SR5	propriétés d'équilibre
	SR6	prédictabilité des dynamiques du système
	SR7	localisation/lieu
VAR 2: unités de ressources (arbres et plaquettes forestières)	UR1	mobilité de la ressource
	UR2	croissance ou taux de renouvellement
	UR3	valeur économique
	UR4	taille
VAR 3: système de gouvernance (du système forêt-énergie)	SG1	structure en réseau
	SG2	systèmes de droits fonciers
	SG3	règles opérationnelles
	SG4	règles de choix collectifs
	SG5	règles constitutionnelles
	SG6	processus de monitoring et de sanctions
VAR 4: usagers (producteurs de plaquettes forestières)	U1	nombre d'usagers
	U2	attributs socioéconomiques des usagers
	U3	historique d'utilisation
	U4	lieu
	U5	dépendance envers la ressource
	U6	technologie utilisée
VAR 5: interactions	I1	niveaux de récolte/impact des différents usagers
	I2	partage de l'information entre usagers
	I3	conflit entre usagers
	I4	activités d'investissements
	I5	activités de lobbying
VAR 6: résultats	O1	mesures de performance sociale (efficacité, équité,
	O2	mesures de performance écologique (trop de récolte,
VAR 7: paramètres sociaux, économiques et politiques	S1	Développement économique
	S2	Politiques gouvernementales d'installations
	S3	Incitations du marché
VAR 8: écosystèmes liés	ECO1	flux dans et hors du SES

Tableau 1 Liste des variables et sous-variables pour l'analyse du SES (Adapté de Ostrom, 2007)

La mise en œuvre de la collecte d'informations pour chaque variable s'est faite progressivement et de la façon suivante.

### 3.2 Les étapes de la méthodologie suivie

La méthodologie suivie se décompose en trois étapes principales, accompagnées tout au long par des recherches bibliographiques.

#### Une première étape de recherche bibliographique :

Deux aspects ont été étudiés en particulier : un premier travail a été réalisé pour deux dossiers rendus dans le cadre de deux cours du M2 Géosphères : BIOGAF et Transitions Énergétiques. Ces travaux ont permis de synthétiser des connaissances relatives aux impacts de la récolte en bois énergie sur le sol (gestion des résidus, impact des types de récolte sur le carbone

du sol). Un second travail bibliographique a été réalisé pour s'approprier la grille de lecture du socio-éco-système et en tirer la trame des informations à rassembler.

#### Une deuxième étape d'enquêtes:

Pour délimiter le système de ressources, il a d'abord fallu déterminer les fournisseurs des chaufferies de GAM et ainsi retracer la chaîne d'approvisionnement et les combustibles bois employés au niveau de GAM. En parallèle de cette première enquête (voir point 3.3), Une deuxième enquête a été adressée aux acteurs du système forêt-énergie pour répondre à la méthode d'analyse du SES et fournir des éléments d'informations relatives aux grandes variables. Ceci a permis de cerner l'ensemble des acteurs du système forêt-énergie, par effet boule de neige (l'interlocuteur interviewé recommandant un autre).

Une troisième enquête, à l'intention des fournisseurs, a permis de préciser les pratiques sylvicoles des fournisseurs de GAM et d'affiner la connaissance du système forêt-énergie du territoire, notamment de préciser les massifs forestiers concernés.

#### Une troisième étape d'analyse :

Ces trois enquêtes ont été suivies d'une phase d'analyse des informations, avec la création de cartes, une évaluation rapide du prélèvement sur les massifs forestiers identifiés par le biais du site Global Forest Watch et un travail d'analyse du SES.

La méthodologie est mixte : elle s'appuie à la fois sur le recueil et l'analyse de données quantitatives (volume de bois, rayon d'approvisionnement (t)) et des données qualitatives.

### 3.3 L'identification des usagers (VAR 4): une enquête à destination des chaufferies bois de Grenoble Alpes Métropole

L'enquête a été adressée aux 57 chaufferies collectives listées par l'ALEC (de toute puissance et sous tout mode de gestion (privé, délégation...)). L'enquête a été conduite avec Google Form (questionnaire en annexe 1). Le but de l'enquête est d'identifier les fournisseurs, la connaissance de l'origine du bois par les exploitants des chaufferies, les volumes par chaufferie, le mode de traçabilité, l'intérêt pour une commande groupée, s'ils sont membres d'un réseau, le cadre réglementaire dans lequel l'exploitation de la chaufferie s'inscrit, et de répondre à des questions sur la gestion des cendres. Certaines de ces questions ne sont pas exploitées dans le mémoire, mais visaient à répondre à une demande complémentaire de la DTE.

**24 chaufferies ont répondu** à la sollicitation (42% du total des chaufferies collectives du territoire). Il est possible d'avoir manqué certains fournisseurs. Néanmoins, les discussions informelles avec les fournisseurs ont révélé que certaines des chaufferies qui n'avaient pas répondu à l'enquête se fournissaient bien chez eux. La donnée sur les consommations et fournisseurs des chaufferies étant incomplète, il a été choisi de travailler à obtenir une vision « macro » sur ce qui était produit par les fournisseurs et susceptible d'être brûlé sur le territoire de GAM.

### 3.4 Variables 1, 3, 5, 6, 7, 8 : enquête à destination des acteurs de la filière bois énergie et des territoires forestiers

L'enquête, qualitative, s'appuie sur la technique de l'entretien semi-directif, sur la base d'une liste de thèmes à aborder (Villate, 2007).

L'échantillon de personnes interrogées n'a pas vocation à être représentatif de la filière bois-énergie, mais a pour but d'interroger un nombre suffisant d'acteurs impliqués dans le système forêt-énergie de GAM pour aboutir à une information consolidée.

Il a été choisi empiriquement d'interroger des personnes du niveau régional jusqu'à l'échelon local du massif forestier, allant parfois jusqu'à interroger des personnes ou des structures hors de ces échelles (tels le cabinet Transitions basé à Paris, le responsable du développement d'ONF Ain, les spécialistes « carbone du sol » de l'ADEME), lorsque cela semblait nécessaire à l'éclaircissement de certains points. L'enquête à destination des fournisseurs a confirmé ensuite que cette échelle était la bonne et que aucun acteur majeur n'a été oublié. La mise en contact s'est faite par email essentiellement, à partir de contacts fournis par Fibois 38 et GAM ou de contacts recherchés sur internet. 37 personnes ont participé à des entretiens et discussions (voir en annexe 6 la liste des entretiens).

Toutes les structures concernées par le bois énergie et la gestion forestière n'ont pas été contactées. Les propriétaires forestiers n'ont pas été contactés, leur nombre aurait rendu le travail impossible et les entretiens menés ont suffi à fournir assez d'informations concernant la gestion de la ressource.

Les entretiens ont été réalisés par téléphone, essentiellement pendant la période du confinement dû à la pandémie du coronavirus (avril-mai 2020). Ils ont été réalisés en suivant un guide d'entretien (voir en annexe 5), qui reprenait les sous-variables de la grille présentée plus haut.

Au vu du grand nombre d'entretiens réalisés, les notes prises lors de l'entretien téléphonique ont été retranscrites dans la grille d'analyse du SES, au fur et à mesure des entretiens, soit sous la forme de phrases entières reprenant les paroles de l'interviewé(e), soit en ne notant que les expressions caractéristiques exprimées au cours de l'entretien. Chaque variable a ainsi été renseignée au fil des entretiens dans un grand tableur excel.

Les enquêtes à destination des fournisseurs ont été réalisées en dernier, pour bénéficier d'une meilleure compréhension du fonctionnement de la filière et pour affiner le questionnaire à leur destination.

### 3.5 Une enquête à destination des 22 fournisseurs identifiés

L'enquête à destination des fournisseurs a été réalisée soit lors d'une visite sur site (7 réalisées), soit par un entretien téléphonique. Elle a été adressée au 22 fournisseurs identifiés par l'enquête chaufferies. L'enquête interrogeait la production de la plaquette forestière par le biais d'un questionnaire ouvert sur le rayon d'approvisionnement de la ressource en bois, le mode d'exploitation en forêt dont elle est issue, les itinéraires sylvicoles en amont, l'évaluation de la ressource en bois, le mode de traçabilité et les volumes produits par l'entreprise (voir en annexe 12 le guide d'entretien). La confidentialité des données, condition requise par la CCIAG pour fournir sa liste de fournisseurs, ne permet pas de dévoiler le nom des entreprises.

## 3.6 Analyse des données

### 3.6.1 Traitement des données issues des enquêtes

**L'enquête des chaufferies** a été traitée avec une **méthode statistique descriptive**: les résultats sont présentés en annexe 2 et sont utilisés aussi dans les conclusions des tableaux de synthèse.

**L'enquête à destination des acteurs de la filière bois-énergie** a été traitée **de manière qualitative**, sur la base d'un tableau récapitulatif des informations recueillies lors des entretiens, à partir de la grille de lecture construite pour l'analyse du SES. La méthode d'analyse employée est celle de **l'analyse du contenu (Vilatte, 2007)**, qui **catégorise par thème** l'information recueillie. Six grands thèmes ont été choisis : l'évaluation du prélèvement et de la disponibilité de la ressource, les impacts du bois énergie sur les territoires, la réglementation et les instruments de régulation, les sanctions ou contrôle en place, le carbone du sol et les tensions dans les territoires.

Cette grille d'analyse par thème a été utilisée pour extraire, entretien par entretien, les informations en lien avec ces thèmes. Ces informations sont récapitulées dans des tableaux de synthèse (voir annexes 7 à 11), à partir desquels une synthèse est réalisée. Les conclusions sont ensuite retranscrites de manière narrative, résumant les résultats.

Toute l'information n'a pas été analysée de cette façon, pour des raisons de temps limité. Les résultats présentent donc les analyses issues des tableaux de synthèse et d'autres éléments d'information recueillis lors des entretiens.

**L'enquête à destination des fournisseurs** a été analysée de plusieurs façons :

- **une analyse spatiale** à partir d'une base de données. Ont été réalisées sur QGIS des cartes localisant les plateformes fournissant la ressource bois-énergie et représentant les différents types de combustibles utilisés sur le territoire de GAM, ainsi que des cartes représentant le rayon d'approvisionnement de chaque plateforme.
- **Une analyse quantitative**, par le calcul, à partir du tonnage annuel produit, du tonnage des essences prélevées, ceci permettant d'indiquer l'origine du bois brut utilisé pour la plaquette forestière alimentant GAM ;
- **Une analyse typologique** des fournisseurs permet de préciser la variable 4 « usagers » ;
- **Une analyse qualitative** venant alimenter les tableaux de synthèse sur les 6 grands thèmes choisis.

Un tableau récapitule en annexe 13 la base de données des fournisseurs anonymisée (pas de nom d'entreprise ni d'adresse). Les données traitées de manière qualitative sont présentées dans les tableaux de synthèse.

### 3.6.2 L'évaluation de l'intensité du prélèvement

Une évaluation rapide de l'évolution des massifs forestiers les plus soumis au prélèvement a été réalisée par le biais du site Global Forest Watch, d'après une suggestion émise par une personne lors des entretiens. La donnée acquise par télédétection rend compte de la surface

forestière perdue annuellement (coupe rase, incendie, événement climatique). Elle présente des biais (métadonnées peu développées, difficultés d'interprétation, pas de données pour contrevérifier l'information), mais cela reste pour l'instant le seul outil accessible au grand public pour suivre le prélèvement au niveau des massifs forestiers.

### 3.7 L'évaluation de la durabilité du système forêt-énergie

Une grille d'évaluation proposée par Ostrom (Ostrom, 2007.) permet d'évaluer la durabilité du système étudié. Si tous les critères sont remplis, l'institution est robuste, si certains sont remplis, l'institution est fragile, si peu sont remplis, c'est l'échec de l'institution. Cette évaluation est réalisée dans la partie 4, dans la présentation des résultats.

### 3.8 Les biais de la méthodologie

L'approche systémique employée a permis de proposer une alternative aux méthodes quantitatives mises en œuvre précédemment pour suivre les flux de bois qui ont eu un accueil mitigé par la filière. Néanmoins, l'étude menée se heurte elle aussi à un défaut de précision quantitatif lors des enquêtes auprès des fournisseurs, notamment sur les pourcentages de type d'essence récolté pour le bois-énergie, ainsi que sur les volumes totaux produits annuellement en plaquette forestière. Certains fournisseurs pourraient en effet ne pas avoir communiqué les chiffres réels. De plus, ces volumes peuvent varier d'année en année en fonction des événements climatiques et des dynamiques de la filière bois.

## 4 Chapitre 4 : Résultats de l'analyse du socio-éco-système Forêt-Energie de GAM

Les résultats sont présentés pour chaque variable étudiée suivant l'ordre déductif qui a été suivi pour remonter la filière d'approvisionnement.

### 4.1 Système de ressources, unités de ressources et usagers du SES forêt-énergie

#### 4.1.1 Les unités de ressources (VAR 2) : plaquette forestière et de combustible

L'analyse des données fournies par l'ALEC (liste des chaufferies), qui comprend la puissance et la consommation en bois, montre que la consommation en bois sur GAM est à 90% du fait de la CCIAG, une fois que Biomax rentre en fonction, soit sur la saison de chauffe 2020-2021 (cf figure 9 Répartition des consommations). En effet, on décompte quatre chaufferies de taille industrielle : trois unités gérées par la CCIAG (Poterne, Villeneuve, Biomax) de puissance totale de 55 MW (177 000 t/an), la papeterie de Vizille (13 000 t/an), 25 installations de puissance inférieure à 1MW (5132 t/an) et 28 installations de puissance inférieure à 400 kW au bois granulé (576t/an).

Les combustibles utilisés sont du bois déchiqueté (encore appelé plaquette forestière) à des degrés d'humidité variés (selon la chaufferie) et du granulé.

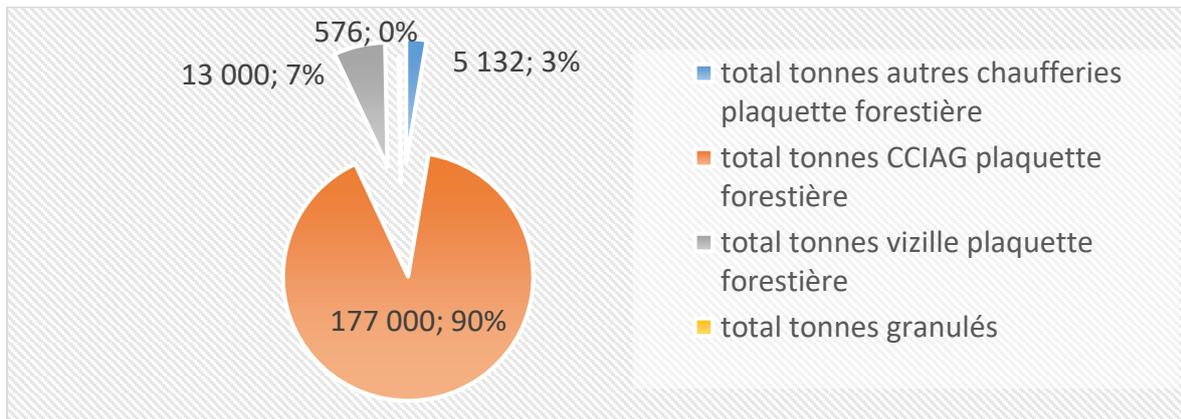


Figure 9 Répartition des consommations en produits bois énergie hors bois bûche sur GAM (t) pour la saison de chauffe 2020-21 (source : enquête chaufferies)

Ces combustibles proviennent de trois produits bois principaux, listés selon leur appartenance au classement des référentiels combustibles bois énergie (cf Annexe 3) : plaquette forestière de catégorie 1 et 2, granulés (catégorie 4), bois déchet (catégorie 3A).



Figure 10 Cat. 1: Châtaignier en attente de broyage, Pizançon 26 (photo CO) Figure 11 Cat. 2: Connexes de scierie (Marches, 26)



Figure 12 Cat. 3 A. Résidus de palettes en attente de broyage Bourg de Péage (26) (Bois A)

L'enquête à destination des chaufferies a permis d'identifier **22 fournisseurs en bois énergie** (voir l'annexe 13) pour l'ensemble de GAM : 4 pour le bois déchet (Bois A), 2 pour le granulé, et 16 pour la plaquette forestière.

Les producteurs de plaquette forestière fonctionnent selon deux modèles : soit le bois débardé est stocké sur des plateformes pour être broyé ensuite (il peut aussi être broyé en forêt et stocké en plaquette sur la plateforme pour le séchage) et livré aux chaufferies, soit le bois est stocké en forêt, broyé sur place et ensuite acheminé à la chaufferie. Les deux modèles peuvent aussi se compléter. Certains fournisseurs ne possèdent pas ou peu de plateformes et fonctionnent à flux tendu, avec livraison directe à la chaufferie. Cela permet d'éviter les ruptures de charge (transfert d'un camion à la plateforme et reprise par un autre camion ensuite), ce qui équivaut à une économie de 10€/t, mais cela implique une moindre qualité de séchage de la plaquette, qui est plus humide, et donc une acceptabilité seulement par certaines chaufferies (Mobilité de la ressource (UR1))

#### 4.1.2 Le système de ressources (VAR 1): la forêt qui alimente GAM

Secteur (SR1): La carte de la localisation des fournisseurs (figure 13) montre qu'ils sont situés en grande majorité dans le département de l'Isère, à moins de 100 km de GAM et quasiment tous en dehors des limites du territoire de GAM.

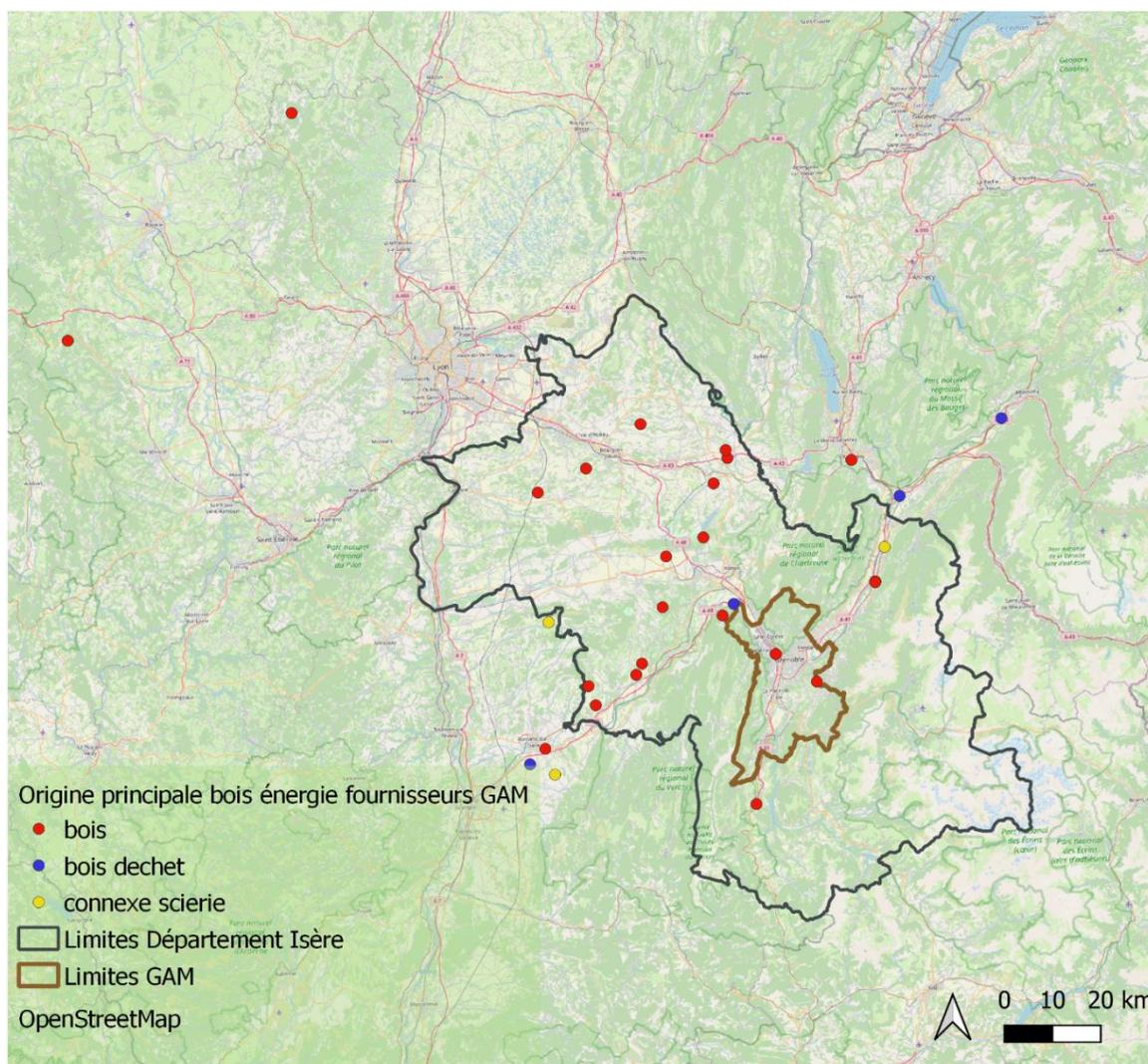


Figure 13 Localisation des fournisseurs de produits bois énergie de GAM et origine principale de la matière première de leurs produits (réalisé sur QGis par C. Oriol, source des données : OpenStreetMap, datagouv, GAM, enquêtes chaufferies et fournisseurs)

Un des points rouges situé dans le territoire de GAM indique la centrale Biomax et permet de représenter les approvisionnements de deux fournisseurs qui n'ont pas de plateforme dédiée et fonctionnent à flux tendu.

Aucun fournisseur n'est localisé dans les territoires montagnards environnants (Chartreuse, Belledonne, Vercors) et la grande majorité se situe au nord-ouest de GAM. Les deux fournisseurs situés au nord-ouest de Lyon fournissent GAM car ils sont liés à un groupement d'entreprises de bois énergie qui partage les débouchés entre les différents associés.

Le bois brut et le bois déchet sont utilisés pour faire de la plaquette forestière, quant aux connexes de scierie, ils sont utilisés pour produire du granulé (à partir de la sciure) et de la plaquette forestière.

**Concernant la plaquette forestière**, en 2019, le volume total produit (estimé à 415 855 t) par les fournisseurs de GAM se compose à 23% de bois déchet (95 665t), à 9% de bois issu de connexes de scierie (35 420t), le reste (68%- 284 770t) provenant de coupes de bois brut (cf figure 14 et données tableur fournisseur en annexe 13).

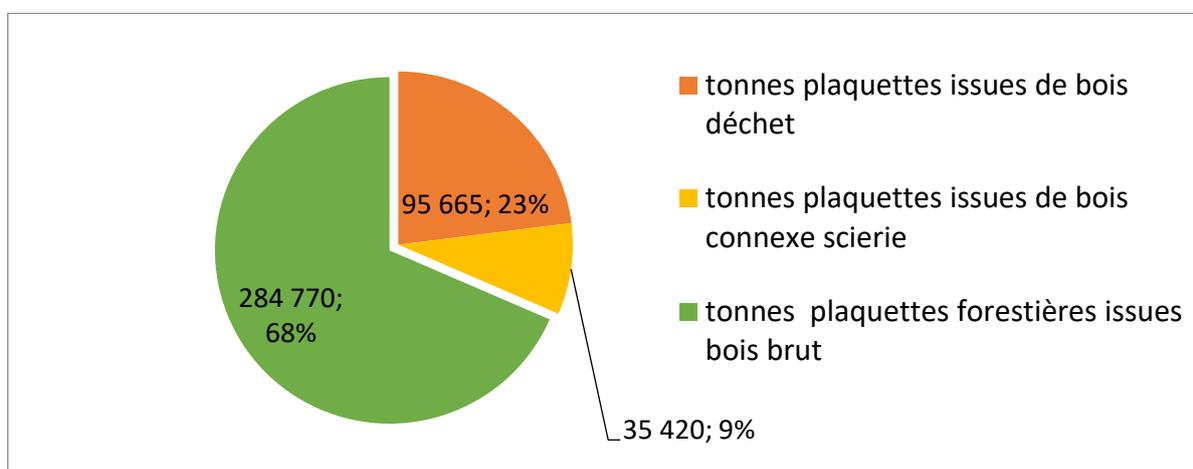


Figure 14 Origine de la plaquette forestière produite par les fournisseurs de GAM (source : enquête fournisseurs)

**Il est choisi de poursuivre le travail d'analyse sur la plaquette forestière issue de bois brut. En effet, elle provient directement des massifs forestiers, n'est pas issue d'un premier processus industriel et constitue la majorité de la plaquette produite par les fournisseurs.**

Cela permet de faire le lien direct entre pratiques sylvicoles et production de bois énergie.

GAM va consommer 195 132t de plaquette forestière (sèche et humide confondues) lorsque Biomax fonctionnera. GAM canaliserait donc la moitié de ce que les fournisseurs qui l'approvisionnent produisent actuellement.

La localisation des fournisseurs, associée à leur rayon d'approvisionnement, permet ensuite d'appréhender le bassin d'approvisionnement théorique sur lequel la ressource en bois est prélevée (cf annexe 4). On peut remarquer que le bassin d'approvisionnement dépasse le département de l'Isère et même déborde de la région AURA. **Le bois brut coupé pour la plaquette forestière l'est généralement dans un rayon de 40 à 80km**, sauf pour les fournisseurs qui fonctionnent en flux tendu et peuvent prétendre à une plus grande latitude pour le transport.

L'analyse de la carte du rayon théorique (car il ne prend pas en compte les questions de pente, d'accessibilité et de type de peuplement) montre que la zone de prélèvement semble se concentrer sur le Nord Isère (variable secteur (SR1)). La superposition avec les limites des massifs forestiers du programme régional forêt bois Auvergne-Rhône-Alpes permet d'identifier les massifs forestiers qui appartiennent à la zone d'approvisionnement des fournisseurs en plaquette forestière issue de bois brut (cf figure 15). Les massifs principaux identifiés sont au nombre de trois : le Bas Dauphiné – Chambarans, le Sillon Alpin et le Vercors, **avec une localisation majoritaire de la quasi-totalité des fournisseurs en plaquette forestière issue de bois brut sur le massif forestier du Bas Dauphiné-Chambarans. De manière secondaire, sont identifiés les massifs du Trièves-Matheysine-Oisans, le Bugey-Jura, le Beaujolais-Roannais-Lyonnais et le Pilat-Nord Vivarais.**

Il semble que cet exercice de spatialisation du bassin d'approvisionnement ait été réalisé pour la première fois dans le cadre de ce mémoire.

Les enquêtes auprès des territoires forestiers concernés (cf en annexe 6 la liste des entretiens menés) apportent d'autres éléments qui confirment que le massif forestier du Bas Dauphiné-Chambarans est celui sur lequel le prélèvement se concentre.

En effet, les massifs forestiers montagnards de la Chartreuse (dans le Sillon Alpin) et du Vercors sont majoritairement à vocation bois d'œuvre (exemple : l'AOC Bois de Chartreuse) et ne produisent que peu de bois énergie, bien que les volumes exploités en bois énergie ne soient pas connus.

Par ailleurs, les coûts de mobilisation de bois en montagne font qu'il n'est pas rentable d'exploiter du bois de montagne pour le bois énergie. On parle de coût de chantier en montagne de 30 €/m<sup>3</sup> contre 15€/m<sup>3</sup> en plaine. Ainsi, les chaufferies présentes sur le massif de la Chartreuse et du Vercors (dont celle de Villars de Lans de 2 MW) ne sont pas uniquement approvisionnées par du bois issu de leur territoire mais font appel aussi à des fournisseurs extérieurs à leur territoire.

Sur le territoire de la communauté de communes du Grésivaudan, les flux de bois énergie sont mieux connus, car une plateforme bois énergie (qui stocke jusqu'à 40 000t de bois destiné à de la plaquette forestière), située à Goncelin, permet de concentrer les flux de bois énergie sur un même lieu. Le Trièves n'est que faiblement pourvoyeur en bois énergie et ne parvient pas à assurer l'approvisionnement de ses chaufferies (à Monestier du Clermont et à Mens) par la ressource locale.

Le territoire de GAM possède un schéma de desserte forestière qui vise à améliorer l'exploitation de son territoire forestier pour le bois énergie, mais il n'a pas été réalisé. Un producteur de plaquette forestière est bien présent sur son territoire mais ne produit que des faibles volumes à destination de son village. Il faut garder en tête que ces cartes ne présentent pas une information complète : en effet les prélèvements des fournisseurs travaillant en flux tendu ne sont pas pris en compte.

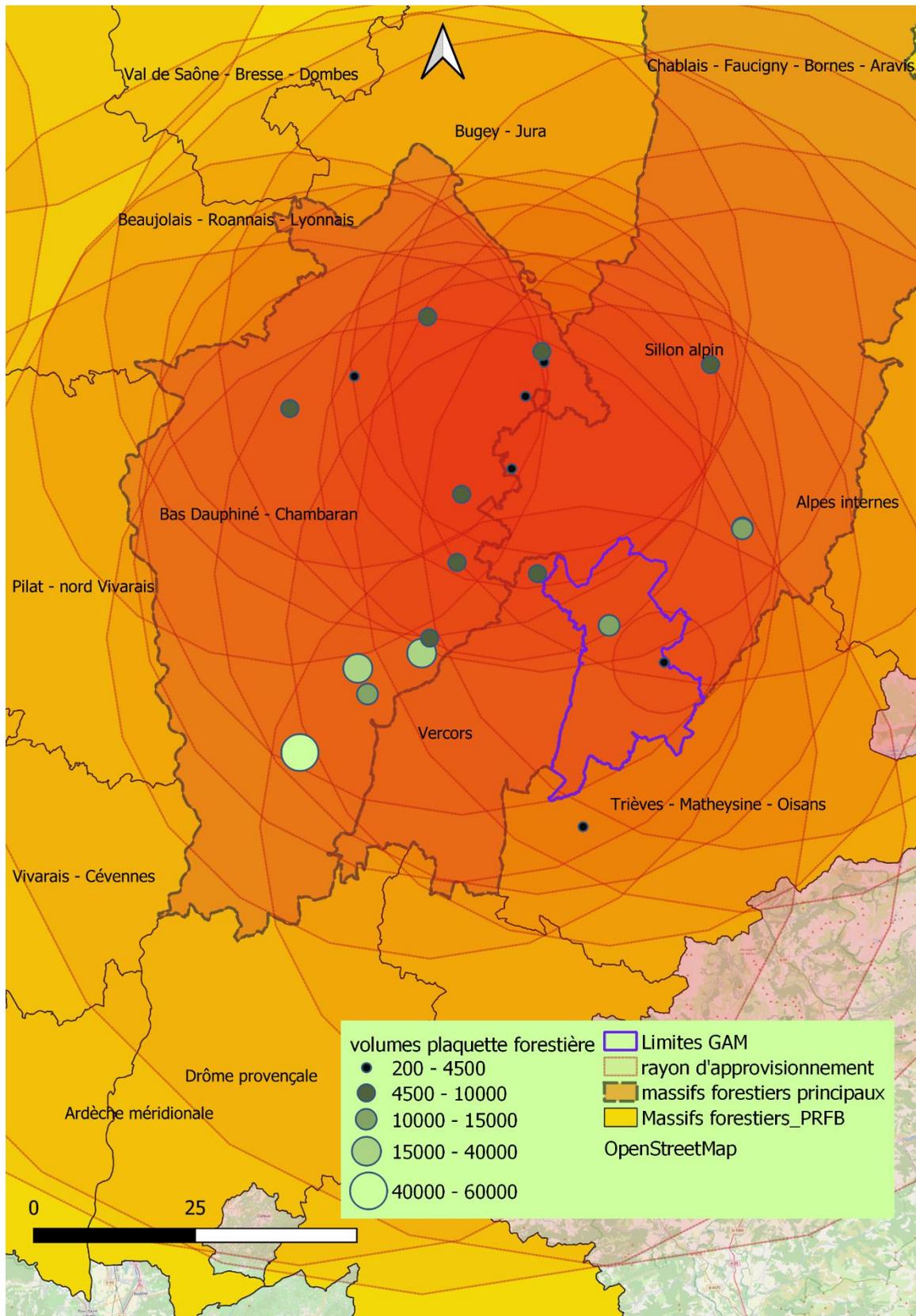


Figure 15 Principaux massifs forestiers appartenant à la zone d'approvisionnement des fournisseurs en plaquette forestière issue de bois brut et volumes annuels (en tonne) produits par plateforme identifiée (réalisé par C. Oriol sur QGis, source: data.geocatalogue.fr, GAM, datagouv, enquête fournisseurs)<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Massifs forestiers du programme régional forêt bois Auvergne-Rhône-Alpes <https://data.geocatalogue.fr/id/dataset/fr-120066022-jdd-6c22817e-db0e-4277-8aef-847173b3ade4>

Concernant la variable- Propriétés d'équilibre (SR5), les entretiens ont mis à jour les différents outils utilisés **concernant l'évaluation de la disponibilité en ressource bois** (voir annexe 7 le tableau de synthèse).

**Au niveau régional**, on trouve le schémas régional biomasse, le plan régional Forêt-Bois, les modélisations de flux de bois (peu réussies), l'observatoire régional du Bois Energie qui se concentre sur les volumes produits en bois énergie, pas sur leur origine

**Au niveau territorial**, on utilise un Plan d'Approvisionnement Territorial (PAT) réalisé avec la COFOR – en général fiable sur territoires bois d'œuvre (Vercors, Chartreuse), et avec une fiabilité limitée sur les autres territoires, des schémas de de desserte forestière (GAM), Des outils utilisés en interne (Territool-COFOR, Observatoire Forestry pour GAM), des relevés LIDAR pour certains territoires (Chartreuse) mais trop cher pour d'autres territoires et il existe des Plans Simple de Gestion (PSG) pour les propriétaires de forêt de plus de 25 ha. Pour certains énergéticiens, la disponibilité de combustible bois chez les fournisseurs préfigure de la disponibilité de la ressource en forêt.

Selon les acteurs, l'évaluation de la ressource est bonne sur la forêt publique, mais moins bonne sur la forêt privée. **Les outils utilisés concernant l'évaluation du prélèvement** sont les enquêtes de branche au niveau départemental et la déclaration de chantiers des exploitants à la commune et à la direction du travail.

**Les outils portant l'attention sur la ressource bois au niveau territorial** sont le PCAET et les TEPOS et la coordination Interteapos.

Il n'y a pas de lien effectué entre les schémas théoriques régionaux et les prélèvements à un niveau territorialisé. L'évaluation locale de la ressource manque de précision.

L'évaluation quantitative de l'accroissement forestier ne peut pas préfigurer d'une disponibilité en bois énergie car il manque les paramètres d'accessibilité, le coût d'exploitation, des moyens humains et techniques disponibles sur le territoire pour produire un combustible de qualité.

Cette analyse montre aussi que la clarté des frontières du système (SR2) n'est pas acquise, les frontières en restent floues, dans une limite imposée par le coût du transport de la plaquette forestière. Cela est dû entre autres à une forte variabilité de l'origine du bois : les flux de bois à destination de la plaquette forestière peuvent varier fortement d'une année sur l'autre en fonction des épisodes climatiques. Néanmoins, cette question est ressortie comme une interrogation très forte de certains acteurs, qui demandent une **traçabilité de la plaquette forestière** aux fournisseurs.

La taille du système de ressources (SR3) peut être calculé sur la base des massifs forestiers identifiés, mais ici n'est pas l'enjeu. Les entretiens ont montré que la plupart des acteurs du système forêt-énergie ont une connaissance plus ou moins réaliste et approximative du système de ressources, mais que cette information n'est pas accessible, de manière synthétisée pour les décideurs et acteurs du système forêt-énergie. La DRAAF produit en effet

dans le cadre du PRFB (Programme Régional Forêt-Bois) des « fiches massifs »<sup>17</sup> qui regroupent les informations nécessaires, mais il y manque les informations relatives à la récolte en bois énergie. Au niveau des territoires, de la même manière, l'information est disponible quant à la taille du système de ressource, mais c'est l'information sur le niveau du prélèvement qui est manquant.

#### Croissance ou taux de renouvellement (UR2) :

L'ensemble des fournisseurs considère que la ressource en bois brut est largement disponible. Au niveau des peuplements forestiers exploités pour la plaquette forestière, c'est l'espèce du peuplement qui va fournir l'information du taux de renouvellement.

Ainsi, l'enquête fournisseurs indique que sur les **284 770 tonnes de plaquettes forestières produites issues de bois brut en 2019, 58% sont issues du châtaignier** (cf figure 16). Sur le volume total de plaquettes forestières (y compris issues de bois déchet et de connexes de scierie, cela représente 40%. Ce chiffre a été calculé à partir des données fournies par les fournisseurs (volume total produit annuellement, essences principales et secondaires exploitées, pourcentage de cette essence par rapport aux autres, voir le tableur en annexe 13). Le pourcentage « indéterminé » relève d'informations non précisées par les fournisseurs de bois énergie.

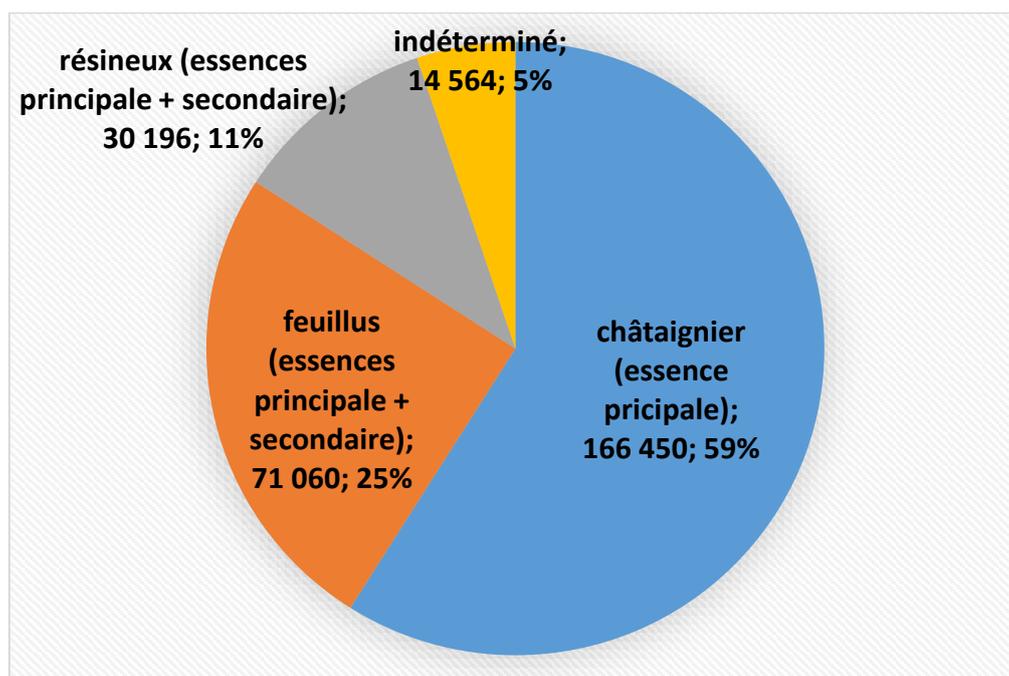


Figure 16 Type d'essence principale et secondaire pour la plaquette forestière et proportion du volume total produit chez les fournisseurs de GAM (source : enquête fournisseurs)

**La plaquette forestière produite à partir de bois brut est donc à 84% issue de peuplements de feuillus.**

Les entretiens ont permis de préciser les modes d'exploitation des différents types de peuplement : les coupes de châtaignier se font, sur des peuplements situés en faible pente (inférieure à 30%) avec une abatteuse, et des bûcherons quand la pente ne permet plus son

<sup>17</sup> [http://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/4-Annexe\\_4\\_PRFB\\_AURA\\_-\\_FICHES\\_MASSIFS\\_cle05b26f.pdf](http://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/4-Annexe_4_PRFB_AURA_-_FICHES_MASSIFS_cle05b26f.pdf)

utilisation. Les exploitants forestiers cherchent à remembrer les parcelles pour la coupe pour former une superficie d'au moins 2ha, et démarche dans ce but les petits propriétaires privés (moins de contraintes sur les chantiers de coupe qu'en forêt publique). Certains exploitants continuent de travailler avec des bûcherons, mais ils ne font pas la majorité. Les coupes de châtaignier sont en général rases. Il s'agit de l'exploitation de bois de faible valeur, non valorisée par d'autres usages, parfois sur des peuplements vieillissants ou malades voire morts. Les coupes se font tous les 18-25 ans.

Concernant les autres feuillus, il peut s'agir de peupliers (dont les surbilles), trembles, chênes, merisiers, bouleaux, robiniers, qui peuvent venir soit de coupes d'éclaircies, d'élagage, de nettoyage de terrain par des agriculteurs ou aménageurs. Les résineux sont issus des mêmes types de coupe.

Connaissant les modes de gestion du châtaignier (taillis) et la prévalence du résineux dans la filière bois d'œuvre, on peut en conclure que la filière bois énergie fournissant GAM ne serait potentiellement complémentaire de la filière bois d'œuvre que sur ces 16% (résineux + indéterminé) ainsi que sur un pourcentage non défini en complémentarité avec la filière piquet sur le châtaignier (suite au travail de Fibois de mise en relation des acteurs).

On peut donc avancer que le système forêt énergie de GAM repose sur l'exploitation de feuillus à faible valeur, en majorité sur du taillis de châtaignier à courte rotation (environ 20 ans).

Les seuils de renouvellement théoriques seraient donc entre 5,5% (sur une rotation de 18 ans) et 4% pour des peuplements en taillis et le peuplier, et de moins de 1% pour les peuplements en futaie (rotation de 120 ans), sur la base de peuplements non mixtes.

Productivité du système (SR4) : Un hectare de coupe rase de châtaignier permet de récolter 300t de bois, en coupe d'éclaircie, cela descend à 80-100 tonne/ha. Un exploitant peut récolter jusqu'à 100t de bois en une journée.

Valeur économique (UR4) : Il est apparu que le coût du transport de la plaquette forestière (de 20 à 30% du prix final) limite nécessairement le rayon d'approvisionnement. Des études sont en cours (AURA EE, Fibois) pour quantifier et mettre à jour les flux de bois et les coûts liés à l'exploitation du bois énergie. Selon le fournisseur, le prix d'achat du bois varie entre 7 et 10% du prix final (le schéma ci-dessous – figure 17- montrant un peu plus). Comme le rappelle un fournisseur, ce n'est pas le coût du bois qui est important, mais le coût des équipements nécessaires pour l'exploitation et le broyage.

Un hectare de châtaignier coûte entre 1500 et 3000 euros, et connaît, selon un interlocuteur, une augmentation depuis 10 ans (passage de 1500 à 3000 euros). Les prix peuvent varier de parcelles en parcelles selon le gain de temps et la rentabilité que cela dégage pour l'exploitant : une parcelle attenante à une autre pourra se voir proposer un prix supérieur dans la mesure où le travail avec l'abatteuse permet de réaliser plus rapidement l'exploitation. Certains fournisseurs considèrent que le prix de la plaquette forestière est trop faible et ne permet pas de stabiliser leur modèle économique.

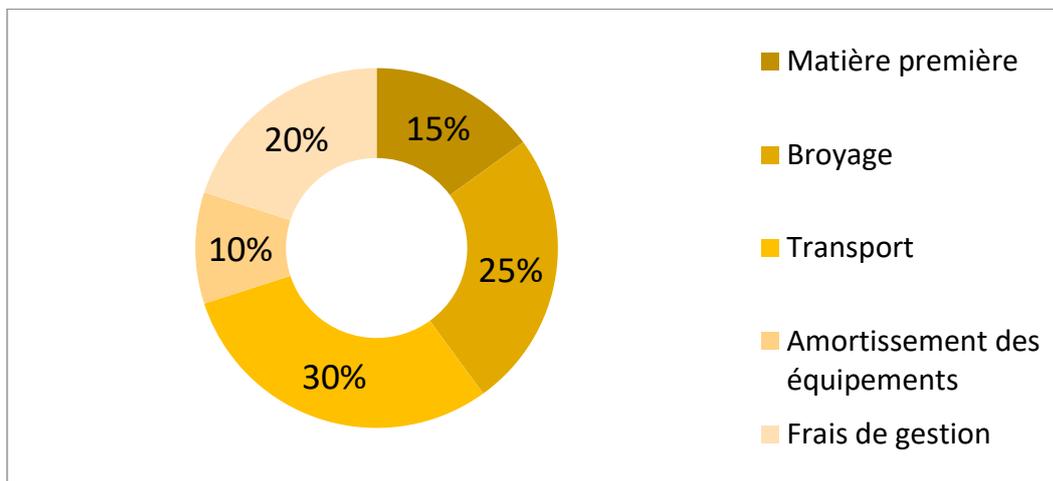


Figure 17 Décomposition du prix de la plaquette forestière (source: webinaire approvisionnement CIBE, Biomasse Normandie)

Concernant la prédictibilité des dynamiques du système (SR6), les entretiens ont fait ressortir des incertitudes liées au changement climatique, notamment concernant le comportement de certains feuillus face à la sécheresse (le hêtre qui demande beaucoup d'eau), ce qui peut modifier les peuplements et le scolyte qui s'attaque essentiellement à l'épicéa.

#### 4.1.3 Les usagers (VAR 4)

Les usagers du système forêt énergie de GAM sont nombreux : de l'abonné du réseau de chaleur au propriétaire privé. Il a été choisi ici, pour faire le lien avec la gestion forestière, de s'intéresser plus particulièrement aux fournisseurs en produits bois énergie de GAM.

Une typologie a été dressée (figure 18) et distingue quatre grands types de fournisseurs.

La première catégorie, celle des fournisseurs issus de l'exploitation forestière qui se sont diversifiés vers le bois énergie regroupe le plus grand nombre de fournisseurs. Ils peuvent avoir une activité secondaire de production de bois de chauffage ou de grumes. Ces fournisseurs, en fonction de la diversification de leurs activités, peuvent être très dépendants du marché de la plaquette forestière. Ils produisent de plus ou moins grands volumes (200 à 20 000t). On y trouve aussi les entreprises issues de l'exploitation forestière qui fournissent historiquement l'industrie du groupe Ferropem-Ferroglobe (anciennement Pechiney) en bois (feuillus uniquement) depuis les années soixante. Ces entreprises bénéficient du développement du bois énergie pour trouver un nouveau débouché compensant la baisse d'activité du groupe Ferropem-Ferroglobe (historique d'utilisation (U3), lieu (U4)).

Il convient de préciser que les fournisseurs de plaquettes forestières ne sont pas nécessairement les exploitants qui réalisent les coupes en forêt : ils peuvent acheter du « bois sur pied » et réaliser eux-mêmes la coupe, ou acheter le bois « bord de route », déjà coupé et débardé. Cela signifie qu'une autre catégorie d'usagers existe : les entreprises de travaux forestiers (ETF) qui font de l'exploitation forestière sans transformation en plaquette de leurs produits. Ces usagers n'ont pas été enquêtés.

La deuxième catégorie regroupe les entreprises issues de la filière déchets et sa valorisation, qui récupèrent du bois A (bois déchet, bois SSD) qui est broyé pour faire de la plaquette forestière. Les volumes varient considérablement de 4000 à 75 000t. Ce n'est pas l'activité

principale de ces entreprises. La troisième catégorie regroupe deux entreprises qui ont initialement une activité de scierie et ont développé une activité connexe de production de plaquettes forestières et/ou de granulés ici des déchets de scierie. La quatrième catégorie rassemble des structures avec des profils atypiques : une entreprise de BTP qui utilise ses équipements pour faire de l'exploitation forestière, une structure que la CCIAG a créée pour son propre approvisionnement et un producteur de granulés dont l'historique n'est pas connu.

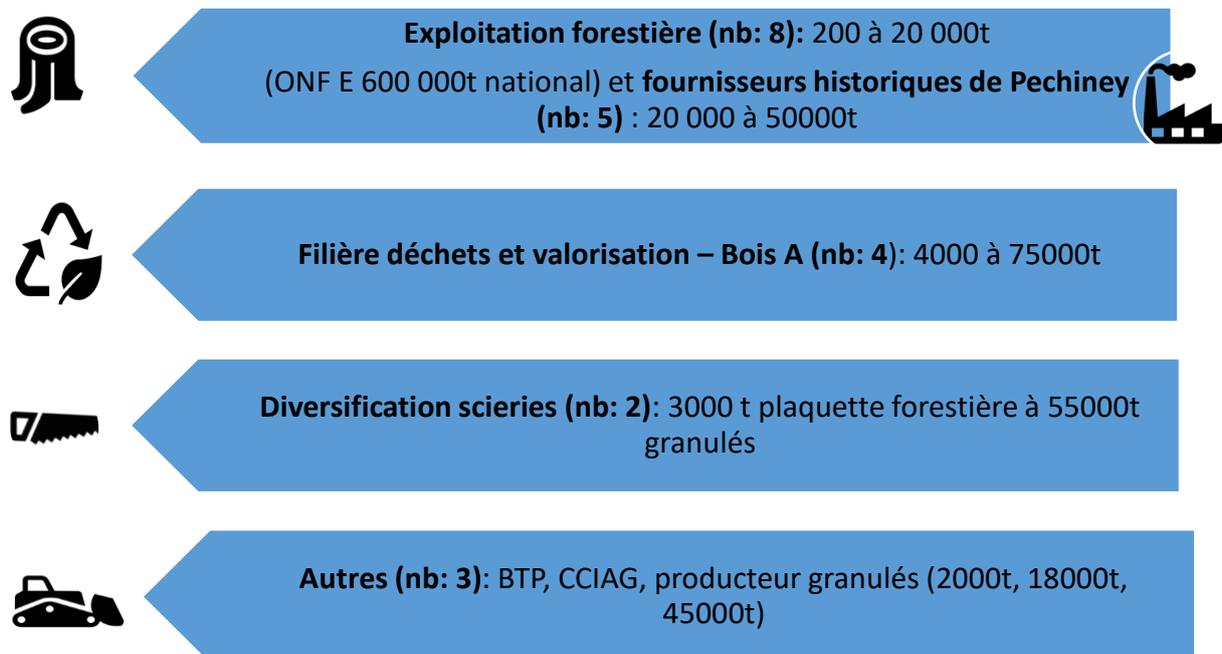


Figure 18 Typologie des usagers - fournisseurs de plaquettes forestières et de granulés du territoire de GAM (réalisé par C.ORIOL, source enquête fournisseurs)

Les entretiens avec les acteurs ont fait ressortir un changement des méthodes de prélèvement sur le massif forestier du Bas Chambarans Dauphiné .

Le massif peut être divisé en 3 grands sous-ensembles avec des usages historiques différents : la forêt qui appartenait à l'Abbaye de Bonnevaux parsemée d'étangs aménagés, la forêt des Chambarans utilisée pour l'industrie locale (charbon de bois), et la forêt de la Drôme des collines, espace de pâturage pour caprins, ce qui n'a pas forgé une culture sylvicole forte.

La coupe rase en était le mode d'exploitation courant (Casset, 2012), menée par des agriculteurs à des moments creux de l'exploitation agricole. Depuis 1990, il y a eu développement de la filière du piquet (de châtaignier) et depuis 2010, développement du bois énergie, qui s'est accompagné de méthodes de prélèvement plus « industrielles » (Casset, 2012). Les fournisseurs enquêtés ont en effet en grande majorité indiqué que la récolte se fait de manière de plus en plus mécanisée (abatteuse) pour répondre à la double contrainte de la difficulté à trouver de la main d'œuvre (bûcheron) et d'avoir un coût d'exploitation faible. Un fournisseur mentionnait que le nombre d'abatteuses sur le massif du Bas Chambarans Dauphiné avait plus que doublé en cinq ans (technologie utilisée (U8)). L'utilisation de

l'abatteuse n'implique pas nécessairement une coupe rase, mais peut aussi être utilisée pour réaliser des coupes d'éclaircies.

**En conclusion, le système forêt-énergie de GAM repose sur un système de ressources basé essentiellement sur l'exploitation du feuillus de faible valeur en propriété privée. Plus de la moitié de ces feuillus sont des taillis de châtaigniers à courte rotation, qui appartiennent à de nombreux propriétaires privés, en général peu impliqués dans la gestion de leurs parcelles de très petites tailles. L'exploitation en est mécanisée sur les pentes de moins de 30%. Les itinéraires sylvicoles des autres types de feuillus sont mal connus. L'évaluation de la ressource bois n'est pas faite finement au niveau des territoires. Il n'y a pas d'outil de suivi du prélèvement en bois énergie utilisable par les territoires des massifs forestiers prélevés. Il n'y a pas de lien réalisé entre les schémas théoriques de prélèvement et la réalité de terrain.**

#### 4.2 Le système de gouvernance (VAR 3) : un vide réglementaire et peu d'outils de contrôle

Concernant les réseaux existants (structure en réseau (SG3)), GAM est dotée d'une stratégie interterritoriale pour la forêt, « Forêt Horizon 2030 » regroupant les territoires suivants : Grenoble-Alpes Métropole, **Communauté d'agglomération du Pays Voironnais**, **Communauté de Communes Le Grésivaudan**, Communauté de Communes du Trièves, **Communauté de Communes Saint-Marcellin-Vercors-Isère**, Parc Naturel Régional de Chartreuse, Parc Naturel Régional du Vercors. Trois de ces territoires apportent une contribution significative en bois-énergie (surlignés en gras), les autres territoires sources de bois énergie ne font pas partie du groupe de travail et le regrettent.

Les territoires forestiers dont est issu le bois énergie n'ont pas été consultés pour la préparation du projet de Biomax. Les territoires concernés demandent donc une meilleure communication et la création d'un espace de dialogue. Fibois coordonne l'interprofession et a pour rôle principal de faire du lien avec les différents acteurs en lien avec l'interprofession bois, y compris le grand public qui se promène en forêt.

Comme mentionné plus tôt, certaines entreprises productrices de bois énergie se sont regroupées en une entité pour sécuriser l'approvisionnement de leurs clients et peser plus de poids lors des négociations commerciales. Ainsi, on remarque que des réseaux sont existants : entre les collectivités, entre les fournisseurs, et que quelques maillons (Fibois) permettent de faire le lien entre des univers différents.

Concernant les systèmes de droits fonciers (SG4), il est intéressant de constater que sur les massifs prélevés majoritairement, **la propriété est essentiellement privée et fortement morcelée** (tableau 2), ce qui complique la gestion.

Massifs forestiers	% ha forêt privée	Nb de propriétaires	Taille moyenne par propriétaire
Bonnevaux	91	Environ 27 000	0,9 ha
Chambarans	85	21 293	1,48 ha
Grésivaudan	60	12 368	1,6 ha

Tableau 2 Hectares de propriété privée dans les massifs forestiers prélevés en bois énergie (source: données PAT des territoires, charte forestières des Chambarans, 2007, Stratégie forestière Grésivaudan<sup>18</sup>)

Face au fort morcellement et aux difficultés d'une gestion commune et concertée, l'ASLGF du Bas Dauphiné a été créée en 2009, rassemblant des propriétaires privés soucieux d'améliorer leur forêt. Pour faire face aux mêmes difficultés, la « Communauté de communes Bièvre Isère a initié en 2020 une mission d'étude technique et juridique pour guider la mise en place d'un **organisme d'intérêt général**, dont la mission serait de procéder par ventes, achats ou échanges amiables, à la constitution de tènements de taille critique »<sup>19</sup>. Ces deux points illustrent bien les deux attitudes opposées des propriétaires privés : certains sont impliqués dans la gestion forestière, d'autres ne le sont pas du tout.

Concernant la réglementation, un tableau de synthèse des entretiens (annexe 8) a été réalisé. De nombreuses règles existent.

Pour la **réglementation des chaufferies**, la part de plaquettes certifiées PEFC, dont le taux varie en fonction des régions, est donnée par l'ADEME. La cellule biomasse donne un avis sur les plans d'approvisionnement pour les installations supérieures à 12 GWh et les chaufferies à partir de 1 MW doivent respecter les arrêtés préfectoraux ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

Il n'y a pas d'obligation de rayon d'approvisionnement au niveau régional, mais c'est le cadre du contrat de fourniture avec la commune (pourcentage de bois et rayon d'approvisionnement) qui peut en donner un.

**Concernant les règles à destination des fournisseurs**, ils suivent la hiérarchie des usages (qui consiste à utiliser le bois de manière à en tirer le plus grand bénéfice économique possible), qui implique **le tri du bois**, la traçabilité PEFC pour certains d'entre eux, un rayon d'approvisionnement demandé par certaines chaufferies et pour certains, un engagement de qualité en s'affiliant à l'association CBQ+. **L'association CBQ+** permet aux producteurs de bois énergie de certifier leurs bonnes pratiques en matière de service client, management, gestion du risque, de la sécurité (ISO 9001) et de qualité du produit. Cela permet aux entreprises de mutualiser des outils de gestion, de traçabilité et de rentrer dans une démarche de structuration à moindre coût. De fait, le travail de l'association laisse les entreprises bois énergie se concentrer sur l'approvisionnement en bois, en externalisant une démarche qualité (structure en réseau (SG3)).

Concernant **les exploitants**, ils suivent le tri du bois, le code forestier et sa réglementation annexe (obligation de reboisement), la règle du défrichement soumis à autorisation

<sup>18</sup> [http://www.radio-gresivaudan.org/IMG/pdf\\_seminaire\\_lancement\\_projet\\_strat\\_forestier.pdf](http://www.radio-gresivaudan.org/IMG/pdf_seminaire_lancement_projet_strat_forestier.pdf)

<sup>19</sup> <http://www.nomadeis.com/2020/03/gestion-espaces-forestiers-bievre-isere/>

préfecturale (pour plus de 2 ha). Ils sont soumis à une déclaration de chantier auprès de la commune et aux contrats passés avec les propriétaires (et leurs clauses environnementales, notamment sur les marchés ONF). Il n'y a pas de réglementation sur les rémanents ou le tassement des sols. Sur un peuplement en taillis, l'exploitant n'est soumis qu'à l'obligation de replanter, ce qui se fait naturellement.

**Pour les propriétaires privés**, ils sont soumis à un PSG si la superficie de leur forêt est supérieure à 25 ha et si la superficie est inférieure à 25 ha et si 50% est en futaie, il faut une autorisation préfectorale pour effectuer une coupe rase. Il n'y a pas de réglementation sur le taillis, mais à l'inverse, une futaie ne peut pas revenir en taillis. Un classement en espace boisé classé régit la coupe en fonction de la pente et le plan de gestion des risques le peut aussi mais il est peu pratiqué. Le schéma régional de gestion sylvicole leur propose des orientations de gestion. Ils peuvent s'inscrire dans une démarche volontaire de certification avec PEFC ou se voir proposer une certification PEFC par les exploitants forestiers, sans qu'ils ne soient engagés dans une réelle démarche de gestion (pas de gestion après certification). Enfin, une adhésion à une ASLGF implique que le propriétaire prenne part à la gestion commune des parcelles qui la constitue.

**En pratique**, l'enquête montre une impuissance de certains acteurs (territoires forestiers, CRPF) à intervenir sur la propriété privée morcelée, alors qu'ils fournissent un travail important de sensibilisation et d'information. De plus la certification PEFC ne concerne que peu la forêt privée et le bois de faible valeur (donc le bois énergie), c'est essentiellement la forêt publique qui est certifiée PEFC. Néanmoins le cahier des charges PEFC étant le fruit d'un consensus, certaines pratiques sont tolérées : une coupe rase peut être certifiée PEFC jusqu'à 25ha.

Enfin les nombreux codes (forestier, environnement, urbanisme, collectivités...) en vigueur sur la forêt font dire à la profession qu'il y a déjà assez de réglementation.

Les règles en vigueur (réglementation du droit national ou cahier des charges des certifications) laissent un vide concernant la gestion et l'exploitation des taillis de faible valeur à destination du bois énergie.

**L'examen des sanctions ou des moyens de contrôle** amène des éléments complémentaires. En effet, **les chaufferies**, en fonction de leur puissance, se voient contrôlées sur leur plan d'approvisionnement, sur un justificatif d'approvisionnement minimum en plaquette forestière PEFC et un bon qui en justifie la livraison. Les fournisseurs peuvent, eux, se voir contrôler sur la preuve de l'origine du bois par la traçabilité PEFC s'ils sont certifiés.

**Les exploitants** peuvent être sanctionnés par un procès-verbal s'ils effectuent des coupes sans déclaration sur les surfaces supérieures à 2ha. En effet, la DDT 38 réalise un contrôle, via photo interprétation, des coupes rases réalisées.

Les contrôleurs PEFC, avec l'expérience du territoire, finissent par connaître les « mauvais exploitants ». **Pour les propriétaires**, il n'y a pas de sanctions ou de contraintes sur les conditions de chantier, sur la vente, sur les méthodes de gestion pour le taillis.

En pratique, le contrôle de l'ADEME sur l'approvisionnement en bois est faible. Les territoires forestiers n'ont aucun outil pour sanctionner les dérives. Le code forestier n'encadre pas les pratiques sur les taillis. Le contrôle social (usagers de la forêt qui rapportent de mauvaises pratiques) est très présent du fait d'un accroissement de la fréquentation des espaces forestiers. Les exploitants veillent ainsi à minimiser leurs impacts lors des coupes. Finalement, au niveau des collectivités, c'est la sanction du vote qui vient juger de la politique menée.

Ces différents éléments apportent des limites à des pratiques de récolte de bois énergie potentiellement impactantes, mais ne sont pas pour autant des garanties d'une gestion durable (entendue ici comme assurant un renouvellement du peuplement forestier sur le long terme) ou d'une absence de dégradation du milieu.

**L'analyse du système de règles et de sanctions montre que des règles existent aux différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement en bois énergie. Néanmoins, la récolte de taillis pour le bois énergie sur de la propriété privée n'est pas soumise à des règles propres, qui encadreraient un prélèvement massif. Les sanctions ou moyens de régulation n'adressent pas cette question. Seul le contrôle social, la sanction du vote et des regroupements de propriétaires (ASLGF) peuvent venir contrer un prélèvement systématique. Les règles de gouvernance sont nombreuses mais n'adressent pas, par défaut, la question de la durabilité de la récolte du bois énergie.**

#### 4.3 Les interactions (VAR 5)

Concernant les niveaux de récolte et l'impact des différents usagers (I1), on a vu que depuis les années soixante, les Chambarans et Bonnevaux ont été exploités pour du bois énergie afin de fournir l'industrie du silicium (Pechiney). Ce n'est que récemment (environ cinq ans d'après les entretiens) que l'on est passé à un mode d'exploitation industrielle avec les impacts que cela peut engendrer (voir ci-dessous). Ceci s'explique aussi par la difficulté à trouver des bûcherons, métier difficile et dangereux.

Les fournisseurs expliquent qu'ils suivent le signal prix, c'est-à-dire qu'ils continueront à couper du châtaignier tant que le prix d'achat du bois sur pied restera dans la limite d'un prix de vente acceptable de la plaquette forestière.

Les tensions principales (cf tableau de synthèse en annexe 10) qui ressortent sont une inquiétude liée à l'intensité du prélèvement sur les territoires forestiers concernés et notamment les Chambarans (dû à leur facilité d'accès), des tensions liées à la pratique de la coupe rase, la question de la disponibilité en bois pour l'approvisionnement des chaufferies locales et une tension entre la petite industrie du piquet et le bois énergie.

Un conflit existe entre les producteurs de bois énergie et la filière piquet, le bois énergie augmentant le prix d'achat du piquet. Fibois a travaillé sur le lien entre les deux filières, qui ont mis en place des actions partenariales : certaines entreprises de piquet revendent leur bois non valorisable après tri à des entreprises de bois énergie, et vice versa (conflit entre usagers (I3)).

Concernant le partage de l'information entre usagers (I2), les collectivités ont exprimé un besoin accru de traçabilité du bois énergie.

De fait, la plupart des fournisseurs de bois énergie ont eux-mêmes des logiciels permettant de suivre leurs flux de bois et sont volontaires pour partager l'information, dans la mesure où cela respecte certaines règles de confidentialité. Certains fournisseurs le font déjà pour certains clients, et certaines chaufferies (Albertville) le demandent à leurs fournisseurs. L'information circule néanmoins difficilement entre les multiples intermédiaires et il est difficile pour les collectivités d'obtenir ces informations. Est ressorti également la nécessité d'inclure les territoires-ressources dans la gouvernance.

Des organismes existent pour faciliter les interactions : Fibois, les chartes forestières...

PEFC, le CRPF, les Cofor créent du lien entre les exploitants et les propriétaires, notamment sur le contenu des contrats d'exploitation. Les exploitants forestiers rejettent la responsabilité de la gestion sur les propriétaires.

Sylv'acctes permet aussi de créer un lien par la compensation en transférant des fonds financiers vers des territoires forestiers qui s'engagent à adopter des itinéraires sylvicoles favorisant une gestion sur le long terme.

**En conclusion, des réseaux existent essentiellement entre familles de métier et des maillons permettent de faire le lien entre ces réseaux. Néanmoins, des espaces de dialogue restent à créer pour faire face à une demande accrue d'informations de nombreux acteurs (collectivités consommatrices, collectivités débitrices), pour consolider les relations entre entreprises de la filière bois, et pour réguler le prélèvement sur les territoires forestiers les plus concernés.**

#### 4.4 Les résultats (VAR 6)

Au niveau des résultats, l'analyse du SES Forêt-Energie a fait émerger lors des entretiens auprès des acteurs des questionnements relatifs aux performances sociale et écologique du système (tableau en annexe 10).

##### 4.4.1 Mesures de performance sociale (efficience, équité, responsabilité sociale)

Les enquêtes auprès des fournisseurs a fait ressortir une vulnérabilité du modèle économique de certains producteurs de plaquettes forestières. Soumis à des contraintes d'industrialisation de leur mode opératoire, ils ont investi dans du matériel onéreux (abatteuse) sur la base de marchés acquis auprès de chaufferies. Avec peu de pouvoir de négociation, ils ne peuvent qu'accepter une révision à la baisse des tarifs d'achat proposés par les plus grosses chaufferies, lorsque les contraintes économiques de ces dernières les obligent à abaisser au plus bas le prix de la fourniture en bois. Certains producteurs s'inquiétaient de ne pas voir leur commerce repris lors de leur départ en retraite. Il a été dit que le prix de la plaquette forestière certifiée est le même que pour de la plaquette non certifiée.

Les territoires forestiers se disent aussi inquiets de ne pas maîtriser le prélèvement sur leur territoire et de ne pas connaître l'état de leur ressource. Certains de ces territoires

souhaiteraient en effet connaître leur potentiel pour savoir s'ils peuvent construire des chaufferies. L'impact paysager pour les habitants de ces territoires est aussi important. Néanmoins la filière bois énergie est créatrice d'emplois et contribue sur ces territoires ruraux à maintenir un tissu économique et social important.

#### 4.4.2 Mesures de performance écologique (trop de récolte, impact, résilience, diversité)

Les entretiens ont fait ressortir des impacts non maîtrisés de la récolte de bois énergie.

Au niveau du sol, les impacts possibles sont sa dégradation avec perte de fertilité liée à l'exportation des rémanents et le tassement.

Les entretiens ont montré que les pratiques d'exploitation (coupe en hiver, stockage des arbres après débardage) permettent aux feuilles de tomber et de rester sur place, mais que les pratiques d'abattage, de plus en plus mécanisées et avec des contraintes économiques ne permettant pas l'ébranchage, et celles de broyage du châtaignier (arbre entier) ne laissent que peu de rémanents sur le lieu de coupe.

Il faut noter cependant le cas particulier des coupes issues des forêts publiques (clauses contraignantes de l'ONF), qui sont faites avec un maximum de précaution (obligation de cloisonnement, ébranchage...). Par ailleurs, certaines contraintes économiques (lieu de stockage, flux de trésorerie) peuvent obliger les producteurs à réaliser des coupes alors que les sols sont mouillés, entraînant une dégradation des sols. Les conditions climatiques changeantes, avec des hivers moins froids, ne proposent pas non plus de conditions favorables d'exploitation.

Les impacts sont connus de tous les acteurs, à tous les niveaux, qui les atténuent en fonction de leur sensibilité et de leur capacité à gérer les contraintes économiques. Ainsi le FCBA mène une étude avec une entreprise de bois énergie de Nord Isère sur les systèmes de récolte pour permettre la limitation des exportations minérales.

La non-gestion des parcelles de forêt privée crée un **effet d'aubaine** pour les entreprises de bois énergie. Notamment, il a été mentionné l'effet « tâche d'huile » des coupes rases, qui auparavant étaient faites sur de petites surfaces, créant un damier serré, mais qui maintenant, du fait des contraintes d'exploitation, s'élargissent de plus en plus. La coupe rase de taillis est ainsi devenu un mode de gestion pour des propriétaires privés qui ne gèrent pas leur parcelle. Le risque est l'appauvrissement des parcelles avec l'installation du gibier qui ne permet pas la régénération.

L'impact paysager de la coupe rase et de ses risques en terme d'impact sur la biodiversité, et un impact sur le cycle de l'eau dans les Chambarans ont été aussi relevés lors des entretiens.

Enfin, les territoires se disent inquiets d'un risque de surexploitation de leurs massifs.

L'analyse de la donnée fournie par Global Forest Watch, avec les limites évoquées en 3.6.3, (voir en annexe 14) montre que depuis 2015 les hectares de coupe rase ont augmenté rapidement, pour atteindre 1% du territoire forestier du massif des Bonnevaux (données obtenues à partir des emprises SIG fournies par les territoires forestiers concernés). Si les seuils de renouvellement théoriques sont de 4% pour des peuplements en taillis (rotation de 25 ans) et de 1% pour les peuplements en futaie (rotation de 100 ans), on peut alors considérer

qu'on se trouve à un niveau de prélèvement durable (dans la mesure où l'on considère que le massif des Bonnevaux est constitué à 100% de taillis, qui est une hypothèse fautive).

Les entretiens, à tous les niveaux, ont montré que la notion de carbone du sol est connue, mais peu maîtrisée car très nouvelle et qu'elle manque encore de données précises pour être bien appréhendée.

De manière générale, on réalise que si le prélèvement est augmenté, il y a nécessairement diminution de la séquestration. Cela vient remettre en cause le bilan carbone simple du bois énergie tel qu'il a été présenté jusqu'ici. Pour maximiser le stockage du carbone sur un itinéraire sylvicole en taillis, c'est le taillis en balivage qui est recommandé, ainsi qu'adopter des pratiques d'exploitation respectueuses des sols. En effet, l'exportation des rémanents sur les coupes rases de châtaignier, si les chantiers s'accompagnent de dégradation des sols, vont contribuer à amoindrir le potentiel de stockage de carbone de ces sols (Augusto, INRA, 2019). Pour l'instant, l'adoption de telles pratiques n'est pas possible pour des questions de rentabilité économique des exploitants et de manque de gestion des propriétaires privés.

GAM est la seule collectivité du bassin d'approvisionnement à avoir commencé une démarche de réflexion sur sa stratégie d'atténuation. Les autres territoires n'ont pas commencé, mais vont devoir le faire. Chaque ville de plus de 20 000 habitants est tenue de réaliser un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) et l'ADEME a mis au point l'outil « Aldo » qui permet de calculer le puits de carbone que représente le territoire forestier du territoire concerné.

A titre d'exemple, le PCAEM de GAM a montré que ses territoires forestiers compensaient, par leur absorption de carbone, 8% des émissions de GES de GAM. Le maintien des puits de carbone pourrait devenir un enjeu territorial fort. Il est recommandé de structurer la filière locale de bois d'œuvre en feuillus et de faire en sorte de conserver le stock de carbone actuel.

**En conclusion, l'impact social du système forêt énergie de GAM montre une vulnérabilité économique des exploitants forestiers, qui explique aussi des pratiques de récolte de bois énergie plus impactantes sur les massifs forestiers fortement prélevés. L'impact paysager est marquant pour les habitants des territoires. L'importance de la filière bois énergie pour le tissu économique des territoires d'approvisionnement est à souligner.**

**Sur le plan environnemental, les pratiques de récolte en bois énergie sur le taillis de châtaignier pourraient entraîner une perte de fertilité des sols forestiers et une modification des peuplements liées à l'extraction des menus bois et à la dégradation des sols, ce qui serait concomitant avec une potentielle perte de capacité de stockage du carbone du sol. Ces pratiques sont systémiques et non volontaires. Enfin, l'absence de règles concernant l'intensité et l'agrégation des prélèvements au niveau des massifs concernés ne permet pas le contrôle du renouvellement de la ressource, suscitant l'inquiétude des territoires concernés.**

## 4.5 Les paramètres sociaux, politiques et économiques (VAR7)

Le développement du bois énergie en Isère a commencé dès les années 1990 et a pris de l'ampleur dans les années 2010 (cf figure 20). Il s'inscrit dans une politique nationale. Il a été soutenu par différents programmes gouvernementaux : 1000 chaufferies en milieu rural 2007-2012, mené par les CoFor, le Fonds Chaleur géré par l'ADEME depuis 2006 qui subventionne la création de chaufferies et par des subventions de la DREAL pour l'achat d'équipements pour la production de bois énergie (activités d'investissements (I4)).

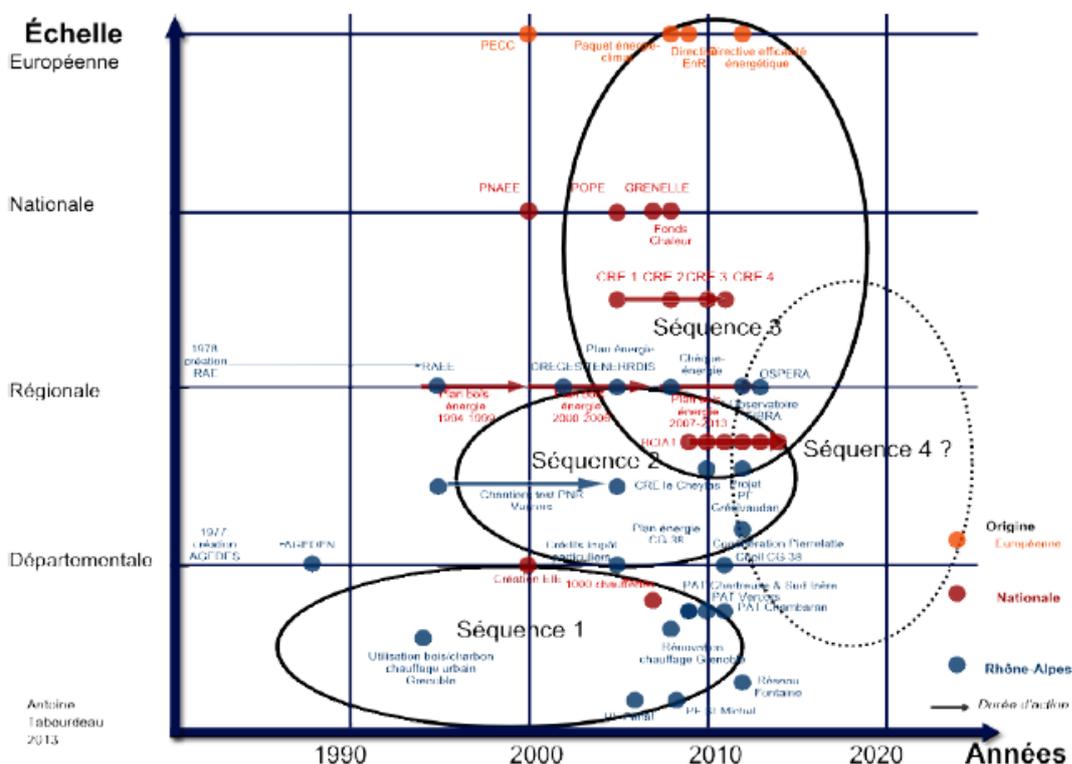


Figure 19 Historique du bois énergie en Rhone-Alpes (Tabourdeau, 2013)

La tendance est à la mise en place de 1200 nouvelles chaufferies d'ici 2035, « on doit doubler le rythme actuel » (webinaire Bois Energie, AURA EE, juillet 2020<sup>20</sup>) en augmentant le prélèvement (actuellement en AURA de 38%).

Il faut noter aussi que la filière bois énergie qui alimente les chaufferies collectives s'inscrit dans un cadre plus large de l'utilisation du bois énergie dans des processus industriels ou pour la fabrication de papiers. Ainsi, dans le secteur de l'industrie, Ferropem (anciennement Pechiney) a une demande fortement décroissante (anciennement 200 000t), qui implique un glissement de ce débouché industriel pour ses fournisseurs vers les gros projets de chaufferie. Cascade (La Rochette, 73) qui produit de la pâte de cellulose capte l'essentiel des connexes de scierie sur le département, soit 50 000 à 100 000t/an (source FCBA<sup>21</sup>).

<sup>20</sup> Entendu lors du webinaire du 6 juillet 2020 (<https://www.fibois-aura.org/2020/06/01/des-webinaires-pour-la-semaine-regionale-du-bois-energie/>)

<sup>21</sup> <https://www.fcba.fr/sites/default/files/files/memento2019.pdf>

Alpes Energie Bois (AEB) utilise aussi des plaquettes forestières pour la fabrication du granulé, en plus de la sciure nécessaire à leur fabrication.

Il faut aussi mentionner les autres chaufferies : Pierrelatte en cogénération, la Métropole de Lyon (695 GWh en 2013 = 199 000 t en 2013), la Métropole de Chambéry: 70 000 t en 2015 (sources ci-dessous<sup>22</sup>), Aix les Bains, Annecy, Albertville qui s'alimentent en partie sur le même bassin d'approvisionnement que GAM.

Enfin, un paramètre important pour le développement du bois énergie est **le prix du gaz**, qui est le premier indicateur pris en compte par les décideurs lors de leur réflexion à une solution énergétique nouvelle.

**En conclusion, la tendance est à l'augmentation du nombre de chaufferies bois installées, qui viennent compenser un usage industriel de la plaquette forestière, mais dont l'évolution théorique des volumes consommés reste à affiner. L'analyse des acteurs s'approvisionnant sur le système de ressources de GAM montre surtout que GAM n'est pas la seule collectivité urbaine à s'approvisionner sur les territoires forestiers définis et que la responsabilité des impacts est à partager entre toutes les collectivités.**

#### 4.6 L'évaluation de la durabilité

Il est proposé de réaliser à la lumière des éléments rassemblés dans les points précédents une évaluation de la durabilité du système forêt-énergie sur la base des huit critères (tableau 3).

L'évaluation des critères de durabilité se conclut avec quatre critères partiellement remplis et quatre critères non remplis. Cela se traduit, conformément à sa présentation qui en a été faite plus tôt que la gouvernance du système est faible, principalement par défaut de participation locale, en ne donnant que peu d'influence et d'outils aux territoires forestiers.

Cette évaluation, subjective, n'a de valeur que dans sa discussion.

---

<sup>22</sup> [https://blogs.grandlyon.com/plan-climat/wp-content/blogs.dir/8/files/dlm\\_uploads/2019/05/2019\\_Sch%C3%A9ma-directeur-des-%C3%A9nergies.pdf](https://blogs.grandlyon.com/plan-climat/wp-content/blogs.dir/8/files/dlm_uploads/2019/05/2019_Sch%C3%A9ma-directeur-des-%C3%A9nergies.pdf) )  
(<https://www.grandchambery.fr/epublication/32/23-les-detachables-de-cm24-le-bon-filon-de-la-diversification-energetique.htm?TELECHARGER=1> )

Nb	Critère	Résumé des éléments	Appréciation
1	Définition des limites du groupe et de la ressource	Ce travail a montré qu'il est possible de retracer les limites du groupe et de la ressource, mais qu'il n'y a pas de structure mettant en relation les activités du groupe (fournisseurs) sur la ressource.	Critère partiellement rempli
2	Faire correspondre les règles de gouvernance aux besoins et conditions locaux	Les règles de gouvernance, nombreuses, laissent un vide concernant les pratiques de récolte en bois énergie et le besoin local de suivi de la ressource	Critère partiellement rempli
3	S'assurer que ceux qui sont concernés par les règles peuvent participer à leur modification	Les règles sont en général imposées par l'Etat ou par le signal prix. Les exceptions sont la création d'associations de propriétaires qui souhaitent ainsi pouvoir avoir place dans le jeu.	Critère non rempli
4	S'assurer que les droits de créer la règle par les membres de la communauté sont respectés par les autorités extérieures	N'est pas applicable dans la mesure où le point 3 n'est pas rempli.	Critère non rempli
5	Développer un système, mis en œuvre par les membres des communautés pour surveiller le comportement des membres	Le système CBQ+ permet d'uniformiser les pratiques au sein des entreprises de bois énergie, mais il n'est pas obligatoire pour un fournisseur de bois énergie d'en faire partie. Les territoires forestiers n'ont pas d'emprise sur les fournisseurs. Il n'y a pas d'instance de surveillance systémique	Critère non rempli
6	Utiliser des sanctions graduelles pour les violateurs des règles	La DDT peut sanctionner d'éventuels dérapages d'exploitants forestiers. Les plans d'approvisionnement des chaufferies subventionnés par l'ADEME sont peu contrôlés. Il n'y a pas de sanctions pour les propriétaires .	Critère non rempli
7	Fournir des moyens accessibles et économiques de résolutions de conflit	L'interprofession, des structures d'accompagnement des propriétaires privés ou des cabinets de consultants extérieurs au territoire gèrent les relations conflictuelles. L'accessibilité est partielle (besoin de financements important).	Critère partiellement rempli
8	Construire la responsabilité de gouvernance de la ressource naturelle à des niveaux imbriqués du niveau le plus bas jusqu'au plus élevé dans un système	Il manque l'implication au niveau territorial pour une gestion imbriquée de la responsabilité de la gouvernance.	Critère partiellement rempli

Tableau 3 Evaluation des critères de durabilité du système forêt-énergie de GAM (source: Oriol C)

## 5 Chapitre 5 : Critique et ouverture

### 5.1 Limites et apports de la méthode

Ce travail est un essai de mise en application de la grille de lecture de la gouvernance des communs d'Elinor Ostrom. Le volume de publications relatif à cette approche est important, mais un guide méthodologique qui permette de guider l'application n'a pas été trouvé.

La méthodologie choisie a nécessité trois phases d'enquêtes, qui se sont parfois chevauchées et un nombre important d'entretiens qualitatifs, engendrant un volume d'informations récoltées très important. De plus, l'exercice de conduite d'entretiens auprès des parties prenantes a nécessité un effort d'impartialité qui peut ne pas avoir été tenu rigoureusement, biaisant alors l'analyse et les conclusions obtenues. Comme mentionné plus haut, certaines catégories d'utilisateurs (notamment les propriétaires forestiers, les responsables de la cellule biomasse, la DRAAF et DREAL) n'ont pas été interrogées, ouvrant la possibilité que certains éléments importants n'aient pas été pris en compte.

Le format limité du mémoire ne permet pas d'exploiter et de mettre en valeur toutes les informations recueillies et peut conduire à des approximations par manque de nuance et à une analyse superficielle. L'exploitation cartographique des données a aussi été limitée.

Les grandes variables interrogées (système de ressources, système de gouvernance, interactions, résultats, paramètres extérieurs) auraient pu chacune faire l'objet d'un mémoire à part entière. Pourtant, c'est bien l'approche systémique qui permet de relier tous ces éléments et de présenter des conclusions sur la durabilité du système.

La mise en œuvre de cette méthode a aussi nécessité une interprétation des variables proposées par la grille d'analyse du SES. Cette interprétation aurait pu faire l'objet d'une partie explicative à part entière.

Par ailleurs, une représentation schématique du système forêt-énergie pourrait faciliter sa compréhension. Enfin l'évaluation du SES est faite de façon subjective.

L'apport de la méthode du SES est de fournir une analyse complète d'un système reposant en partie sur l'exploitation d'une ressource naturelle et d'en montrer les différentes articulations. Ceci a permis d'apporter une représentation spatiale de l'approvisionnement de GAM, qui était source de nombreuses questions.

### 5.2 Suite de l'étude

Un premier travail de synthèse a été présenté avec des recommandations d'actions en fin de stage (début juillet 2020) à GAM et à la CCIAG. Les services concernés se réuniront en septembre 2020 pour discuter des suites à donner. Le mémoire sera diffusé aux acteurs qui ont participé aux entretiens.

## 6 Chapitre 6 : Conclusion

En réponse à la question de recherche initiale, l'analyse du socio-éco-système forêt-énergie de GAM amène effectivement des éléments qui éclairent les implications de décisions en matière de transition énergétique sur la gestion sylvicole des massifs approvisionnant le territoire.

### 6.1 Une méthode efficace pour cerner un socio-éco-système

Ce travail a permis de déterminer la part de bois brut utilisé dans le mix énergétique du territoire de GAM. Malgré une imprécision due à la difficulté de collecte de données quantitatives, il est ressorti qu'environ 40% du volume total produit en plaquettes forestières (toutes origine confondues : bois déchet et connexe de scierie compris) par les fournisseurs de GAM provient de taillis de châtaignier, prélevé en nord Isère.

L'analyse du socio-écosystème a permis de mettre à jour les différents paramètres qui régissent l'exploitation du taillis et d'explorer la durabilité de son exploitation.

Il est apparu que :

- (1) Les outils destinés à l'évaluation de la ressource et du niveau de prélèvement ne sont pas adaptés au suivi sur des massifs forestiers ou sur les territoires plus fortement prélevés en bois énergie, notamment sur la forêt privée ;
- (2) Des impacts environnementaux sur le sol notamment, avec une perte de fertilité et une perte des services écosystémiques rendus (carbone, eau, biodiversité) et sociaux (paysage, vulnérabilité économique) génèrent des tensions sur les territoires, qui sont démunis pour faire face à la situation. Ceci malgré le maintien d'activités économiques que génère le bois énergie ;
- (3) Les instruments de régulation (pourtant bien développés) et leurs sanctions ne permettent pas d'encadrer cette situation bien précise d'exploitation de la forêt privée fortement morcelée ;
- (4) Et que de ce fait, l'évaluation de la durabilité et de la gouvernance est ressortie comme faible.

Les trois hypothèses se trouvent confirmées : (1) Les variables proposées par la grille d'analyse du SES ont permis de dresser un diagnostic précis de la situation, (2) le rôle de séquestration du carbone du sol forestier n'est pas pris en compte de manière active aux différents niveaux du socio-écosystème, (3) l'évaluation au regard des huit principes de durabilité des institutions de gouvernance émis par Elinor Ostrom, a montré une gouvernance faible du SES et un manque de durabilité.

L'analyse du socio-écosystème forêt-énergie de GAM amène des éléments à une gestion durable de la ressource forestière utilisée pour le bois énergie. Ainsi, l'utilisation d'instruments d'évaluation et de suivi de la ressource locale, une gouvernance impliquant les territoires sources (création des règles et mise en place de sanctions) et des pratiques de

récolte en bois énergie respectueuses des sols et du paysage permettraient de rééquilibrer le système et de tendre vers une durabilité forte.

Ce travail s'inscrit par ailleurs dans la lignée des cas d'études qui viennent nourrir la théorie. Il pourrait être possible de systématiser le système à partir des variables identifiées et d'abonder avec ces résultats au travail de la nouvelle économie institutionnelle.

## 6.2 Quelles leçons pour la transition énergétique ?

La question de la gestion des communs en forêt a déjà reçu beaucoup d'attention et des propositions de solutions ont émergé (voir Agir en Commun en Forêt, guide pratique, juridique et humain, (2018)). La question soulevée dans ce mémoire va au-delà et questionne les outils à élaborer pour permettre une transition énergétique massive vers la biomasse bois comme ressource essentielle, tout en assurant sa durabilité sociale, économique et environnementale.

Un travail important de structuration de la filière bois-énergie est réalisé dans une logique de construction des chaufferies et sécurisation de leur approvisionnement. La transition de l'utilisation d'une énergie fossile à une énergie renouvelable s'est donc concentrée sur le matériau en lui-même, sans réaliser le besoin d'accompagner ce changement à l'échelle des territoires avec les outils et structures permettant le suivi de ce matériau.

Les conclusions de ce travail amènent d'autres questions : sur quel pas de temps dimensionner nos équipements de production d'énergie issue de la biomasse pour qu'ils prennent en compte le renouvellement forestier ? Comment se détacher du signal prix des énergies fossiles pour permettre une rémunération juste des fournisseurs en biomasse ? Comment traiter la question des externalités négatives induites par les besoins d'un territoire limitrophe sur le sien ?

Ces questions s'insèrent dans les champs de recherche relatifs à des transitions durables (Köhler, 2019), notamment à la gouvernance des socio-techno-systèmes et à la mise en œuvre de transitions « justes », qui intègrent les besoins de chacun.

## 7 Chapitre 7 : Bibliographie et webographie

Achat, D. L., Deleuze, C., Landmann, G., Pousse, N., Ranger, J., & Augusto, L. (2015). Quantifying consequences of removing harvesting residues on forest soils and tree growth – A meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 348, 124-141. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.042>

Augoyard, S., Baron, P., Cacot, E., Guilleray, L., Helou, T., Pischedda, D., Pousse, N; Ruch, P., Ulrich, E., (2017), Pratic'sols - Guide sur la praticabilité des parcelles forestières, Office National des Forêts / Fédération Nationale Entrepreneurs des Territoires, 48p, accessible à l'adresse <https://www.onf.fr/onf/lonf-agit/+/192::praticsols-guide-sur-praticabilite-des-parcelles-forestieres.html>

Augusto. L., Cécillon L., Pellerin S., Saint-André L. (2019), Impact de la gestion forestière sur la séquestration de carbone dans les sols, INRA, Irstea, présentation PowerPoint, 42 diapos

Bellom, A, (2019), Prospective territoriale et gestion forestière durable : analyse des facteurs influençant le développement forestier sur le territoire du PNR du massif des Bauges, rapport de stage, projet Protest, IRSTEA Grenoble, Université Grenoble Alpes, 90p

Binder, C., Hinkel, J., Bots, P., & Pahl-Wostl, C. (2013). Comparison of Frameworks for Analyzing Social-ecological Systems. *Ecology and Society*, 18(4). <https://doi.org/10.5751/ES-05551-180426>

Boitard, M, Laussel, P, Du Bus de Warnaffe, G, (2018) Agir ensemble en forêt. Guide pratique, juridique et humain, Editions Charles Léopold Meyer, 256p

BP, (2019), Statistical Review of World Energy, 64p

Casset, L, (2012), Le carbone forestier, outil de valorisation des services éco systémiques Moyens et perspectives suivant un exemple en Bas Dauphiné, Mémoire de fin d'études, Université Lumière Lyon 2, CRPF, 93p

Dobremez, J.-F., & Eynard-Machet, R. (1997). Histoire de l'occupation des sols, cycles du carbone et biodiversité dans la Réserve Naturelle du Plan de Tueda (Savoie, France) - Les enjeux de la gestion / A history of land use, carbon cycles and biodiversity in the Plan de Tueda Natural Reserve, Savoie, France : The management stakes. *Revue de Géographie Alpine*, 85(3), 27-37. <https://doi.org/10.3406/rga.1997.3924>

Du Bus de Warnaffe, G; Angerand, S, FERN-Canopée, (2020), Gestion Forestière et Changement Climatique, une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation, 84p

FIBOIS Auvergne Rhône-Alpes, (2020), Se chauffer au bois, OBSERVATOIRE :Produits connexes de la 2<sup>de</sup> transformation du bois, Le granulé, Zooms bois déchiqueté et bois bûche, Observatoire bois énergie, Edition 2019-2020, 16p, accessible sur [https://www.fibois-aura.org/wp-content/uploads/2020/07/observatoire2-bois-energie\\_fibois-aura.pdf](https://www.fibois-aura.org/wp-content/uploads/2020/07/observatoire2-bois-energie_fibois-aura.pdf)

Fourcade, C. (2004), Synthèse Bilan de Carbone filière Forêt Bois Landaise, Synthèse de Mémoire de stage, 11p, accessible en ligne [http://www.iefc.net/wp-content/uploads/2018/06/FORSEE\\_Aquitaine.C1.synthese.fr .pdf](http://www.iefc.net/wp-content/uploads/2018/06/FORSEE_Aquitaine.C1.synthese.fr .pdf)

François, Jessica, Mathieu Fortin, Fabrice Patisson, Guillain Mauviel, Michel Feidt, Caroline Rogaume, Yann Rogaume, Olivier Mirgaux, et Anthony Dufour. 2013. « LCA from Biomass Powerplants: from Soil to Electricity ». P. 10p. in 3<sup>rd</sup> International Exergy, Life Cycle Assessment and Sustainability Workshop & Symposium (ELCAS-3), édité par K. Christopher, UEST-NTUA/LHTEE-AUTH, et Greece. Nisyros, Greece.

Gerboise : Gestion raisonnée de la récolte de Bois Energie. (s. d.). ADEME. Consulté 21 août 2020, à l'adresse <https://www.ademe.fr/gerboise-gestion-raisonnee-recolte-bois-energie>

GIEC, 2018 : Résumé à l'intention des décideurs, Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté [Publié sous la direction de V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor et T. Waterfield]. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 32 p, Consulté 13 avril 2020, à l'adresse [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf)

Grenoble Alpes Métropole, (2017), Schéma Directeur de l'Energie, 20p, accessible en ligne à l'adresse <https://www.grenoblealpesmetropole.fr/120-que-fait-la-metropole.htm>

Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D. W., Minkinen, K., & Byrne, K. A. (2007). How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma*, 137(3-4), 253-268. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2006.09.003>

Karvonen, Jaakko, Pradipta Halder, Jyrki Kangas, et Pekka Leskinen. 2017. « Indicators and Tools for Assessing Sustainability Impacts of the Forest Bioeconomy ». *Forest Ecosystems* 4(1):2.

Köhler, J, et al. (2019), An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Volume 31, p1-32

Lélé, S. (1994). Sustainable use of biomass resources : A note on definitions, criteria, and practical applications. *Energy for Sustainable Development*, 1(4), 42-46. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60072-1](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60072-1)

Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., Blunier, T., Barnola, J.-M., Siegenthaler, U., Raynaud, D., Jouzel, J., Fischer, H., Kawamura, K., & Stocker, T. F. (2008). High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present. *Nature*, 453(7193), 379-382. <https://doi.org/10.1038/nature06949>

Luyssaert, S., Ernst Detlef, S., Borner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B., Ciais, P., & Grace, J. (2008). Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature*. *Nature*, v.455, 213-215 (2008), 455(11).

Ministère de la Transition Ecologique, 2016, Stratégie Nationale Bas Carbone française, version complète, 192p, accessible à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

Myllyviita, T., Leskinen, P., Lähtinen, K., Pasanen, K., Sironen, S., Kähkönen, T., & Sikanen, L. (2013). Sustainability assessment of wood-based bioenergy – A methodological framework and a case-study. *Biomass and Bioenergy*, 59, 293-299. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.07.010>

Nave, L. E., Vance, E. D., Swanston, C. W., & Curtis, P. S. (2010). Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests. *Forest Ecology and Management*, 259(5), 857-866. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.12.009>

Niedzwiedz, A., & Montagné-Huck, C. (2019). Comptes de la forêt : Focus Bois énergie, 23 p., Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02116335>

Ostrom, E. (s. d.). Self-governance and forest resources. 19.

Ostrom, E. (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(39), 15181-15187. <https://doi.org/10.1073/pnas.0702288104>

Ostrom, E. (2010). *Gouvernance des biens communs, pour une nouvelle approche des ressources naturelles*, Editions De Boeck, 301p

Ostrom, E, & Basurto, X. (2011). Crafting analytical tools to study institutional change. *Journal of Institutional Economics*, 7(3), 317-343. <https://doi.org/10.1017/S1744137410000305>

Pelletier, C. (2017). Analyse environnementale et économique des filières bois-énergie [Phd thesis, Université de Lorraine]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01765854>

Pennock, D. J., & van Kessel, C. (1997). Clear-cut forest harvest impacts on soil quality indicators in the mixedwood forest of Saskatchewan, Canada. *Geoderma*, 75(1), 13-32. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(96\)00075-4](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(96)00075-4)

Pischedda, D. (Coord.), (2009), *Prosol - Guide pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt*, Office national des forêts / FCBA, 111p, accessible à l'adresse <https://www.onf.fr/onf/lonf-agit/+18b::prosol-guide-pour-une-exploitation-forestiere-respectueuse-des-sols-et-de-la-foret.html>

Projet BICAFF : Bilan carbone de la ressource forestière française. (s. d.). ADEME. Consulté 10 mai 2020, à l'adresse <https://www.ademe.fr/projet-bicaff-bilan-carbone-ressource-forestiere-francaise>

Schwenk, W. S., Donovan, T. M., Keeton, W. S., & Nunery, J. S. (2012). Carbon storage, timber production, and biodiversity : Comparing ecosystem services with multi-criteria decision analysis. *Ecological Applications*, 22(5), 1612-1627. <https://doi.org/10.1890/11-0864.1>

Szulecka, J. (2019). *Towards Sustainable Wood-Based Energy : Evaluation and Strategies for Mainstreaming Sustainability in the Sector*. *Sustainability*, 11(2), 493. <https://doi.org/10.3390/su11020493>

Tabourdeau, A. (2014). *Entre forêt et énergie : Composer la transition : le cas du bois-énergie en Auvergne et Rhône-Alpes* [Thesis, Grenoble]. <http://www.theses.fr/2014GRENH005>

Tabourdeau, A., & Chauvin, C. (2015). *Le bois-énergie en Rhône-Alpes : Vers une intelligence commune*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01236598>

Thiel, A., Adamseged, M., & Baake, C. (2015). Evaluating an instrument for institutional crafting : How Ostrom's social-ecological systems framework is applied. *Environmental Science & Policy*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.020>

Vilatte, J.-C., (2007), *L'entretien comme outil d'évaluation*, [http://www.reseaulmac.fr/images/imagesFCK/file/outils/jcvilatte/jcvilatte\\_lentretien.pdf](http://www.reseaulmac.fr/images/imagesFCK/file/outils/jcvilatte/jcvilatte_lentretien.pdf)

## Webographie

- <https://ostromworkshop.indiana.edu/pdf/toolkit/how-to-use--iad-framework-slides.pdf>  
<https://www.fibois-aura.org/fibois-aura/chiffres-cles-filiere-bois-auvergne-rhone-alpes/>, Consulté le 4/08/2020  
<http://www.enauvergnerhonealpes.org/fr/bois/la-filiere-bois-energie-en-region.html> , Consulté le 4/08/2020  
[https://auvergnerhonealpes.terristory.fr/suivi\\_energetique](https://auvergnerhonealpes.terristory.fr/suivi_energetique), 4/08/2020  
[https://www.fibois38.org/infos/31\\_les-chiffres-cles](https://www.fibois38.org/infos/31_les-chiffres-cles), 4/08/2020  
<http://www.isere.gouv.fr/Politiques-publiques/Agriculture-foret-et-developpement-rural/Foret/La-foret-dans-le-departement-de-l-Isere/L-Isere-un-grand-departement-forestier#> 4/08/2020  
<https://auvergnerhonealpes.cnpf.fr/n/la-foret-privee-en-isere/n:2320> 4/08/2020  
[https://auvergnerhonealpes.terristory.fr/suivi\\_energetique](https://auvergnerhonealpes.terristory.fr/suivi_energetique) 4/08/2020  
<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/transition-energetique>, consulté le 01/05/2020  
Mérenne-Schoumaker, mars 2019  
<https://franceboisforet.fr/2018/10/08/pour-atteindre-la-neutralite-carbone-en-2050/>

## Table des figures

Figure 1 Localisation du territoire de GAM par rapport aux forêts d'Isère, privée et publique (source : Metro, datagouv, dreal, Corine Land Cover, Open Street Map) .....	18
Figure 2 Les acteurs du système forêt-énergie de GAM (réalisé par C.ORIOL, 2020).....	19
Figure 3 Evolution des consommations d'énergie de GAM depuis 2005 (Source Observatoire du Plan Climat) .....	21
Figure 4 Mix énergétique de GAM (source Observatoire du Plan Climat).....	22
Figure 5 Types de bois énergie (source Forêt Bois).....	23
Figure 6 Cycle du carbone forestier et les 3S (source France Forêt Bois) .....	25
Figure 7 Les durées de vie moyenne des 5 sous filières bois du pin maritime du Massif du Landais, C. Fourcade.....	26
Figure 8 Schéma du socio-éco-système et des grandes variables (adapté de Ostrom, 2009).....	30
Figure 9 Répartition des consommations en produits bois énergie hors bois bûche sur GAM (t) pour la saison de chauffe 2020-21 (source : enquête chaufferies).....	38
Figure 10 Cat. 1: Châtaignier en attente de broyage, Pizançon 26 (photo CO) Connexes de scierie (Marches, 26) .....	38
Figure 11 Cat. 2: .....	38
Figure 12 Cat. 3 A. Résidus de palettes en attente de broyage Bourg de Péage (26) (Bois A) .....	38
Figure 13 Localisation des fournisseurs de produits bois énergie de GAM et origine principale de la matière première de leurs produits (réalisé sur QGis par C. Oriol, source des données : OpenStreetMap, datagouv, GAM, enquêtes chaufferies et fournisseurs) .....	39
Figure 14 Origine de la plaquette forestière produite par les fournisseurs de GAM (source : enquête fournisseurs).....	40
Figure 15 Principaux massifs forestiers appartenant à la zone d'approvisionnement des fournisseurs en plaquette forestière issue de bois brut et volumes annuels (en tonne) produits par plateforme identifiée (réalisé par C. Oriol sur QGis, source: data.geocatalogue.fr, GAM, datagouv, enquête fournisseurs).....	42
Figure 16 Type d'essence principale et secondaire pour la plaquette forestière et proportion du volume total produit chez les fournisseurs de GAM (source : enquête fournisseurs) .....	44
Figure 17 Décomposition du prix de la plaquette forestière (source: webinaire approvisionnement CIBE, Biomasse Normandie) .....	46
Figure 18 Typologie des usagers - fournisseurs de plaquettes forestières et de granulé du territoire de GAM (réalisé par C.ORIOL, source enquête fournisseurs) .....	47
Figure 20 Historique du bois énergie en Rhone-Alpes (Tabourdeau, 2013) .....	55
Figure 21 Pourcentage d'hectares de la surface forestière coupée (en coupe rase) chaque année (donnée Gloal Forest Watch) .....	103

## Table des tableaux

Tableau 1 Liste des variables et sous-variables pour l'analyse du SES (Adapté de Ostrom, 2007).....	33
Tableau 2 Hectares de propriété privée dans les massifs forestiers prélevés en bois énergie (source: données PAT des territoires, charte forestières des Chambarans, 2007, Stratégie forestière Grésivaudan) .....	49
Tableau 3 Evaluation des critères de durabilité du système forêt-énergie de GAM (source: Oriol C) .	57

## Table des matières

.....	1
Déclaration sur l'honneur de non plagiat .....	3
Notice bibliographique.....	5
Remerciements .....	7
Sommaire .....	8
Liste des sigles et des abréviations .....	9
Avant-propos.....	11
Introduction.....	12
1. Chapitre 1 : Présentation du terrain d'étude du système forêt-énergie de GAM .....	16
a. Les forêts : la ressource du système forêt-énergie de GAM .....	16
b. Les acteurs du système forêt-énergie de GAM .....	18
c. Usage du bois comme énergie sur le terrain d'étude .....	21
2. Chapitre 2 : Etat de l'art .....	24
2.1 Quelles approches de la durabilité du bois-énergie ?.....	24
2.1.1 De quelle durabilité parle-t-on ? De la durabilité faible à des approches holistiques ..	24
2.1.2 L'approche par le bilan carbone : modélisations complexes pour l'arbitrage entre utilisation de la forêt pour la biomasse ou pour son rôle de puits de carbone .....	25
2.1.2.2 Entre atténuation et prélèvement : les conclusions des modélisations .....	26
2.2 Quelles recommandations de gestion de la récolte en bois-énergie ?.....	27
2.2.1 Les modes de gestion .....	27
2.2.2 Les modes de prélèvement .....	28
2.2.3 Etat des lieux des propositions de gestion qui prennent en compte le stockage du carbone	28
2.3 Une analyse systémique prenant en compte les services écosystémiques : le socio-écosystème (SES).....	29
3 Chapitre 3 : L'approche méthodologique par le socio-éco-système .....	32
3.1 Les huit variables constituant le SES forêt-énergie de GAM.....	32
3.2 Les étapes de la méthodologie suivie .....	33
3.3 L'identification des usagers (VAR 4): une enquête à destination des chaufferies bois de Grenoble Alpes Métropole.....	34
3.4 Variables 1, 3, 5, 6, 7, 8 : enquête à destination des acteurs de la filière bois énergie et des territoires forestiers .....	34
3.5 Une enquête à destination des 22 fournisseurs identifiés.....	35
3.6 Analyse des données.....	36
3.6.1 Traitement des données issues des enquêtes .....	36
3.6.2 L'évaluation de l'intensité du prélèvement .....	36

3.7	L'évaluation de la durabilité du système forêt-énergie .....	37
3.8	Les biais de la méthodologie .....	37
4	Chapitre 4 : Résultats de l'analyse du socio-éco-système Forêt-Energie de GAM .....	37
4.1	Système de ressources, unités de ressources et usagers du SES forêt-énergie .....	37
4.1.1	Les unités de ressources (VAR 2) : plaquette forestière et type de combustible .....	37
4.1.2	Le système de ressources (VAR 1): la forêt qui alimente GAM.....	39
4.1.3	Les usagers (VAR 4) .....	46
4.2	Le système de gouvernance (VAR 3) : un vide réglementaire et peu d'outils de contrôle... ..	48
4.3	Les interactions (VAR 5) .....	51
4.4	Les résultats (VAR 6).....	52
4.4.1	Mesures de performance sociale (efficience, équité, responsabilité sociale) .....	52
4.4.2	Mesures de performance écologique (trop de récolte, impact, résilience, diversité).. ..	53
4.5	Les paramètres sociaux, politiques et économiques (VAR7) .....	55
4.6	L'évaluation de la durabilité .....	56
5	Chapitre 5 : Critique et ouverture .....	58
5.1	Limites et apports de la méthode .....	58
5.2	Suite de l'étude .....	58
6	Chapitre 6 : Conclusion.....	59
6.1	Une méthode efficace pour cerner un socio-éco-système .....	59
6.2	Quelles leçons pour la transition énergétique ? .....	60
7	Chapitre 7 : Bibliographie et webographie .....	61
	Köhler, J, et al. (2019), An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions, Environmental Innovation and Societal Transitions, Volume 31, p1-32.....	63
	Webographie.....	65
	Table des figures.....	66
	Table des tableaux.....	66
	Table des matières .....	67
	Table des Annexes.....	70
	Annexe 1 Questionnaire à destination des chaufferies de Grenoble-Alpes Métropole .....	71
	Annexe 2 Résultats de l'enquête chaufferies.....	73
	Annexe 3 Classement des référentiels combustibles bois énergie.....	76
	Annexe 4 Rayon théorique d'approvisionnement en bois brut des producteurs de plaquette forestière .....	77
	Annexe 5 Guide d'entretien acteurs filière bois énergie .....	78
	Annexe 6 Liste des personnes interviewées lors des 31 entretiens avec les acteurs du système forêt-énergie (hors fournisseurs) .....	80
	Annexe 7 Tableau de synthèse 1: propriétés d'équilibre.....	82
	Annexe 8 Tableau de synthèse 2: la réglementation/instruments de régulation.....	86

Annexe 9 Tableau de synthèse 3 : Processus de contrôle et de sanctions .....	90
Annexe 10 Tableau de synthèse 4 : Résultats (performance écologique et sociale).....	92
Annexe 11 Tableau de synthèse 5: Sur la prise en compte du carbone du sol et de la biomasse .....	98
Annexe 12 Liste des questions aux fournisseurs.....	101
Annexe 13 Tableur de données des fournisseurs (anonymisé) .....	102
Annexe 14 Pourcentage d’hectares de la surface forestière coupée (en supposée coupe rase) chaque année sur les massifs du système forêt-énergie GAM.....	103
Résumé.....	104
Abstract .....	104

## Table des Annexes

<a href="#">Annexe 1 Questionnaire à destination des chaufferies de Grenoble-Alpes Métropole</a> .....	71
<a href="#">Annexe 2 Résultats de l'enquête chaufferies</a> .....	73
<a href="#">Annexe 3 Classement des référentiels combustibles bois énergie</a> .....	76
<a href="#">Annexe 4 Rayon théorique d'approvisionnement en bois brut des producteurs de plaquette forestière</a> .....	77
<a href="#">Annexe 5 Guide d'entretien acteurs filière bois énergie</a> .....	78
<a href="#">Annexe 6 Liste des personnes interviewées lors des 31 entretiens avec les acteurs du système forêt-énergie (hors fournisseurs)</a> .....	80
<a href="#">Annexe 7 Tableau de synthèse 1: propriétés d'équilibre</a> .....	82
<a href="#">Annexe 8 Tableau de synthèse 2: la réglementation/instruments de régulation</a> .....	86
<a href="#">Annexe 9 Tableau de synthèse 3 : Processus de contrôle et de sanctions</a> .....	90
<a href="#">Annexe 10 Tableau de synthèse 4 : Résultats (performance écologique et sociale)</a> .....	92
<a href="#">Annexe 11 Tableau de synthèse 5: Sur la prise en compte du carbone du sol et de la biomasse</a> .....	98
<a href="#">Annexe 12 Liste des questions aux fournisseurs</a> .....	101
<a href="#">Annexe 13 Tableur de données des fournisseurs (anonymisé)</a> .....	102
<a href="#">Annexe 14 Pourcentage d'hectares de la surface forestière coupée (en supposée coupe rase) chaque année sur les massifs du système forêt-énergie GAM</a> .....	103
<a href="#">Résumé</a> .....	104
<a href="#">Abstract</a> .....	104

## Annexe 1 Questionnaire à destination des chaufferies de Grenoble-Alpes Métropole

*Je porte la garantie de l'anonymat de vos réponses. Les résultats de l'enquête sont anonymisés, la source des réponses n'est pas citée nominativement.*

22 questions

Nom chaufferie

Adresse

Nom exploitant

Nom personne qui remplit le formulaire

Fonction

### 1. L'origine du bois qui alimente la chaufferie

1.1 Connaissez-vous l'origine (lieu de coupe) de la plaquette forestière/du granulé qui alimente votre chaufferie?

(Oui - lieu non- à peu près- explication)

1.2 Etes-vous tenus de respecter un rayon maximal d'approvisionnement ? oui/non/ne sais pas : si oui, lequel :

### 2. L'approvisionnement

2.1 Chez combien de fournisseurs vous fournissez-vous ? noter le nombre

2.2 pouvez-vous indiquer le nom des fournisseurs ?

2.3 nom et contact (email/téléphone) de votre interlocuteur chez le ou les fournisseurs

2.4 les volumes achetés en 2019 (si chaufferies mises en route en 2020, volume prévu sur 2020)

2.5 le prix de l'approvisionnement en 2019 en €/m<sup>3</sup> ou autre unité (sinon 2020)

2.6 sur quel période est votre contrat d'approvisionnement (mois/année à mois/année) ?

2.7 Etes-vous satisfait du service du fournisseur (délai de livraison, confiance en sa capacité à vous livrer les volumes nécessaires, prix trop élevé, qualité du granulé/plaquette, taux d'humidité...) oui/non si non nommer les points d'amélioration possibles

2.8 De quel système de traçabilité votre approvisionnement bénéficie-t-il ? bon de livraison /facture / lettre de voiture/ certificat / autre :type/ pas de système

2.9 avez-vous l'impression d'être en concurrence avec d'autres chaufferies pour l'accès à la plaquette ou au granulé ?

2.10 Etes-vous intéressé.e par la possibilité de faire des commandes groupées avec les autres chaufferies ? (oui/non) Pourquoi :

### **3. L'environnement professionnel**

3.1 êtes-vous membre d'un réseau de professionnels, d'une association, d'un groupement (charte forestière...)? si oui, merci de les nommer

3.2 quels sont les cadres réglementaires que vous devez suivre dans votre activité ? (ISO XXX, règles d'attribution de subvention, certification, % de plaquettes/granulés certifiés. Autres...)

3.3 s'il y a certification, de laquelle s'agit-il ? CBQ+, PEFS, FSC, autres (nommer)

3.4 êtes-vous suivi ou contrôlé pour le respect de ces cadres réglementaires ?

3.5 Etes-vous susceptibles de sanctions en cas de non-respect ?

### **4. Gestion des cendres**

4.1 Comment organisez-vous aujourd'hui l'évacuation des cendres ?

4.2 Quel est le coût de traitement à la tonne ?

4.3 Sont-elles valorisées ? oui/non

4.4 Si oui quelle filière

4.5 Ont-elles été l'objet d'analyses physico-chimiques? oui/non

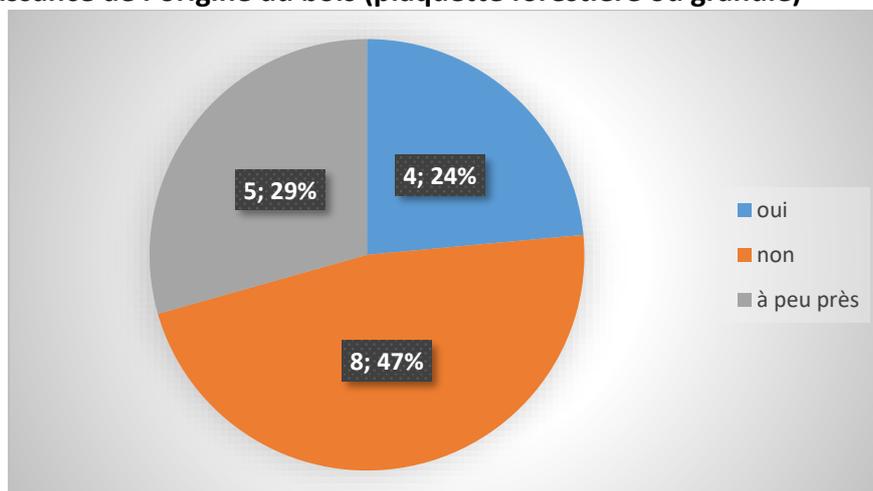
4.6 Seriez-vous intéressés par une collecte commune avec les autres chaufferies ? oui  
non  
Je ne sais pas / Raisons

## Annexe 2 Résultats de l'enquête chaufferies

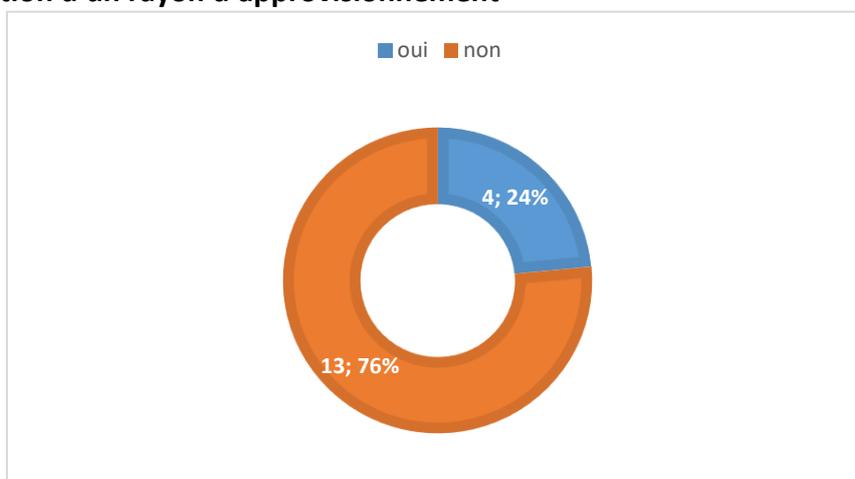
### 1. Echantillon – nombre de réponses

17 réponses soit 24 chaufferies représentées (dont 13 fonctionnant au granulé et 11 à la plaquette forestière), car certains formulaires ont été remplis par un exploitant qui gère plusieurs chaufferies. Sur un total des 57 chaufferies listées par l'ALEC sur GAM, soit 42,1% des chaufferies représentées.

### 2. Connaissance de l'origine du bois (plaquette forestière ou granulé)



### 3. Obligation d'un rayon d'approvisionnement



Pour celles pour lesquelles il le faut, il s'agit de 50 et 100 km

Il s'agit de chaufferies d'une consommation annuelle de 490 MWh à 178200 MWh.

### 4. Prix du combustible

Le prix de la plaquette forestière varie entre 25,80€ HT/MWh et 65,81€ HT/MWh, cela prend en compte les différents types de plaquette forestière (issues de bois recyclé (bois A) et de bois brut).

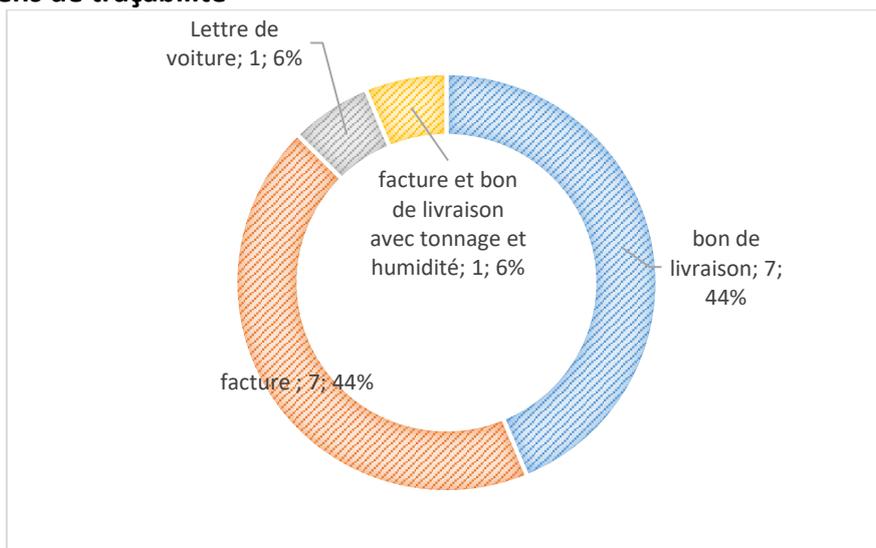
Le prix du granulé varie entre 235 et 267 € HT/tonne (attention, chiffres de 2019 et de 2020 confondus).

### 5. Satisfaction du service du fournisseur : 94% oui, 1% non

Points à améliorer :

- Délai d'approvisionnement annoncé à l'exploitant plus élevé que les délais annoncés à l'appel d'offre, d'où la nécessité de respecter le délai contractuel quelle que soit la période de l'année
- Baisse du prix pour les petits volumes de livraison
- Pour les plaquettes, moins de poussière
- Avoir un bordereau plus précis
- Rien à part peut-être le prix

## 6. Moyens de traçabilité



(1 sans réponse- à voir avec l'exploitant)

## 7. Mise en concurrence avec les autres chaufferies

88% des répondants (15 sur 17) ne se sentent pas en concurrence avec les autres chaufferies

## 8. Intérêt pour les commandes groupées

6 ne sont pas intéressés par des commandes groupées (les chaufferies gérées par des exploitants), 10 sont intéressés en fonction des conditions, 1 ne sait pas (à voir avec l'exploitant).

## 9. Membres d'une association

4 sont membres : FIBOIS/PEFC, CSBE, CIBE, ASDER

## 10. Cadres réglementaires existants

Granulé	Plaquette forestière
Néant, pas de cadre réglementaire, rien à ma connaissance, rien de particulier	Non, aucun, rien à ma connaissance,
Coût de l'énergie doit être bas pour les locataires à faibles revenus	Adaptation aux critères des financeurs, conditions de l'ADEME et de la région (% de plaquettes, taux de plaquette issue de forêts certifiés)
Selon les conditions d'attribution de subvention	Premier des cadres réglementaires: respect des arrêtés préfectoraux ICPE

Cadre du contrat de fourniture avec la commune (% de bois et rayon d'appro), contrat avec la métro (humidité, granulométrie, qualité, ...)

### 11. Quelle certification est utilisée ?

CBQ+ > 1 réponse, PEFC > 2 réponses, FSC > 1 réponse

### 12. Contrôle du cadre réglementaire

11 réponses « ne sont pas contrôlés », à noter qu'une réponse « n'est pas contrôlé » mais a aussi répondu « peut être soumis à des sanctions »

6 réponses positives (contrôle, dont 6 en plaquettes forestières et 2 en granulés)

### 13. Sanctions

9 réponses « ne sont pas soumis à des sanctions » ; 5 réponses peuvent être soumis à des sanctions, dont 5 en plaquette forestière et 2 en granulés.

### 14. Gestion des cendres : récupération

5 réponses « gestion par l'exploitant », 4 Par les services techniques de la commune

8 réponses diverses

### 15. Coût du traitement

N'est pas connu car : inclus dans un forfait, Ou ne sais pas, Ou n'est pas déterminable car inclus dans les déchets des autres combustibles

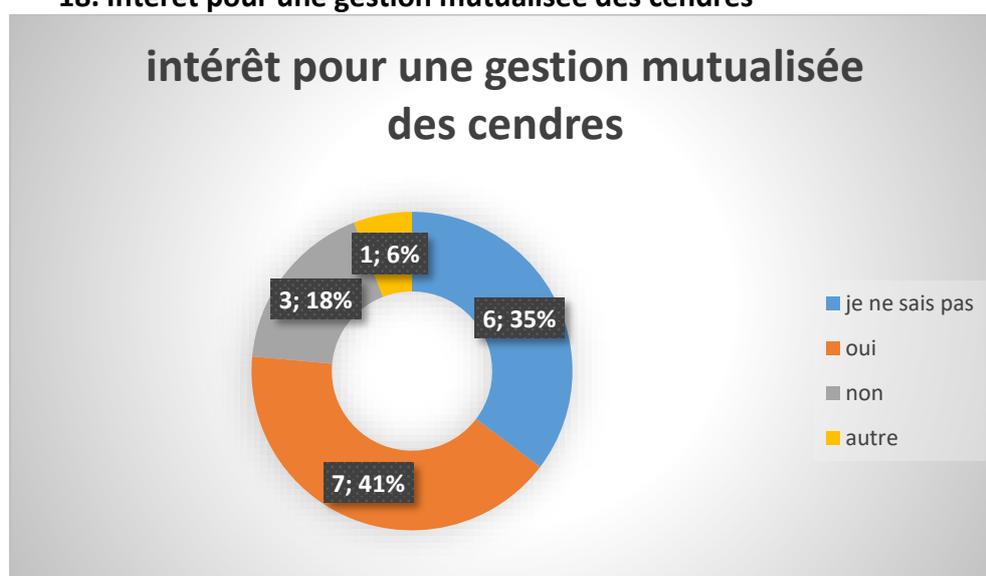
### 16. Valorisation des cendres

6 réponses épandage en zone agricole ou dans les espaces verts de la commune, 1 Enfouissement pour les cendres, 2 réponses en compost, Autres= pas de réponses (8 réponses)

### 17. Analyse physico-chimique

Non pour 15 répondants ; Oui pour 2 (exploitants des réseaux de chaleur)

### 18. Intérêt pour une gestion mutualisée des cendres



## Annexe 3 Classement des référentiels combustibles bois énergie

(Source :Référentiel Bois Combustible, ADEME, 2017)

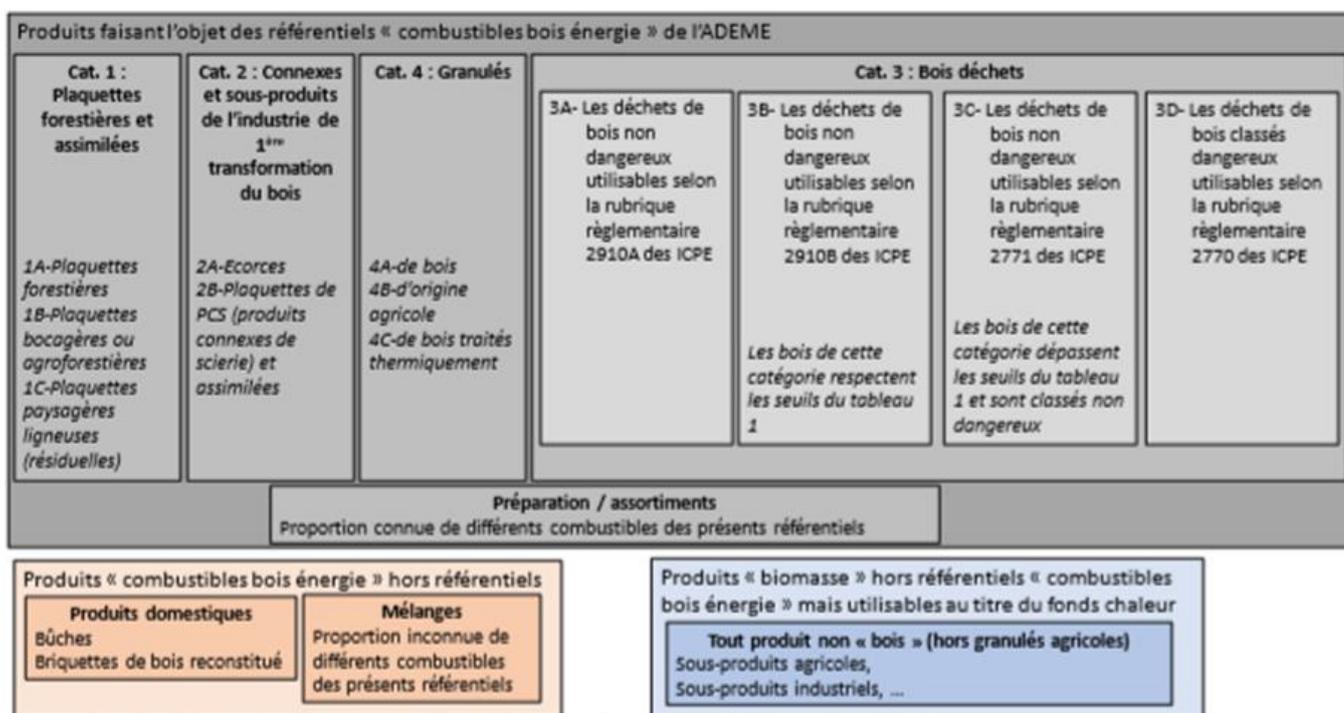
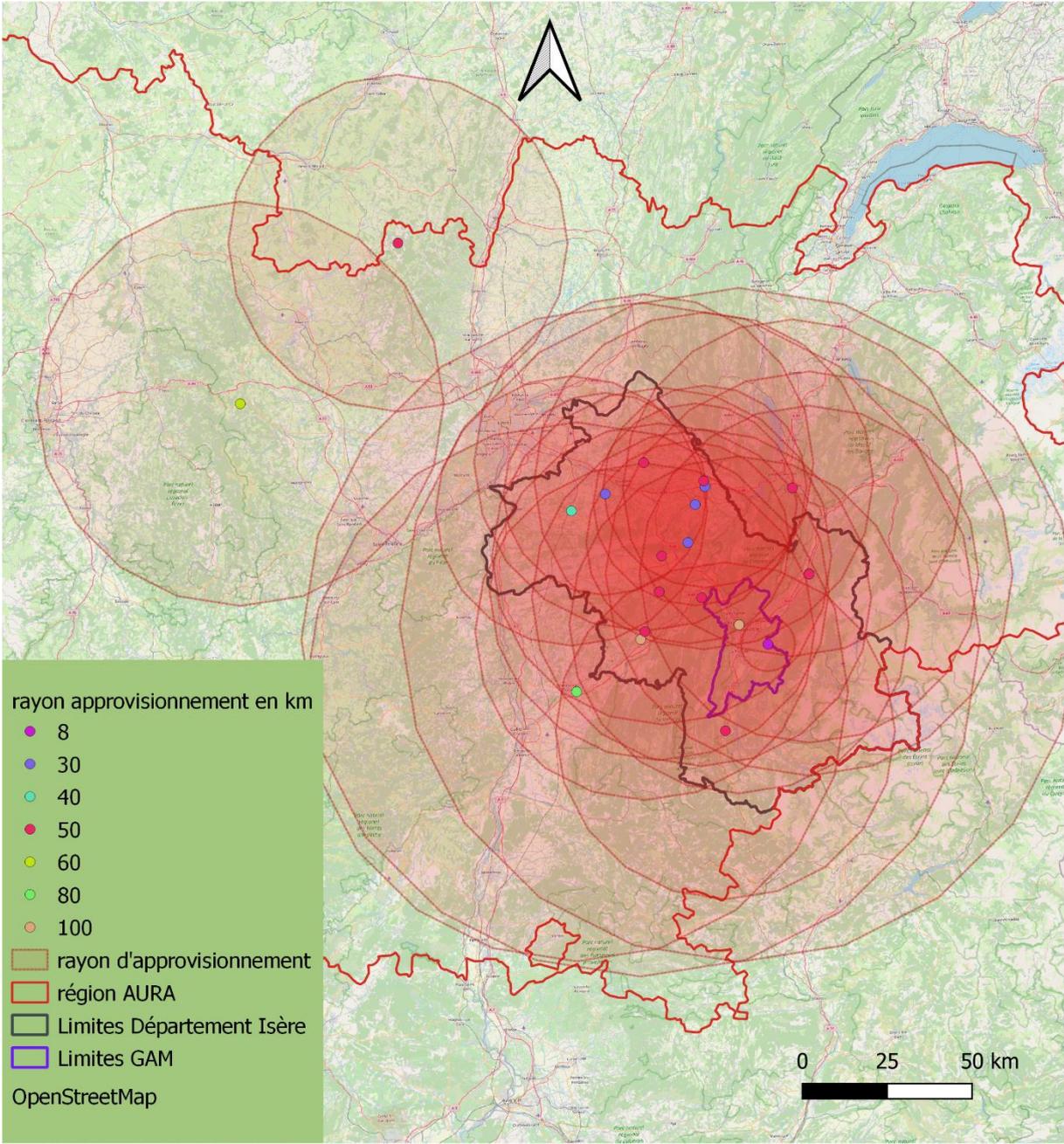


Figure 1 : Synthèse du classement des référentiels combustibles bois énergie

# Annexe 4 Rayon théorique d'approvisionnement en bois brut des producteurs de plaquette forestière



(réalisé par C. Oriol, source datagouv, GAM, OpenStreetMap, enquête fournisseurs)

## Annexe 5 Guide d'entretien acteurs filière bois énergie

Le guide d'entretien reprend les grandes variables du SES et les interroge, en les modifiant en fonction de l'interlocuteur. Voici la liste des questions suivies en fonction des grandes variables du SES.

### 1) Le système de ressources :

- D'où vient le bois ?
- Quelles plateformes alimentent GAM ?
- Comment fonctionnent les entreprises : qui va chercher les chantiers forestiers ? est-ce possible de savoir d'où vient le bois qui est décheté ?
- Quelle traçabilité est possible ? Que certifient CBQ+, PEFC, quels sont les cahiers des charges ? Comment se fait la certification ?
- Clarté du système de ressources : est-ce que les limites du massif forestier sur lesquels vous intervenez sont bien connues ?
- Quelle est votre capacité d'approvisionnement actuel ?
- Quelle méthode d'évaluation de la ressource est employée ?
- Avez-vous une idée du volume sur pied/accroissement annuel/prélèvement ?
- Quel niveau de prélèvement sur le territoire ?
- Comment sont suivies les prévisions de prélèvement du niveau régional ? comment se fait le suivi ?

### 2) Les unités de ressources

- Comment comprendre les mécanismes de prix ?
- Quel rayon de rentabilité pour les fournisseurs ?
- Comment se décompose le prix de la plaquette forestière ?

### 3) Le système de gouvernance

- Quel sont vos interlocuteurs principaux sur la thématique
- A quels réseaux appartenez-vous ?
- Quel type d'engagements avez-vous par rapport au bois énergie (indicateurs, cadre réglementaire)
- Quels sont les mécanismes d'organisation collective au niveau territorial pour répartir la pression de prélèvement ?
- Lien avec les autres cadres réglementaires (PEFC/code forestier/ bonnes pratiques de l'ONF)
- Qui vérifient les plans d'approvisionnement fournis ? (type de produit, pourcentage de bois certifié)
- Comment vérifiez-vous le rayon d'approvisionnement des petites et moyennes chaufferies ? quelles sont les sanctions ?
- Quelle coordination sur les décisions de prélèvement ?
- Quels sont vos engagements en matière de développement de la filière bois énergie ? auprès de qui de quoi ?
- Sur la certification : qui fait les contrôles ?
- Que valide la certification PEFC ? quelles pratiques sur le sol ?
- 

### 4) Les usagers

- Quel type de sylviculture est pratiqué à l'origine du bois énergie ?
- Quelles pratiques d'exploitation entre bois énergie et bois d'œuvre ?
- Qui prend les décisions d'abattage et le choix des chantiers ?
- Quelles méthodes pour assurer de bonnes pratiques sylvicoles ?
- Liste des entreprises qui sont certifiées CBQ+ ?

- Quelle dynamique chez les propriétaires de forêt?

### **5) Les interactions**

- Comment vous placez vis-à-vis de la ressource, comment jugez-vous la ressource disponible ?
- Quels sont vos interlocuteurs au niveau régional ? dans les territoires forestiers ?
- Existe-t-il des conflits ou des tensions ?
- Comment se fait la répartition des coupes entre les différentes entreprises de bois énergie sur les massifs forestiers environnants ?
- Quel mécanisme de coordination du prélèvement existe?
- Quelles actions mettent en contact les acteurs ?
- Quel soutien au développement de la filière ?
- Quels sont les instruments de coordination entre acteurs ? Quelle coordination entre exploitants forestiers ? Quels sont les liens avec les producteurs de BE ? Quel moyen de coordination envisagé entre les ETF et les propriétaires ?
- Quels outils d'animation sont en place ?

### **6) Les résultats**

- Sur quels massifs forestiers y a-t-il le plus de prélèvement ? Quels territoires sont sous tension ?
- Qui fait un retour sur les pratiques ?
- Quels outils de quantification des impacts économiques et environnementaux de la filière biomasse sur le territoire existe ?
- Comment mesure-t-on les impacts ?
- Quels moyens de régulation existent ?
- Quel est votre point de vue sur le niveau de prélèvement de la ressource ?
- Quels liens entre type d'exploitation forestière et impact sur le sol et prélèvement des houppiers et des rémanents ?

## **7. Les paramètres sociaux, politiques et économiques**

### **8. Les écosystèmes liés**

Sol et carbone

- Quelles recommandations pour protéger le sol ?
- Sur le sol, quelles mises en pratique des recommandations ?
- la certification PEFC se fait-elle avant ou après la coupe ?
- Comment la question du carbone du sol est-elle prise en compte ?
- Est-ce possible de prélever tout en maximisant la séquestration de carbone ?

## Annexe 6 Liste des personnes interviewées lors des 31 entretiens avec les acteurs du système forêt-énergie (hors fournisseurs)

nb	date	fonction	structure
1	26/03/2020	Chargée de mission Développement des Énergies Renouvelables	GAM
2	27/03/2020	Chargé d'accompagnement technique	ALEC
3	27/03/2020	Chargé de mission	ALEC
4	8/04/2020	Chargé de mission Réseaux de chaleur	GAM DTE
5	15/04/2020	Accompagnement de projets énergie - Collectivités - Territoires	AGEDEN
6	17/04/2020	Chef du Service agriculture, forêt, biodiversité, montagne	GAM
7	17/04/2020	Chargé de mission bois énergie et réseaux de chaleur	ADEME
8	17/04/2020	directrice	FIBOIS Isère
9	21/04/2020	Responsable Approvisionnement Biomasse	CCIAG
10	22/04/2020	Référént bois énergie	Union Régionale des communes forestières Auvergne Rhone Alpes
11	27/04/2020	Délégué - Adjoint , technicien forestier, contrôleur PEFC	PEFC Auvergne-Rhône-Alpes
12	27/04/2020	Animatrice Charte Forestière	Chambarans
13	27/04/2020	Chargée de mission Alimentation et Forêt	Communauté d'Agglomération du Pays Voironnais
14	28/04/2021	Directeur du Pôle Développement Durable	Bièvre Isère Communauté
15	28/04/2021	Président	Cabinet Transitions
16	28/04/2021	Cheffe de projet	Cabinet Transitions
17	28/04/2021	Animatrice Charte Forestière	Bas Dauphiné et Bonnevaux
18	28/04/2021	Chargée de mission filière bois	Com com Grésivaudan
19	29/04/2020	Responsable Développement	ONF Ain-Rhône-Loire
20	06/05/2020	Chargé de mission	AURA EE
21	06/05/2020	stagiaire	AURA EE
22	06/05/2020	Chargé de mission bois énergie	Fibois, CBQ+
23	11/05/2020	chargé de mission coopération territoriale	GAM
24	11/05/2020	Ingénieure forêt	CRPF
25	12/05/2020	Chef d'équipe	ONF Chambarans
26	12/05/2020	Directeur	Sylv'acctes
27	12/05/2020	chargé de mission forêt	PNR Vercors
28	12/05/2020	Chargé de mission énergie et mobilité	PNR Vercors
29	13/05/2020	chargé mission énergie	Comcom Voironnais
30	14/05/2020	directeur de service	comcom Trièves
31	14/05/2020	Chargé de mission forêt	PNR Chartreuse
32	15/05/2020	Chargée de mission Tepos	CC Trièves
33	25/05/2020	Chef du Service Environnement Air Climat	GAM
34	29/05/2020	Responsable de la Cellule Forêt-bois Service Environnement	DDT Isère
35	03/06/2020	Chargé de Territoire Sud-Est	FCBA

36	11/06/2020	Animatrice du secteur forêt et changement climatique	ADEME
37	11/06/2020	Coordinateur R&D; Agriculture, Forêt et Gestion Durable des Sols	ADEME
38	11/06/2020	Ecologue / Chargé d'études principal Environnement	AURG

## Annexe 7 Tableau de synthèse 1: propriétés d'équilibre Evaluation de la disponibilité de la ressource bois et du prélèvement

Organisme	Réponses	Synthèse
<b>AURA EE</b>	travaille avec la COFOR pour définir ce qui est disponible à l'échelle du territoire; les flux évoluent dans le temps, 1 année tel massif est mobilisé, l'autre année tel massif, une quantification fine est compliquée	Travail avec la COFOR Flux à prendre en compte
<b>COFOR</b>	on ne sait pas évaluer la ressource au niveau local au niveau régional on a assez de ressource forestières, on le note dans le SRB, c'est de la grande théorie au niveau pratique, il y a 2 contraintes : financière: le bois est-il facile à aller chercher? et accessible: il n'y a pas de desserte forestière pour aller le chercher, c'est donc une ressource forestière théorique car ces pbs on ne sait pas les appréhender, c'est en théorie faisable, mais économiquement on ne sait pas le faire aujourd'hui on n'a pas d'études qui recollent les schémas théoriques régionaux aux prélèvements locaux les PAT ne sont pas des outils utilisables pour les exploitants les PAT réalisés par les cofor entre 2007 et 2013-2014, consiste en un outil d'évaluation de la ressource, avec une fiabilité de 70 % en fonction de la forêt publique l'outil est dépassé, mais permet aux élus de comprendre que c'est ok de se lancer dans une chaufferie bois  différents outils: territool qui donne les volumes de bois (croisement entre données PAT et IGN avec un problème de fiabilité en fonction des territoires, on n'arrive pas à faire une base de donnée qui par EPCI a la même fiabilité; on va travailler la dessus avec open forêt l'ONF pour augmenter les données d'inventaires; et un outil foncier qui montre si une parcelle est exploitable ou pas, c'est un domaine très très fermé, chaque propriétaire a le droit d'exploiter ou pas, de faire des routes, c'est le domaine du CRPF	Pas de bonne évaluation de la ressource au niveau local (Outil Territool en développement)  Pas de lien entre schémas théoriques régionaux et prélèvement local  PAT avec fiabilité limitée  Outil territool (COFOR)  SRB
<b>ADEME</b>	C'est très compliqué de mettre en regard les prélèvements faits par les exploitants forestiers et les plans de prélèvements,	Pas de lien entre schémas théoriques régionaux et prélèvement local
<b>DDT 38</b>	enquête de branche indique 450 000m cube de bois sortie dont 200 000 de bois énergie déclarations de chantier des exploitants: je ne sais pas si tout le monde le fait, c'est plutôt une déclaration faite à la commune et à la direction du travail	Enquête de branche

		Déclaration de chantiers des exploitants
<b>FIBOIS 38</b>	<p>on prélève moins que l'accroissement forestier annuel  les plans sont régionaux, pas de vision territorialisée, la filière est autonome et indépendante, les orientations ne valent que pour ceux qui les ont écrites au plan région, dans la filière il n'y a pas de quota  PAT est un instantané alors que la filière évolue tout le temps, tout évolue tout le temps. PAT donne un ordre d'idée, mais sur les modèles de flux, il n'est pas représentatif, c'est une approche stricto sensu bois énergie alors que les modèles sont imbriqués</p>	<p>Pas de plan territorialisé</p> <p>PAT avec fiabilité limitée</p> <p>Filière dynamique</p> <p>Modélisation en flux difficile</p>
<b>GAM</b>	<p>Schéma desserte forestière, observatoire: forestry metro pour les communes, pour l'analyse spatiale de la qualité du bois, accessibilité, et les cartes de la forêt protection</p> <p>il n'y a pas de calcul scientifique de la disponibilité de la ressource ; la demande encourage l'offre, il est demandé aux fournisseurs s'ils peuvent gérer</p>	<p>Schéma desserte forestière</p> <p>Observatoire Forestry Metro</p> <p>Disponibilité du produit chez les fournisseurs comme indicateur</p>
<b>AGEDEN</b>	<p>conseille des petites chaufferies rurales (100-300kw) ce qui signifie 500 à 1000t de bois pour les plus gros projets, "ce n'est pas ça qui va déstabiliser se repose sur l'expertise des communes forestières la filière »</p> <p>Observatoire régional du Bois Energie (Fibois)  SRB, Contrat développement territorial, programme forêt ; = scénarios ambitieux, avec peu de moyens mis en place sur le terrain</p>	<p>Petites chaufferies faible prélèvement</p> <p>COFOR</p> <p>Observatoire régional du Bois Energie</p> <p>Plans ambitieux (SRB, Contrat Développement Territorial, Programme Forêt)</p>
<b>PEFC</b>	<p>l'IGN à Lyon utilise une méthode d'échantillonnage, c'est le seul outil d'évaluation de la ressource qui existe dans les régions. Sinon inventaire de l'ONF sur la forêt publique, quand ils font des aménagements  Ça n'est pas fait en forêt privée= c'est de l'extrapolation ; on bosse de plus en plus par photo-interprétation, estimation du volume, des essences, les méthodes d'analyse vont s'améliorer, peut-être on va avoir des choses plus précises</p>	<p>Pas de bonne évaluation de la ressource au niveau local</p> <p>Extrapolation de données pour la forêt privée</p>
<b>Animation Charte</b>	<p>on n'a pas de prise sur la ressource, il faut vraiment analyser l'état de la ressource,</p>	<p>plan régional forêt bois</p>

<b>forestière Chambarans</b>	<p>on est sorti de nos gonds quand on a vu le plan régional forêt bois, qui considérait que l'on pouvait prélever plus sur le territoire nord Isère</p> <p>les chiffres datent, depuis 10 ans cela a beaucoup évolué, sur le massif, problématique est de savoir maintenant où en est l'état de la ressource, chiffre de 80 000t est le seul que l'on ait</p> <p>le PAT est à mettre à jour pour avoir des chiffres mis à jour, car on a de la tension sur la ressource,</p>	<p>PAT à mettre à jour</p> <p>Pas de lien entre schémas théoriques régionaux et prélèvement local</p>
<b>Pays Voironnais</b>	<p>n'a pas d'idées, pas de chiffre</p> <p>schéma desserte forestière en 2011, études lointaines sur le territoire</p> <p>Appel à manifestation d'intérêt (AMI) le pays voironnais est le lauréat : se réapproprier l'appro des chaufferies en circuit court, connaître la capacité de production du territoire, pas de PAT mais une étude pour avoir une idée de la capacité productive du territoire, avoir des éléments sur ce qui est prélevé, est les besoins en fonction de la capacité des chaufferies</p> <p>pas de visibilité sur l'approvisionnement, on ne maîtrise par forcément, en 2014 on avait commencé à travailler là-dessus, l'AMI AURA EE va permettre de remettre ça à jour</p>	<p>Pas de bonne évaluation de la ressource au niveau local</p> <p>Schéma desserte forestière</p> <p>AMI en cours</p>
<b>Grésivaudan</b>	<p>diagnostic MTDA fait en 2019</p> <p>sur 6 EPCI dont GAM, Grésivaudan allemont, partie savoyarde, 2 intercom (Grésivaudan, Cœur de Savoie)</p> <p>n'est pas très précis, pas de PAT par rapport au BE</p>	<p>Diagnostic réalisé</p> <p>Pas de PAT, pas de prise en compte du BE</p>
<b>Bonnevaux Bièvre Isère Communauté</b>	<p>PAT fait en 2016</p> <p>PCAET nous fait identifier le bois énergie comme principale ressource renouvelable, projet de centrale au bois, aucun contrôle sur la manière dont le déboisement s'opère, déboisement anarchique, à l'époque, n'était pas tepos, va lancer l'étude, on va être tepos début 2021</p>	<p>PAT</p> <p>PCAET</p> <p>Aucun contrôle TEPOS</p>
<b>Cabinet transition</b>	<p>travail avec AURA EE, visualisation des flux de bois, manipulation des données=&gt; résultat décevant, pas les bonnes connections ; traçabilité non contraignante</p>	<p>Flux de bois</p>
<b>Fibois Drôme- Ardèche CBQ+</b>	<p>après il y a des massifs orientés bois énergie, peut-être il faudrait des suivis plus précis à mettre en place, mais c'est localisé, pour éviter des situations de déforestation plus le temps passe, on n'agrandit pas le rayon</p> <p>PAT fait entre 5 et 10 ans, a coûté cher, pas un n'a fait vivre la donnée depuis, à l'arrivée, ça n'est pas suivi ; aujourd'hui il y a déjà un outil de l'état, une enquête de branche au niveau du département, les entreprises déclarent par département j'ai acheté tant de tonnes sur</p>	<p>Besoin de suivi précis au niveau local</p> <p>PAT dépassé, non mis à jour</p> <p>Enquête de branche au</p>

	tel département, c'est en secret statistique au niveau du ministère,	niveau départemental
<b>PNR Vercors</b>	<p>la ressource elle est là, toute la question est à quel coût? Toute la production du Vercors alimente les chaufferies mais on en manque.</p> <p>Données du PAT de 2012, riche en données, centré sur bois énergie, on y retrouve les volumes exploités, exploitables, la prospection des coût d'exploitations, cout d'évolution du bois, de la plaquette principalement du taillis de feuillus (hêtres, chênes et pin sylvestre), on a peu de connexe de scieries ici.</p> <p>dans le cadre du TEPOS, état des lieux de la production de bois énergie sur des données de 2014, aussi sur source données orcae</p>	<p>Coût élevé de la ressource Bois en territoire de montagne</p> <p>PAT riche en données, centré sur le bois énergie Taillis de feuillus</p> <p>TEPOS ORCAE</p>
<b>Trièves</b>	<p>TEPOS a identifié le bois come ressource première pour la production d'énergie renouvelable sur le territoire, mais pas satisfait de la manière dont ça se passe, forte ambition du territoire, 2 chaufferies à Mens, mais la volonté de faire un pôle bois à st Michel s'est clôturée par un échec</p> <p>on pensait que la ressource locale suffisait, c'était une erreur, contrainte techniques à gérer, qualité des plaquettes, la commande se fait ailleurs faute de qualité, le même problème que dans les Alpes de Haute Provence, problème de moyen d'équipement, manque de moyens humains</p> <p>une grande difficulté à avoir une ressource locale pour les chaufferies locales,</p>	<p>TEPOS</p> <p>Echec pôle bois</p> <p>La ressource bois ne suffit pas</p>
<b>PNR Chartreuse</b>	<p>ce n'est pas la ressource qui pose problème mais le coût PAT en 2010, évaluer une ressource sur un territoire c'est compliqué, en train de tester le lidar sur la forêt domaniale,</p> <p>état de lieux assez complet en 2017-2018</p> <p>à part avec le lidar ou analyse des photos c'est difficile d'avoir des idées des volumes</p> <p>le pb du PSG est que seul le CRPF peut regarder ce qu'il y a dedans, ce sont des documents privés, pour la forêt publique, les documents sont consultables</p> <p>l'enjeu pour le territoire est sur le bois d'œuvre, la part de bois énergie n'est pas le plus important, pas de chiffre au niveau de la Chartreuse, au niveau du territoire, 60 communes avec un accroissement annuel de 200 000 m<sup>3</sup>, la moitié ou les 2/3 sortent de la forêt (100-120000 m<sup>3</sup>) potentiellement exploités. En forêt publique c'est plus ou moins facile de savoir ce qui se passe, en forêt privée c'est plus compliqué.</p>	<p>Coût élevé de la ressource Bois en territoire de montagne</p> <p>PAT en 2010</p> <p>Données fiables (2017-2018)</p> <p>LIDAR mis en oeuvre</p> <p>Enjeu sur le bois d'œuvre Différence de suivi chiffré entre forêt publique/forêt privée</p>

## Annexe 8 Tableau de synthèse 2: la réglementation/instruments de régulation

Orga nisme	Réponses	Synthèse
<b>ADEME</b>	<p>PAT chaufferies: on demande la région d'origine du bois mais on n'a pas de notion de distance imposée, dans tous les projets récents, il n'est pas demandé un kilométrage</p> <p>sur les grosses installations, il est possible d'élargir les périmètres d'approvisionnement mais on n'impose pas forcément la distance, ce qu'on impose c'est une part de plaquette et de biomasse forestière certifiée PEFC, taux PEFC dépend de la région</p> <p>quand on reçoit des demandes d'aides pour les gros projets, dans chaque région, on donne un avis sur les plans d'approvisionnement (DRAAF, DRAL, SGAN services de la préfecture, pour les installations sup à 12000 MWh)</p>	<p>Part de plaquettes certifiées PEFC</p> <p>Taux PEFC varie en fonction des régions</p> <p>Avis sur les plans d'approvisionnement de la cellule biomasse pour les installations supérieures à 12 GWh</p>
<b>DDT 38</b>	<p>tout défrichement est soumis à autorisation préfectorale, il faut une autorisation et des compensations sont mises en place (soit travaux sur place ou reboisement ailleurs)</p> <p>code forestier est une loi séculaire, de 200 ans, revue récemment</p> <p>plans de gestion pour superficie sup à 25ha, si moins de 25 ha: encadrement des coupes de plus de 2ha si la moitié des arbres de futaie, il faut une autorisation préfectorale, c'est surtout là qu'il y a des contrôles</p> <p>pour le taillis, historiquement a été pour le bois de chauffe, le taillis n'est pas réglementé si 100% de taillis</p> <p>théoriquement s'il y a qq arbres de futaie dans le taillis, on pourrait demander une autorisation</p> <p>code de l'urbanisme: espace boisé classé: règles de coupe déclaration de surface: à partir de 10ha si pente &lt; 50%, 3ha si pente entre 50 et 100%, 1ha si pente sup à 100%, vocation à préserver la fonction de protection de la forêt., est pris par les communes dans le plu et plan d'occupation des sols,</p> <p>déclaration préalable, si pas de réponse du maire dans les 2 mois, possible de faire la coupe, espace boisé classé était couramment employé, mais depuis 10 15 ans les instructeurs ont conseillé de classer les bois qui en valaient la peine</p>	<p>Code forestier</p> <p>Défrichement soumis à autorisation préfectorale</p> <p>Plan de gestion (sup &gt; 25ha) Superficie &lt; 25ha : si 50% est en futaie, autorisation préfectorale nécessaire</p> <p>Pas de réglementation sur le taillis</p> <p>Code de l'urbanisme : espace boisé classé réglemente la coupe en fonction de la pente</p> <p>Plan de gestion des risques (peu pratiqué)</p>

	1 Plan de gestion des risques pourrait aussi réglementé la gestion forestière mais c'est peu pratiqué	
<b>FIBOIS 38</b>	la filière a le tri du bois dans son ADN, c'est ancré dans le code forestier, toute entreprise a ça dans son ADN, la hiérarchie des usages aucune réglementation sur l'exportation des rémanents ou tassements des sols, c'est un sujet de débat mais pas réglementé	Tri du bois Hiérarchie des usages Pas de réglementation sur rémanents ou tassements des sols
<b>GAM</b>	pas d'obligation de rayon max d'approvisionnement, fait partie du cahier des charges ("le plus faible possible») compte comme un critère dans la valeur Développement Durable (composé de pleins de critères différents), une note sur 10 est donnée, = un critère de décision collectif pris, non pénalisé si ce n'est pas inclus Schéma Directeur de l'Energie	Pas d'obligation de rayon d'approvisionnement  SDE non réglementaire  Souci de traçabilité
<b>PEFC</b>	la réglementation qui protège le propriétaire forestier est le code forestier ou la réglementation annexe PEFC font beaucoup de formation, réunion, sensibilisation à la gestion forestière durable, ETF et exploitants, on fait beaucoup d'informations sur les contrats, discussions avec les bûcherons, veille juridique, administrative, contrat type,  en forêt publique la certification est bien suivie (forêt domaniale, l'état certifie tout son domaine, forêt communales certifiées au 2/3) mais la forêt privée est très morcelée, hyper dur à faire certifier pour avoir du bois certifié, les exploitants forestiers démarchent les propriétaires pour se faire certifier ils achètent le bois, couvre la certification (<10 ha= 40 €/ 5 ans) cela créer un double problème: 1/ les gens ne savent pas qu'ils sont certifiés, ce qu'est PEFC, si il y a un contrôle, je n'en sais rien 2/ dans les coupes rases, l'exploitant achète une parcelle, la fait certifier, exploite par coupe rase,  1 coupe rase peut être certifiée jusque 25 ha, c'est un compromis la traçabilité PEFC: certifie toutes les opérations qui utilisent du bois certifié (% de bois qui entre et sort de la chaîne (bordereaux, tableur excel, contrôlé tous les ans, il faut tout éplucher, les relevés d'achat de la vente de bois...)	Code forestier et sa réglementation annexe  Contrat-type  Forêt publique essentiellement certifiée PEFC  Démarchage propriétaires privés  Pas de gestion après certification  Coupe rase peut être certifiée PEFC jusqu'à 25ha  PEFC : certification d'une gestion durable et d'une traçabilité  Cahier des charges fruit d'un consensus

	standard actuel= 2017-2022, le cahier des charges est le fruit d'un consensus entre propriétaires et individuels, on a enlevé du cahier tout ce qui pouvait gêner les 1 et les autres, c'est pour ça qu'il est assez large	
<b>Animation Charte forestière Chambarans</b>	ASLGF Association Syndicale Libre de Gestion Forestière : regroupe les propriétaires au sein d'une structure, court aussi sur le massif des Bonnevaux, toutes les demandes de gestion avec Sylv'acces ont été faites par l' ASLGF	Sylv'acces comme label gestion durable  ASLGF pour rassembler les propriétaires privés
<b>Grésivaudan</b>	PTS	Sylv'acces comme label gestion durable
<b>Pays Voironnais</b>	fin 2019 avec Fibois, réunion avec les élus, sur des questions de réglementation de chantier, témoignage de la charte forestière des Bonnevaux, bon engouement des élus, mise en place d'un réseau de correspondants forestiers	Rappel de réglementation de chantiers
<b>Fibois Drôme Ardèche, CBQ+</b>	PEFC c'est la Chartreuse, le Vercors= pour le gros bois d'œuvre, PEFC ne concerne pas le bois énergie on force des propriétaires à signer pour être adhérent et avoir du tonnage, mais derrière il n'y aucune gestion les fournisseurs vont voir les propriétaires, le fournisseur paie les 50€ d'adhésion, le bois est bien PEFC, c'est un boulot de titan, le fournisseur passe son temps à persuader les propriétaires les boîtes aujourd'hui font de plus en plus de tri de bois car économiquement c'est bien plus avantageux (vendre une bille pour du piquet ou du bois de chauffage, c'est économiquement plus intéressant) il y a un intérêt à trier pour du bois énergie  CBQ+ est une association, n'est pas une certification, pour les entreprises certifiées ISO 9001 (qualité combustibles et service client-management, gestion risque, sécurité)) et en parallèle, certification PEFC , mais ne s'occupe pas du contrôle en entreprise, qui est certifié de manière indépendante, il font un audit interne des entreprises sur différents critères qui regroupe PEFC et ISO 9001, c'est ensuite l'asso qui est certifiée et contrôlée PEFC (montage à étage), cela a l'avantage économique de coûter moins cher, nous on fait à la fois le contrôle technique et administratif, c'est un contrôle interne, au lieu de	PEFC ne concerne pas le bois énergie  Démarchage propriétaires privés  Pas de gestion après certification  Tri bu bois se fait de plus en plus  CBQ+ : association qui aide à la structuration de la qualité des entreprises BE

	faire un rapport de non-conformité, on fait des outils de gestion, de traçabilité qu'on mutualise et l'entreprise rentre dans une démarche de structuration	
<b>ONF</b>	pour les marchés ONF, il y a des clauses environnementales (coupe automne hiver quand le bois est hors sève et l'écosystème au repos, cloisonnement)	Clauses environnementales sur les marchés ONF
<b>CRPF</b>	<p>dans le code forestier, il y a le schéma régional de gestion sylvicole pour la partie forêt privée, ce que le propriétaire de taillis peut faire du taillis, mais avec une futaie on ne peut pas revenir à un taillis,</p> <p>5 ou 6 codes qui s'appliquent à la gestion forestière (code forestier, environnemental, urbanisme, des collectivités) c'est très réglementé, la réglementation est déjà assez stricte, les propriétaires forestiers n'ont pas envie de plus réglementations</p> <p>CRPF a peu de levier, on va passer des contrats avec des préconisations : mettre en place des cloisonnements, passage sur les sols, information des propriétaires sur les risques, contrairement à l'onf qui est gestionnaire</p>	<p>Code forestier Schéma régional de gestion sylvicole</p> <p>Futaie ne peut revenir au taillis Nombreux codes (forestier, environnement, urbanisme, collectivités...) : déjà assez de réglementations Impuissance Contrats (cloisonnements...) Information</p>
<b>ALEC</b>	Le % de bois certifié (19% (> 12GWh) ou 13% (<12 GWh) est un point de discussion dans la mesure où beaucoup de petits propriétaires privés ne certifient pas leur forêt.	PEFC ne concerne pas le bois énergie
<b>Fournisseur 7</b>	<p>trie le bois de chauffage (les branches de chêne) sur les coupes ONF, on fait des cloisonnements, on prélève 1/3</p> <p>forêt publique est bien gérée, en forêt privée certains ne savent pas qu'ils sont propriétaires, le bois énergie permet de nettoyer des forêts à l'abandon</p>	<p>Tri du bois</p> <p>Méthodes de coupe en fonction des clients</p>
<b>Fournisseur 14</b>	en France, obligation de reboisement avant 5 ans (code forestier), le taillis de châtaignier repousse tout seul	Obligation de reboisement

## Annexe 9 Tableau de synthèse 3 : Processus de contrôle et de sanctions

Organisme	Réponses	Synthèse
<b>ADEME</b>	<p>dans le plan d'approvisionnement, c'est noté le pourcentage fourni en PECF, puis au paiement ils nous fournissent un tableau déclaratif, puis après on demande un justificatif PEFC au fournisseur puis en général un bon de livraison entre fournisseurs, c'est déclaratif; 1 fois que le bois est dans le silo on ne peut pas vérifier</p>	<p>Plan d'approvisionnement Tableau déclaratif Justificatif PEFC Bon de livraison</p>
<b>DDT 38</b>	<p>PV si coupe sans déclaration on n'a rien de coercitif au niveau des propriétaires c'est la limite depuis une dizaine d'année, je vois bien que le code forestier a des limites, ce n'est pas un plan de gestion,</p>	<p>PV si coupe sans déclaration Pas de sanctions pour les propriétaires Limites du code forestier</p>
<b>GAM</b>	<p>pas de sanction, ni sur la gestion de la ressource bois, ni sur l'atteinte des objectifs du SDE, à part la sanction du vote (tous les 6 ans) et la pression sociale (réseaux sociaux)</p>	<p>Sanction du vote Pression sociale</p>
<b>PEFC</b>	<p>le contrôle se fait par tirage au sort, on contrôle 2 à 5% de la surface, tous les 5 ans, et entre 10 à 20% des exploitants, soit 10% tous les ans, on revient régulièrement on envoie un courrier 1,5 mois avant, on se met d'accord sur un jour de visite (1 partie documentaire, puis on va voir 2 chantiers: 1 en cours, 1 terminé) on estime que ce n'est pas assez et qu'il faudrait pouvoir contrôler à l'improviste, mais c'est un système qui permet d'avoir un bon maillage de territoire, on retrouve les exploitants au fil de l'eau (par recroisement) on a une petite légitimité un propriétaire peut appeler si l'exploitant a abimé la parcelle, travaux qui ont été mal fait, on sait qui sont les exploitants qui ont de mauvaises pratiques</p>	<p>Contrôle  Bon maillage territorial  Contrôle social (Pression sociale)</p>
<b>Animation Charte forestière Chambarans</b>	<p>on n'a pas de prise, car ce sont les propriétaires privés qui gèrent: on pose un chèque et c'est une coupe rase, on n'a pas de prise sur le marché, sur les propriétaires qui veulent vendre leur bois, ce sont pas de gros revenus, pas de prise quand il y a des décisions politiques,</p>	<p>impuissance</p>
<b>Fibois Drôme-Ardèche</b>	<p>c'est le propriétaire qui vend, pas le fournisseur, si on nous dit, on arrive à un point critique et on va décapitaliser (la forêt), si le propriétaire veut vendre, il le fait, sauf si l'Etat l'interdit</p>	<p>Pas de sanctions/contraintes pour les propriétaires</p>

		Autorité étatique
<b>ONF</b>	<p>en forêt privée, 80-90% des propriétaires qui quand ils ont un chèque, disent à l'exploitant de tout couper, il n'y a pas de contrainte</p> <p>l'ADEME : déposer un dossier, et montrer patte blanche sur ton approvisionnement, c'est assez peu contrôlé, lettre d'intention avec rayon de 100 km,</p>	<p>Pas de sanctions/contraintes : pour les propriétaires, ni sur les conditions de chantier</p> <p>Faible contrôle de l'ADEME</p>
<b>ALEC</b>	<p>ALEC intervient à 2 reprises, 1/ lors de la mise en route : visa de fin de chantier (vérification que c'est le bon matériel qui a été installé), 2/ 1 an après pour faire un bilan de suivi de la production d'ENR, ce qui donne lieu à des échanges avec les techniciens d'exploitation (pbs liés à l'appro ?). Mais peu de retour. De plus peu d'installations ont plus d'un an de fonctionnement, donc peu de ces visites ont été faites.</p>	<p>Peu de contrôle sur l'appro bois</p>

## Annexe 10 Tableau de synthèse 4 : Résultats (performance écologique et sociale)

Organisme	Réponses	Synthèse
<b>COFOR</b>	<p>impact paysager important, rotation courte, on ne laisse pas assez de temps pour que les essences poussent, pour l'instant, c'est un appauvrissement, coupe à blanc, quels impacts?</p> <p>il n'y a pas de mécanismes qui permettent de quantifier les impacts du BE, pas d'outil de recensement systématique, pas de point de vue macro sur l'impact côté LIDAR, il faudrait des campagnes très régulières, cela coûte cher, pas possible</p>	<p>Impact de la coupe rase non connu</p> <p>Impact paysager</p> <p>Pas d'outils pour recenser systématiquement les impacts du BE</p> <p>LIDAR</p>
<b>DDT 38</b>	<p>grosse préoccupation sur l'état des sols: chantier BE de plus en plus mécanisé, se fait de plus en plus au dernier moment (pb de gestion des stocks) , chantier en novembre sur sol humide=&gt; tassement des sols plus perte de la matière minérale quand les menus bois ne retournent pas au sol, là-dessus il n'y a pas d'outils réglementaires, peut conduire à une dégradation du milieu forestier, voir les guides de l'ademe</p>	<p>Impact sur les sols : tassement</p> <p>Mécanisation</p> <p>Exportation des rémanents : perte de matière minérale</p> <p>Dégradation milieu forestier</p>
<b>FIBOIS 38</b>	<p>pour les chambarans, le grenier à bois de l'isère avec un taillis à rotation courte, Fibois a déjà alerté; pour le plan régional forêt bois, affichait des plans de prélèvement sur les chambarans, a alerté sur des niveaux trop forts de prélèvement</p> <p>aujourd'hui on est dans la mécanisation (manque de bras, BE est celle qui est la plus mécanisée, chaîne sobre par rapport à d'autres ex qu piquet qu'il faut façonner) si forte mécanisation= tendance à exporter plus les rémanents que sur d'autres filières</p>	<p>Prélèvement important sur les Chambarans</p> <p>Lien entre mécanisation et exportation des rémanents</p>
<b>FCBA</b>	<p>très impliqué sur Gerboise avec l'ADEME, objet des travaux de type gerboise: on a cherché à mesurer des flux minéralomasse quand on exploite 1/ d'une part ce qu'il y a dans le sol (conditions stationnelles) 2/ ce qu'on enlève de la parcelle (on a mesuré des flux sur chantiers</p> <p>les paramètres d'entrée sont la nature du sol et de l'humus, paramètres extérieurs pente, météo favorable, cloisonnement d'exploitation pour minimiser l'impact (voir practisol qui développe toutes ces notions), même en coupe rase on préconise d'employer des cloisonnements d'exploitation</p>	<p>Gerboise</p> <p>Cloisonnement</p> <p>Guide Practisol</p> <p>Risque de perte de fertilité par exportations des parties minérales</p> <p>Etude avec Decoux sur système de récolte pour</p>

	<p>est-ce que la Metro a engagé une action d'évaluation sur d'où vient le bois, type de peuplement, risque de surexploitation, quels impacts sur les parcelles se préparer à de potentielles remontées de terrain, d'acteurs, par rapport au risque de perte de fertilité quel système de récolte pour permettre de limiter les exportations minérales: étude lancée avec Decoux dans le cadre de l'appel à projet du conseil régional sur l'innovation</p>	<p>permettre la limitation des exportations minérales</p>
<b>GAM</b>	<p>faible revenu pour le propriétaire et l'exploitant, de plus le bois de rebut ne vaut rien et fait concurrence au bois énergie, baisse le prix de la plaquette forestière, "modèle économique vicieux", le bois de rebut fausse les coûts</p> <p>ce modèle court-termiste de fiabilité économique est tabou dans la filière même si certains territoires tirent la sonnette d'alarme</p> <p>le bois énergie ne paie pas et déséquilibre le système, ce n'est pas normal que ça ne paie pas</p>	<p>Impact social : fragilité économique de la filière</p>
<b>Sylv'acctes</b>	<p>beaucoup d'opérations ne sont pas faites dans des bonnes conditions climatiques (sols non ressuyés), impact fort sur la parcelle</p> <p>en terme de surface: intensification liée à la mécanisation, avant c'était des damiers très morcelés, aujourd'hui intensification des surfaces de coupes, recherche d'un rendement amélioré, essaye de débloquent les parcelles voisines pour rentabiliser 'effet tâche d'huile"</p> <p>on est sur un appauvrissement des parcelles, le taillis simple est une méthode d'exploitation pas un mode de gestion</p> <p>le diagnostic après une coupe systématique est très visible, il n'y a pas besoin d'être forestier, avant la production de chênes était possible, maintenant la capacité de reprise de la parcelle et la coupe rases favorise l'installation de gibier, et bloque la régénération de la forêt</p> <p>il y a écrêtage de crue, les sols ne sont plus tenus, massif qui accueille du public, cela finira par une réglementation</p>	<p>Conditions d'exploitation : climat</p> <p>Intensification liée à la mécanisation</p> <p>Effet tâche d'huile</p> <p>Appauvrissement des parcelles</p> <p>Taillis comme mode de gestion (non gestion)</p> <p>Installation du gibier bloque la régénération de la forêt</p> <p>Ecrêtage de crue,</p>
<b>PEFC</b>	<p>pression de la récolte importante sur les Chambarans, avec la coupe rase, le sol est très exposé à l'érosion éolienne et par l'eau, fragilisation des sols, mais ça repousse assez vite</p>	<p>Prélèvement important sur les Chambarans</p> <p>Impact de la coupe rase : exposition à l'érosion (éolienne, hydrique)</p>

<b>Animation Charte forestière Chambarans</b>	<p>on est sorti de nos gonds quand on a vu le plan régional forêt bois, qui considérait que l'on pouvait prélever plus sur le territoire nord Isère, alors qu'on est peut-être déjà dans du non renouvellement</p> <p>les exploitants et les bûcherons exploitants sont dans une situation économique difficile, il faudrait un paiement à sa juste valeur, plus de discussions</p> <p>question de la coupe rase, attachement au paysage, les habitants ont de la peine</p> <p>toute la ressource est prélevée y compris les houppiers et les rémanents, déjà en 2009 la situation incitait à la prudence</p>	<p>Non-renouvellement ?</p> <p>Impact social : fragilité économique de la filière</p> <p>Impact paysager de la coupe rase</p> <p>Prélèvement important sur les Chambarans</p> <p>Peine des habitants</p> <p>Exportation des rémanents</p>
<b>Bièvre Isère Communauté</b>	<p>outil foncier forestier= on a fait le constat que l'on a beaucoup de forêt vieillissante sur le territoire, gestion délaissée</p> <p>but est de constituer une structure juridique pour que les propriétaires des confettis soient rassemblée, + un outil d'animation foncière pour rassembler les confettis</p> <p>les exploitants forestiers vont démarcher les propriétaires des petites parcelles et les exploiter, de gré à gré, pas de vision d'ensemble</p> <p>se fait en désordre, sans planification</p>	<p>Pas de gestion</p>
<b>Pays Voironnais</b>	<p>on est un territoire un peu inquiet sur le développement de grosses unités comme biomax, l'enjeu est d'apporter des réponses aux élus</p>	<p>Inquiétude sur le prélèvement</p>
<b>Fibois Drôme- Ardèche</b>	<p>il faudrait aussi que l'on parle de la génération d'activité sur le secteur ; à Roybon il y a une école car des gens vivent là-bas, ils bossent dans le bois,</p>	<p>Génération d'activité économique</p>
<b>ONF</b>	<p>en nord Isère, il y a plus de ressources, moins de compétition, c'est un plateau calcaire, il y a plus de bois de chauffage, moins d'exploitation, même un retard d'exploitation il n'y a pas le tissu d'exploitants</p> <p>autour des Chambarans, il y a beaucoup d'exploitants, c'est facile d'exploitation, juste le problème des sols très mouilleux</p> <p>2 gros problèmes actuellement: tassement des sols (question de la portance) et exportation des branches</p> <p>autrefois les gens allaient chercher le bois l'été, mixte exploitants agricole et une partie d'activité en forêt, maintenant avec les forestiers, il faut travailler toute l'année, et même quand c'est humide, cela fait des tassements, des ornières, pas de distinction entre forêt privée et publique, les mauvaises habitudes sont prises en forêt privée, car c'est moins cadré, il y a de plus en plus d'engins pas adaptés à la forêt, notamment dans les abatteuses, certains sont adaptés à la forêt: bonne</p>	<p>Nombre élevé d'exploitants sur les Chambarans</p> <p>Tassement des sols</p> <p>Exportation des rémanents</p> <p>Conditions d'exploitation : période sèche/humide, Cloisonnements, engins</p> <p>Génération d'activité économique</p>

	<p>portance, étroite mais pas les engins de travaux publics qui sont montés forestiers (pelle mécanique avec une tête d'abattage)</p> <p>une tourelle sur la partie pivotante de la pelle, elle dépasse et quand elle tourne sur les côtés, ça frotte sur les arbres; pour les engins forestiers, la tourelle ne dépasse pas, les chenilles</p> <p>le prix d'achat est multiplié par 2, les tracteurs sont de plus en plus gros, les charges de plus en plus grosses, c'est un question de rapport de pression au sol, par rapport au pneu, les coupes sont assez abimées, voire massacrées après les engins, notamment là où on ramasse le bois ;</p> <p>on essaie de faire des cloisonnements pour limiter le risque de tassement, c'est difficile à mettre en œuvre si la coupe à lieu en période sèche et en bonnes conditions, il ne se passe pas grand-chose</p> <p>on a besoin du bois énergie</p> <p>sur les petites propriétés, les gens qui ne sont pas de la forêt, il peut y avoir des changements dans les modalités de gestion, plutôt de la non gestion, où il peut y avoir des impacts forts sur la biodiversité, les gens qui ont des plans de gestion gèrent bien, dans les zones laissées à l'abandon, effet d'aubaine, le risque est là, en Lozère et autour de Gardanne, les propriétaires s'en sont rendus compte après</p>	<p>Non-gestion</p> <p>Effet d'aubaine</p>
<p><b>CRPF</b></p>	<p>le bois énergie rapporte vite et sans investissement, les propriétaires ne sont pas enclins à investir pour faire du bois d'œuvre, il y a augmentation du revenu du propriétaire à 3 ou 5, les propriétaires ne voient pas l'intérêt à valoriser plus leurs taillis car il y a de la tension, les prix augmentent, mieux avoir 2000€ maintenant que 5000 € dans 5 ans</p> <p>les territoires d'approvisionnement sont faciles d'accès, il gèle de moins en moins, quand on le sol est gelé on l'abime moins, risque de surexploitation avéré plus on voudra des circuits vertueux, plus il faudra monter le prix de la plaquettes, l'exploitant est le maillon sous pression</p> <p>l'ensemble de la filière doit toucher des revenus pour les aménités positives de la forêt</p> <p>le prélèvement s'accroît sur les Chambarans, et la préservation des sols, sur les plateaux, les sols sont fragiles, et question de l'acceptabilité des coupes qui est de plus en plus mal vécues</p>	<p>Pas d'investissement sur le taillis</p> <p>Prix augmentent</p> <p>Moins de gel, plus de risque d'impact sur le sol</p> <p>Risque de surexploitation</p> <p>Impact social : fragilité économique de la filière</p> <p>Conditions d'exploitation : période sèche/humide, Cloisonnements, engins</p>

	<p>on va abimer les sols si on fait ça n'importe quand, endommagement sur plusieurs centaines d'années, un sol endommagé stockera moins de carbone et la production des années suivantes sera moins importante et la circulation de l'eau sera moins bonne, si on enlève tout à chaque fois, on va encore les appauvrir</p> <p>cela fait longtemps qu'on fait passer le message aux propriétaires, mais pas de clauses dans les contrats</p>	<p>Prélèvement important sur les Chambarans</p> <p>Exportation des rémanents</p>
<b>Fournisseur 1</b>	<p>voit 2 questions: le retour de la matière au sol et la dégradation des sols</p> <p>on l'a en tête, mais on réalise pas la coupe, donc on n'a pas la main dessus,</p> <p>c rare que l'on enlève toute la matière organique (il faudrait passer le râteau) dépend du niveau de prélèvement, du seuil de retour au sol, ce n'est pas un sujet très clair, on fait attention aux conditions météo, il faudrait se porter acquéreur des bois sur pied, cela dépend des exploitants</p>	<p>Dégradation des sols</p> <p>Perte de fertilité</p> <p>Pas responsable car pas ne fait pas la coupe</p> <p>Incertitude</p> <p>Conditions climatiques</p>
<b>Fournisseur 6</b>	<p>Sur les coupes ONF on va beaucoup travailler à tout laisser sur place, pour les experts forestiers, on va tout sortir, cela dépend beaucoup du mode de coupe: l'abatteuse ébranche, la cisaille prend tout comment est pris en compte la diminution de l'impact sur le sol ? Cela dépend du bois et du type de coupe, pour le privé, le visuel a beaucoup d'importance: il faut que ça soit propre, il faut enlever les branches, même si on en laisse toujours un peu</p>	<p>Dépend des clients (ONF/experts forestiers/propriétaires privés)</p>
<b>Fournisseur 7</b>	<p>prix catastrophique, le prix est trop bas, c'est très compliqué, aujourd'hui gros problème de rentabilité, il faut équilibrer les comptes, le fonds de commerce nécessite beaucoup d'investissements, acheter la matière première moins chère est très difficile, et il est difficile de faire monter le prix de vente, il faudra mettre un jour un prix qui convienne pour que la filière vive</p> <p>on est obligé aujourd'hui d'investir dans des machines d'abattage car on ne trouve pas de main d'œuvre</p> <p>mécanisation c'est important, ça fait peur aux gens, pas plus tard que samedi, des propriétaires ont appelé pour une coupe, ils ne voulaient pas de machine, car ça tasse les sols; pas d'autres solutions que la machine, le sol sera de toute façon tassé avec le tracteur</p>	<p>Impact social : fragilité économique de la filière</p> <p>Mécanisation</p> <p>Tassement des sols</p> <p>Conditions d'exploitation : climat, humidité</p> <p>Atténuation des impacts</p> <p>Exportation des éléments minéraux</p>

	<p>on est obligé de livrer du bois toute l'année, on a toujours au moins 2 chantiers dans l'hiver, on fait des ornières, on rebouche les ornières</p> <p>on est obligé de faire des ornières, les machines font 25t, un bûcheron 80kg, mais ça dépend des périodes on a toujours des chantiers qui craignent l'humidité, on les garde pour les périodes sèches</p> <p>les feuilles, c'est rare qu'on les emmène</p>	
<b>Fournisseur 14</b>	<p>nous on y a un intérêt économique, il faut assurer notre rentabilité, que les bois poussent</p> <p>mais pour cela il faut avoir du stock, pour pouvoir adapter la récolte lorsque le sol est non portant, ça c'est notre cheval de bataille</p> <p>on ramasse tout (houppiers, rémanents)</p>	<p>Gestion fertilité</p> <p>Gestion des stocks</p> <p>Exportation des éléments minéraux</p>
<b>Fournisseur 15</b>	<p>gestion des rémanents: tout dépend du type d'exploitation, si éclaircie de résineux, on ébranche, taillis, si vous laissez des branches, c le proprio qui vous le fait remarquer</p> <p>il faut que ça soit propre "au râteau"</p>	<p>Exportation des rémanents</p> <p>Dépend des clients et des types d'exploitation</p>
<b>Fournisseur 18</b>	<p>la plupart du temps les feuilles restent sur place, un gros pourcentage du bois est coupé à l'avance, la plupart des bois sont coupés depuis 3-4 mois avant toute la tête des arbres restait à la coupe, maintenant ça va au broyage</p> <p>pour le sol, oui on fait attention lors des coupes, on évite de travailler quand c'est mouillé,</p> <p>pour les coupes rases, on essaie de laisser quelques pieds au milieu, au moins quand les gens passent ils sont contents</p>	<p>Exportation des rémanents,</p> <p>Impact paysager des coupes rases</p>
<b>Fournisseur 16</b>	<p>aujourd'hui en bois énergie on a plusieurs solutions différentes, on sait ce qui marche</p>	<p>Exportation des rémanents</p>

## Annexe 11 Tableau de synthèse 5: Sur la prise en compte du carbone du sol et de la biomasse

organisme	Réponses	Synthèse
<b>AURA EE</b>	ne travaille pas sur le sol et la séquestration du carbone, on n'est pas au stade d'être en mesure de produire des analyses de ce type	Pas de prise en compte de la question de la séquestration du carbone du sol
<b>COFOR</b>	tout le monde met en avant la question du carbone, dans le PCAET, on calcule le carbone des sols forestiers, mais tout le monde s'en fout, il faut être le plus rentable si les ETF étaient payés à l'heure, alors ils font attention, pour l'instant ils sont payés en m <sup>3</sup>	Connaissance du thème Impasse financière à la prise en compte du carbone
<b>ADEME (région)</b>	le gain de CO <sub>2</sub> avant et après projet est demandé, sur la combustion de la biomasse, le siège au niveau national a fait des études sur la combustion et l'exploitation du bois, ce sont des réflexions au niveau national, depuis le départ, par simplification on disait que le bois n'émettait pas de CO <sub>2</sub> , dans les faits, ça n'est pas vraiment vrai demander à Miriam Buitrago, voir avec les services nationaux, ils font des études, je suis sec	Autre service Simplification du bilan carbone du BE
<b>ADEME (national)</b>	la séquestration carbone par la forêt est liée à la croissance forestière et au vieillissement de la forêt. Donc attention à ne pas faire trop de prélèvements bois : si tout l'accroissement est prélevé, il n'y aura pas de séquestration ! fort enjeu à trouver des usages et structurer les filières locales pour du bois d'œuvre feuillus. La point de vigilance, c'est de ne pas perdre le stock carbone actuel (sols et biomasse) donc de ne pas mettre en œuvre des politiques d'artificialisation forte des sols (éviter les pertes de sols par l'urbanisation). Le concept de neutralité carbone de la filière bois énergie pose ainsi question : si on prélève plus, on va séquestrer moins	Si augmentation du prélèvement, diminution de la séquestration Structuration filière locale bois d'œuvre pour le feuillus Conserver le stock de carbone actuel
<b>DDT 38</b>	pas experte en stockage du carbone, je ne sais pas	Pas d'expertise
<b>FCBA</b>	stockage du CO <sub>2</sub> est fait par l'équipe environnement-éco et bioressource	Connaissance du thème Autre service
<b>GAM</b>	le carbone du sol forestier est un serpent de mer, participation à plusieurs programme de recherche sur les aménités, et la monétarisation de ces aménités; personne n'est prêt à mettre les euros/T de bois pour maintenir cette qualité de territoire.	Connaissance du thème Impasse financière à la prise en compte du carbone du sol en forêt

	<p>bureau d'étude Icare Environnement qui a fait le travail sur la séquestration du carbone, afin de poser des ordres de grandeur pour le PCAEM, compliqué d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, il faut en plus faire de l'atténuation et du stockage</p> <p>sur les émissions indirectes on est à la rue complet</p> <p>l'empreinte carbone du territoire on ne la connaît que sur des ordres de grandeur on peut avoir des principes d'action mais pour le quantifier c'est difficile</p> <p>l'idée de cette étude est d'éclairer une stratégie intertepos pour l'atténuation,</p>	<p>Neutralité carbone par atténuation et stockage</p> <p>Stratégie intertepos atténuation</p> <p>Rapport sur la séquestration du carbone à l'échelle de GAM réalisé par un bureau d'étude</p>
<b>PEFC</b>	<p>on peut transformer un taillis sous futaie en futaie irrégulière (plusieurs années à un siècle); c'est ça qui devrait être employé pour le stockage du carbone, mais pas rentable pour les propriétaires privés, et sur des sols pauvres comme les Chambarans ça n'en vaut pas la peine</p>	<p>Impasse financière à la prise en compte du carbone</p>
<b>Grésivaudan</b>	<p>Séquestration carbone n'est pas pris en compte, ne ressort pas en tant que tel ;</p> <p>a suivi la formation sur les pratiques sylvicoles par rapport au changement climatique, le débat sur les 3 S et quel équilibre on arrive à trouver, tableau avec les essences et ce qu'elles stockent mais pas d'application, pas de mise en œuvre, MTDA n'est pas allé là -dessus</p>	<p>Connaissance du thème</p>
<b>ONF</b>	<p>le carbone des sols forestiers est assez stable dans le temps, on travaille là-dessus, le vrai risque c'est quand tu déstockes, dessouches, crées des ornières, le déstockage est très rapide, guide de bonnes pratiques (prosol) si c'est bien cadré par le propriétaire, s'il ne fait pas gaffe, peut défoncer le sol</p> <p>peu d'études sont menées (augusto, saint andré, pousse), on manque de données, ADEME a demandé de faire des travaux dans le domaines plus les stocks sont faibles, plus on peut y aller, à l'inverse, sur des forêts matures, ne pas y aller</p> <p>la logique carbone: outil aldo, montre les stocks et les flux sur un territoire, en moyenne en aura 3 à 4 tonne de CO<sub>2</sub> par hectare, cela rentre dans le calcul, peut faire des changements, scénarios en dynamique, le risque pour une EPCI est que ces stocks soient impactés par l'exploitation ou par mauvaise résilience</p>	<p>ProSol</p> <p>Déstockage peut être rapide</p> <p>Manque de données</p> <p>Outil carbone : ALDO</p>

<b>PNR Vercors</b>	<p>Tezos n'est pas une stratégie carbone, terristroy ou orcae ont fait le choix de ne pas parler de neutralité carbone</p> <p>question carbone n'est pas une question à l'heure actuelle au niveau du parc</p>	<p>Connaissance du thème</p>
<b>CRPF</b>	<p>avec un certain taillis, on pouvait faire du bois d'œuvre et du stockage de carbone sur le long terme</p> <p>formation toute récente sur le carbone du sol, plus dans le sol que dans l'arbre mais varie en fonction des essences,</p>	<p>Taillis en balivage pour stockage du carbone</p> <p>Connaissance du thème</p>
<b>Fourn. 6</b>	<p>on va mettre un bilan carbone de la société en place</p> <p>stockage carbone: on essaie d'avoir de bonnes pratiques, on essaie de limiter au max l'impact, mais c'est interne à la société, on fait du reboisement</p>	<p>Politique RSE interne à l'entreprise</p> <p>Limitation de l'impact</p>

## Annexe 12 Liste des questions aux fournisseurs

- Type de combustible et détails (catégorie de plaquettes)
- Nombre et localisation des plateformes
- Gestion du stockage et capacité de stockage
- Broyage sur chantier ou sur plateforme (quelle typologie : flux ?)
- Sur quels massifs le bois est prélevé, de quelles sources provient-il ?
- Cela vient-il de forêt privée ou publique ?
- % de bois sur pied/% de bois bord de route
- Rayon d'approvisionnement et rayon de vente
- Volume annuel acheté/vendu à qui
- Type de bois (feuillus, résineux) et essences, types de peuplements
- Itinéraires sylvicoles
- Equipement utilisé pour les coupes (types de machines)
- Comment s'est développée votre activité (quel début) ?
- Nombre de clients
- Nombre de fournisseurs
- Quel état de la ressource ?
- Comment se décompose le prix de votre combustible (matière première/transport/plus si possible)
- Existe-t-il un système de traçabilité ?
- Quelle prise en compte de l'état du sol/ de la question de la séquestration du carbone ?

## Annexe 13 Tableau de données des fournisseurs (anonymisé)

Fournisseur et plateforme	produit	volume annuel total en bois energie	volume bois dechet	volume connexe scierie	volume bois vif	bois dechet	connexe scierie %	bois vif %	km appro bois dechet	km appro connexe scierie	km appro bois vif	si bois vif: essence principal	% essence principal	tonnage volume annuel ESSENCE PRINCIPALE	autres essences	itinéraire sylvicole	équipement coupe	typologie fournisseur	système de traçabilité informatisé	forêt publique ou privée
Fourn, 1	plaquette forest	12000	0	0	12000	0	0	100	0	0	60	resineux	60%	7200	feuillus	éclaircie, coupe rase	abatteuse/bûcheron	autre	oui	non précisé
Fourn, 2	plaquette forest	2000	0	0	2000	0	0	100	0	0	50	resineux	100%	2000		non précisé	bûcheron	autre	non	50-50
Fourn, 3	plaquette forest	75000	60000	0	15000	80	0	20	60	0	50	feuillus (peu	90%	13500	resineux	bois dont personne ne veu	non précisé	filiere dechet	non	non précisé
Fourn, 4	plaquette forest	7000	0	0	7000	0	0	100	0	0	40	Chataignier	95%	6650		non précisé	abatteuse	exploitation forest	oui	non précisé
Fourn, 5	plaquette forest	40000	0	20000	20000	0	50	50	0	100	100	resineux	50%	10000	feuillus	non précisé	non précisé	industrie	oui	50-50
Fourn, 6 - plat 1	plaquette forest	18000	0	0	4500	0	0	100	0	0	30	Chataignier	100%	4500		éclaircie, coupe rase	abatteuse	exploitation forest	oui	90% privé
Fourn, 6 - plat 2	plaquette forest	18000	0	0	4500	0	0	100	0	0	30	Chataignier	100%	4500		éclaircie, coupe rase	abatteuse	exploitation forest	oui	90% privé
Fourn, 6 - plat 3	plaquette forest	18000	0	0	4500	0	0	100	0	0	30	Chataignier	100%	4500		éclaircie, coupe rase	abatteuse	exploitation forest	oui	90% privé
Fourn, 6 - plat 4	plaquette forest	18000	0	0	4500	0	0	100	0	0	30	Chataignier	100%	4500		éclaircie, coupe rase	abatteuse	exploitation forest	oui	90% privé
Fourn, 7	plaquette forest	10000	0	0	10000	0	0	100	0	0	50	Chataignier	75%	7500	peuplier tres	pas toujours des coupes rases, îlots protégés	abatteuse (80%)	exploitation forest	oui	70% privé, 30% public
Fourn, 8	plaquette forest	15000	0	0	15000	0	50	50	0	0	0	Chataignier	90%	13500		non précisé	non précisé	industrie	non précisé	non précisé
Fourn, 9	plaquette forest	3000	0	3000	0	0	100	0	0	200	0	resineux	80%	0		non précisé	non précisé	scierie	oui	50-50
Fourn, 10	plaquette forest	10000	0	0	10000	0	0	100	0	0	50	chene et cha	90%	9000		non précisé	abatteuse en major	exploitation forest	non précisé	100% forêt privée
Fourn, 11	plaquette forest	3000	0	0	3000	0	0	100	0	0	60	resineux	80%	2400		non précisé	non précisé	exploitation forest	non précisé	non précisé
Fourn, 12	plaquette forest	30000	0	0	30000	0	0	100	0	0	0	Chataignier	90%	27000		non précisé	abatteuse quand c	industrie	non précisé	50-50
Fourn, 13	plaquette forest	200	0	0	200	0	0	100	0	0	8	feuillus	95%	190		éclaircie	bûcheron	exploitation forest	non	90% privé
Fourn, 14 plat 1	plaquette forest	49000	0	0	8167	0	0	100	0	0	50	Chataignier	95%	7758		coupe rase	abatteuse	industrie	oui	non précisé
Fourn, 14 plat 2	plaquette forest	49000	0	0	8167	0	0	100	0	0	50	Chataignier	95%	7758		coupe rase	abatteuse	industrie	oui	non précisé
Fourn, 14 plat 3	plaquette forest	49000	0	0	8167	0	0	100	0	0	50	Chataignier	95%	7758		coupe rase	abatteuse	industrie	oui	non précisé
Fourn, 14 plat 4	plaquette forest	49000	0	0	8167	0	0	100	0	0	50	Chataignier	95%	7758		coupe rase	abatteuse	industrie	oui	non précisé
Fourn, 14 plat 5	plaquette forest	49000	0	0	8167	0	0	100	0	0	50	Chataignier	95%	7758		coupe rase	abatteuse	industrie	oui	non précisé
Fourn, 14 plat 6	plaquette forest	49000	0	0	8167	0	0	100	0	0	50	Chataignier	95%	7758		coupe rase	abatteuse	industrie	oui	non précisé
Fourn, 15 plat 1	plaquette forest	12000	0	0	12000	0	0	100	0	0	50	feuillus	66%	7920	resineux	éclaircie, coupe rase	non précisé	exploitation forest	oui	100% privé
Fourn, 15 plat 2	plaquette forest	12000	0	0	12000	0	0	100	0	0	50	feuillus	95%	11400	resineux	éclaircie, coupe rase	non précisé	exploitation forest	oui	100% privé
Fourn, 16	plaquette forest	X	0	0	X	0	0	100	0	0	100	feuillus	95%	0	resineux	éclaircie, coupe rase	non précisé	exploitation forest	oui	100% public
Fourn, 17	plaquette forest	34500	19665	12420	2070	57	36	6	100	100	100	resineux	80%	1656		éclairice	non précisé	filiere dechet	oui	non précisé
Fourn, 18	plaquette forest	60000	0	0	60000	0	0	100	0	0	80	chataignier	70%	42000			abatteuse pour coupe de chataignier	industrie	oui	
Fourn, 19	plaquette forest	4000	4000	0	0	100	0	0	50	0	50			0				filiere dechet	non	
Fourn, 20	plaquette forest	12000	12000	0	0	100	0	0	80	0	0			0				filiere dechet	non	
Fourn, 21	granules	45000	0	45000	0	0	100	0	0	200	0			0				autre	non	
Fourn, 22	granules	55000	0	55000	0	0	100	0	0	0	0			0				scierie	oui	

## Annexe 14 Pourcentage d'hectares de la surface forestière coupée (en supposée coupe rase) chaque année sur les massifs du système forêt-énergie GAM

Données acquises à partir de l'emprise SIG des territoires concernés sur inscription au site [Global Forest Watch](#)

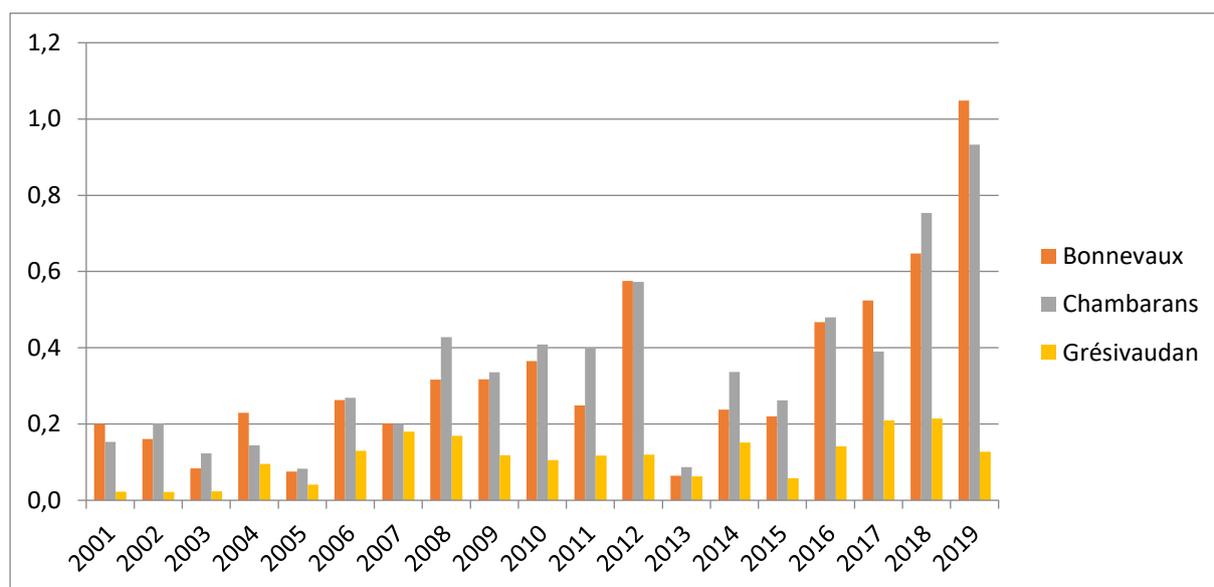


Figure 20 Pourcentage d'hectares de la surface forestière coupée (en coupe rase) chaque année (données Global Forest Watch)

## Résumé

Dans l'anthropocène, la forêt est prise dans un double enjeu contradictoire de fournir des services écosystémiques (dont la séquestration de carbone) et des produits bois pour la production de chaleur et d'électricité. Des recommandations ont été émises par la sphère scientifique pour concilier ces deux orientations et différentes méthodes ont été posées pour évaluer la durabilité de ces pratiques de gestion forestière. Le cas du système forêt-énergie de Grenoble Alpes Métropole est étudié par le cadre d'analyse du socio-écosystème (SES), issu de la nouvelle économie institutionnelle d'Ostrom. Les grandes variables du SES se révèlent pertinentes pour l'analyse du cas considéré. L'approvisionnement de GAM en plaquettes forestières s'appuie en partie sur l'exploitation en coupe rase de taillis de châtaignier sur des propriétés privées en non-gestion. L'évaluation de la ressource en bois et du prélèvement en bois-énergie n'est pas faite finement au niveau des massifs forestiers concernés, avec peu de coordination entre territoires sources et territoires consommateurs. Les impacts (sur le sol, paysager) sont connus, mais avec peu de pratiques d'atténuation. L'évaluation de la durabilité du SES est notée comme faible, mais l'analyse a mis en évidence les éléments permettant d'aller vers une durabilité forte.

**Mots-clés** : bois énergie, socio-éco-système, transition énergétique, carbone, ressources naturelles, gouvernance, sol forestier, durabilité, nouvelle économie institutionnelle, Auvergne Rhône Alpes

## Abstract

In the anthropocene, the forest is pulled in two opposite directions: to provide ecosystem services of which carbon storage and to supply wood products to produce heat and electricity. Recommendations have been produced by the scientific sphere to reconcile both goals and various methods have been proposed to assess the sustainability of forest management practices. The case of the forest-energy system of Grenoble Alpes Métropole (GAM) is studied under the socio-eco-system analysis framework, proposed by the new institutional economy of Ostrom. The supply of GAM in wood chips relies partly on the clear-cut harvesting of chestnut short rotation coppice on private property with little management. The evaluation of wood resource and of wood biomass harvesting is not made at the local level of the concerned forests, with little coordination between supply territories and consumer territories. The impacts (on the soil, landscape) are known, but with little mitigation practices. The evaluation of the sustainability of the SES is ranked as weak, but its analysis provided elements for moving towards strong sustainability.

**Keywords** : wood biomass, socio-eco-system, energy transition, carbon, natural resources, governance, forest soil, sustainability, new institutional economy, Auvergne Rhône Alpes