



MATERIAUX BIOSOURCES ET RENOVATION ENERGETIQUE, LE ROLE  
DU CHANVRE DANS LES PCAET DES INTERCOMMUNALITES, LE CAS  
DE RIOM LIMAGNE ET VOLCANS

Arnaud DIEMER, Alice LEGRAND, Joe SANTOS, Rami MORTADA,

Sonia BOUAKKAZ, Marie GIRIN

Revue Francophone du Développement Durable

2024 - n°23 - Mars

Pages 135 - 166.

ISSN 2269-1464

Article disponible en ligne à l'adresse :

---

<https://erasme.uca.fr/publications/revue-francophone-du-developpement-durable/>

---

Pour citer cet article

---

Diemer A., Legrand A., Santos J., Mortada R., Bouakkaz S., Girin M. (2023), Matériaux biosourcés et rénovation énergétique, le rôle du chanvre dans les PCAET des intercommunalités, le cas de Riom Limagne et Volcans, *Revue Francophone du Développement Durable*, n°23, Mars, p. 1 - 21.

# Matériaux biosourcés et rénovation énergétique, le rôle du chanvre dans les PCAET des intercommunalités, le cas de Riom Limagne et Volcans

Arnaud DIEMER, Alice LEGRAND, Joe SANTOS, Rami MORTADA,  
Sonia BOUAKKAZ, Marie GIRIN

*Université Clermont Auvergne, Polytech Clermont CERDI, ERASME*

*Résumé* : cette étude vise à établir un diagnostic du territoire de Riom Limagne et Volcans (RLV) en rapport avec les ressources et flux de matériaux biosourcés destinés à la rénovation énergétique. Le matériau biosourcé étudié est le chanvre. Dans le cadre du PCAET et de la rénovation thermique des bâtiments, le chanvre a été choisi pour assurer l'isolation des constructions, le diagnostic du territoire avec notamment l'agriculture, le parc d'habitation, les engagements environnementaux de RLV et sur les pratiques actuelles de rénovation. Un benchmarking et une matrice SWOT ont permis de mettre en avant l'état du marché actuel et les possibilités d'amélioration. Une simulation à l'horizon 2030 et 2050 a été effectuée dans le cas où la communauté d'agglomération s'engagerait dans une démarche de rénovation en chanvre.

*Mot clés* : chanvre – matériaux biosourcés – rénovation énergétique – territoire – analyse systémique

## Introduction

Le territoire de Riom, Limagnes et Volcans (RLV) du Puy de Dôme, rassemblant près de 31 communes, s'est engagé dans une politique de transition écologique territoriale. Dans ce cadre, un projet collectif évoquant les enjeux et les ambitions pour l'horizon 2030 a été lancé en 2021. Un questionnaire a été diffusé aux habitants et aux élus en 2019 afin de définir les problèmes et les leviers d'action à mener. La synthèse des 847 réponses reçues a permis de mettre en place la stratégie qui comporte trois classes d'ambitions : (i) améliorer l'attractivité du territoire, (ii) unir sa diversité, et (iii) des engagements climatiques pour réduire les émissions des gaz à effet de serre de 32 % et l'utilisation énergétique de 25% et de 50% avant 2050.

Parmi les nombreux challenges à relever, la rénovation thermique des bâtiments figure au premier plan. Huit dispositifs d'aides financières pour la rénovation ont été mis en place pour les communes, et des formations ont été proposées afin de développer une vraie filière professionnelle autour de la rénovation (mise en place du dispositif Rénov Actions 63). De plus, le plan d'action favorise l'approvisionnement local et en circuit court (c'est l'un des objectifs pour 60 % des élus).

La problématique du choix des matériaux intervient dans les objectifs de rénovation énergétique des bâtiments et plus largement dans la transition énergétique et écologique du territoire Riom Limagne et Volcan.

## Définition des termes

Les caractéristiques techniques d'un isolant reposent principalement sur sa conductivité thermique : c'est une valeur représentant sa capacité à transmettre de la chaleur (Bouloc, 2006). Elle est définie par le rapport entre l'énergie thermique transféré par unité de temps pour  $1m^2$ .

## Définition de la problématique

Pour assurer cette rénovation thermique des bâtiments du territoire, une attention sera attribuée au type et à la provenance des matériaux d'isolation (Vinceslas, 2020). Au lieu d'utiliser des matériaux traditionnels pétro-sourcés ou minéraux, connues pour être nuisibles, un matériau biosourcé aura un impact négligeable, voir négatif en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>. Son lieu de récolte sera aussi pris en compte. En effet, l'emploi d'un matériau local dans les nouvelles constructions bénéficie à la fois à l'économie locale et à la réduction des impacts environnementaux. Les matériaux sourcés localement auront donc des retombées économiques locales, ce qui est propice à la dynamique du territoire. La provenance locale permet également de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'import.

## Choix du matériau

Il existe plusieurs matériaux biosourcés que l'on utilise de plus en plus comme isolant. Afin de proposer une étude de la rénovation énergétique adaptée au territoire Riom Limagne et Volcan, nous avons d'abord évalué les différents types d'isolants biosourcés. On retrouve parmi ces isolants de la fibre de bois, de la laine de chanvre, du liège, de la ouate de cellulose (issu de l'industrie papetière), de la laine de lin, des plumes, de la paille et du textile recyclé. Nous avons fait une sélection des isolants les plus développés actuellement et avons détaillé leur performance selon 4 critères :

- La conductivité thermique : exprimé en  $W / (m \cdot K)$ , elle représente la capacité d'un matériau à transmettre la chaleur ou le froid. De ce fait, plus sa valeur est basse, plus le matériau est performant en termes d'isolation (Bustchi, 2004).
- Le prix : cet indicateur est important pour favoriser la démarche des particuliers et des acteurs publics dans la rénovation.
- La disponibilité locale : dans le but de diminuer l'impact environnemental d'un matériau et de favoriser une économie circulaire en circuit court, la disponibilité locale d'un matériau est un critère important. Nous avons choisi de ne pas étudier l'impact environnemental propre des matériaux car étant tous biosourcés, la différence en  $TéqCO_2$  entre les matériaux sera principalement due au transport de ce dernier en fonction de sa disponibilité locale.
- L'éducation : nous entendons ici la facilité des entreprises et leur opportunité à se former à la pose de matériaux biosourcés. L'éducation révèle aussi le savoir-faire présent sur le territoire en termes de rénovation énergétique avec un isolant biosourcé.

Nous allons à présent détailler les différents matériaux retenus sur ces 4 critères :

### *La laine de bois ou fibre de bois*

La laine de bois possède de bonnes caractéristiques thermiques (entre 0,036 et 0,046 W/m. K) cependant, la pose de cet isolant est relativement coûteuse. Pour considérer qu'un isolant est efficace<sup>1</sup>, il faut que  $R > 4\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , ce qui est le cas ici mais cela implique une pose variant de 20 à 30 €/m<sup>2</sup>. Concernant l'origine du bois, 20% de l'isolation est assurée par du bois provenant d'Auvergne Rhône Alpes, et 44% de forêts étrangères, ce qui augmente l'impact carbone du produit. En moyenne, ce type d'isolant représente 0,975 kg CO<sub>2</sub> eq/U. Cela est aussi en partie dû au fait qu'il doit être couplé à un liant type polyuréthane, polymère issu de l'industrie pétrosourcée. Ce produit doit subir certains traitements afin d'assurer sa stabilité, notamment une ignifugation et un traitement contre les rongeurs. Malgré cela, il reste assez sensible à l'humidité<sup>2</sup>. Il existe des formations pour apprendre à manipuler et poser ce produit, qui durent en moyenne 105 heures<sup>3</sup>.

### *La laine de chanvre*

La France est le leader européen de cette production<sup>4</sup>. Le chanvre peut être utilisé comme isolant sous plusieurs formes : sous forme de fibres, assimilé à de la laine, commercialisé en rouleaux ou en panneau. Il peut également être vendu en vrac, il s'agit de la plante réduite en « copeaux » appelé chènevotte. Le chanvre est une plante particulièrement intéressante : elle permet de produire une grande quantité de matière sèche, soit environ 10 tonnes pour un hectare. Le chanvre pousse assez rapidement et est très respectueux de l'environnement : il va capter une masse importante de CO<sub>2</sub> et nécessite très peu d'engrais, sa structure permet même d'améliorer la structure des terres difficiles. En termes d'isolation, une possibilité importante de circuit-court apparaît avec une production importante de chanvre en Auvergne. La performance de cet isolant se trouve entre 0,040 à 0,041 W/m. K et son prix entre 18 et 36€ par m<sup>2</sup>. Il faut noter qu'un label appelé « *construire en chanvre* » existe et qu'il serait intéressant de l'intégrer dans l'étude.

---

<sup>1</sup> Comparatif des isolants - Conseils Thermiques. Available at: [https://conseils-thermiques.org/contenu/comparatif\\_isolants.php?fbclid=IwAR2YG2Y2a9Qotjq04oapehZnhP5tjwdH9K0xNCj4EK-3DyXpNLo81XkYOz4](https://conseils-thermiques.org/contenu/comparatif_isolants.php?fbclid=IwAR2YG2Y2a9Qotjq04oapehZnhP5tjwdH9K0xNCj4EK-3DyXpNLo81XkYOz4) [Accessed January 15, 2024]

<sup>2</sup> Etude\_Materiaux\_dans\_secteur\_Construction\_en\_ARA\_DEF.pdf. Available at: [https://www.cercara.fr/wpcontent/uploads/2020/03/Etude\\_Materiaux\\_dans\\_secteur\\_Construction\\_en\\_ARA\\_DEF.pdf?preview=1](https://www.cercara.fr/wpcontent/uploads/2020/03/Etude_Materiaux_dans_secteur_Construction_en_ARA_DEF.pdf?preview=1) [Accessed November 24, 2023]

<sup>3</sup> François S. Formation complète "Concepteur Construction Bois Bas Carbone." *Fibois AuRa* (2021) Available at: <https://www.fibois-aura.org/2021/07/26/formation-longue-concepteur-construction-bois-bas-carbone/> [Accessed November 24, 2023]

<sup>4</sup> La France, leader européen de la production de chanvre. SEMAE Available at: <https://www.semoe.fr/solution/la-france-leader-europeen-de-la-production-de-chanvre/> [Accessed November 24, 2023]

### *La laine de mouton*<sup>5</sup>

En 2020, la laine de mouton représentait près de 10% du marché global des isolants en Europe. Dans ce contexte, la laine de mouton est biodégradable et produite localement. Sa faible énergie grise, les possibilités de s'approvisionner auprès de filières courtes et son potentiel de recyclage en fin de vie en font un choix privilégié pour ceux qui souhaitent une solution à la fois permanente et respectueuse de l'environnement. Elle possède une résistance thermique de 3,7 m<sup>2</sup>. K/W pour une épaisseur de 10 cm. De plus, 10 kWh d'énergie sont consommés depuis l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination du produit. La laine de mouton contribue positivement au bilan carbone. Pendant sa croissance, le mouton absorbe du CO<sub>2</sub> grâce à l'herbe qu'il consomme. Enfin, la laine de mouton est recyclable en fin de vie et peut être utilisée en tant que rembourrage ou pour une application textile.

### *L'isolation en paille*

Très largement utilisée par le passé notamment comme matrice pour les constructions en Terre-Paille-Chaux, la paille offre une résistance thermique moyenne entre 0,040 et 0,075 W/(m. K), ce qui la rend concurrentielle. L'utilisation de 5% de la production annuelle de paille permettrait d'isoler à moindre coût financier et à émission carbone neutre la totalité des nouveaux logements du territoire<sup>6</sup>. Néanmoins, son utilisation requière une ossature rigide, bien souvent en bois, ainsi qu'une épaisseur non négligeable de 22 cm<sup>7[7]</sup> qui en fait un matériau assez volumineux à employer par l'extérieur de préférence.

### *La laine de lin*

Très intéressante sur le plan écologique parce qu'elle nécessite peu d'énergie et permet d'utiliser le reste des fibres de végétaux qui ne sont pas employés par l'industrie. Une résistance thermique comprise entre 0.037-0.042W/m K qui la rend très performante. Cependant, les principaux vendeurs en produit d'isolation (comme Biofib ou Buitex) la couplent avec d'autres fibres végétales (coton, chanvre, jute) pour réduire le prix et faciliter la mise en œuvre. Cela la rend difficilement formulée sur l'ensemble d'un territoire, nécessitant plusieurs lieux de production. De plus, le lin est principalement récolté en Normandie (63 % de la production française), ce qui rajoute une contrainte importante de transport, de 550 km pour arriver en région d'Auvergne.

---

<sup>5</sup> JisoleMaMaison. Isolation en Laine de Mouton : performance & écologie. *J'Isolé Ma Maison | Tout savoir sur l'isolation thermique de la maison* Available at: <https://jisole-ma-maison.fr/isolation-en-laine-de-mouton-analyse-des-performances-et-de-l'impact-environnemental/> [Accessed January 4, 2024]

<sup>6</sup> Réhabilitation : des bottes de paille en isolation thermique par l'extérieur. *L'Union sociale pour l'habitat* Available at: <https://www.union-habitat.org/actualites/rehabilitation-des-bottes-de-paille-en-isolation-thermique-par-l-exterieur> [Accessed January 8, 2024]

<sup>7</sup> Isol'en Paille, fournisseur d'isolants décarboné à base de paille. Available at: <https://www.isolenpaille.com/> [Accessed January 8, 2024]

Nous avons utilisé la matrice de Pugh afin de faire un choix sur les matériaux biosourcés que nous allons étudier.

*Tableau 1 : Matrice Pugh pour le choix du matériau biosourcé de l'étude*

Critères	Conductivité thermique	Prix	Disponibilité locale	Éducation	Résultat
Pondération	5	4	4	2	
Matériaux					
Laine de bois/Fibre de bois	2	3	4	5	48
Laine de chanvre	5	4	5	4	69
Laine de mouton	4	2	2	1	38
Paille	1	1	3	3	27
Laine de lin	3	5	1	2	45

La laine de chanvre ayant obtenu les meilleurs résultats, elle constitue la trame principale de notre étude. Pour cerner les différents enjeux liés à l'utilisation d'un matériau biosourcé, nous avons divisé notre article en 3 parties. La première partie vise à élaborer un diagnostic du territoire de Riom Limagne et Volcan. Différentes informations (agriculture du territoire) ont été recueillies notamment sur les communes de la communauté d'agglomération. Une analyse systémique (entités - flux) a été reproduite sous la forme d'un schéma « click chart » pour appréhender la rénovation énergétique en chanvre sur le territoire de Riom Limagne et Volcan. Un benchmarking et une analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (matrice SWOT) viennent compléter notre représentation du territoire. La deuxième partie cherche à modéliser l'utilisation du chanvre sur le territoire choisi. Nous nous sommes appuyés sur les outils de la dynamique des systèmes, principalement le diagramme des boucles causales (CLD) et le diagramme des stocks et des flux (SFD) afin d'appréhender les dimensions qualitative et quantitative de la modélisation du chanvre dans le contexte de la rénovation énergétique. Des simulations réalisées à l'horizon 2030 et 2050 sont proposées pour appréhender les réponses apportées par le Chanvre aux émissions de GES.

## Diagnostic du territoire

### Généralités

Le territoire RLV, Riom Limagne et Volcans comprend 69 000 habitants répartis sur une surface de 402 km<sup>2</sup> dans le département du Puy de Dôme en Auvergne. Il est composé de 31 communes : Saint-Ours-les-roches, Pulvérières, Charbonnières-les-Varennes, Chanat-la-Mouteyre, Volvic, Sayat, Malauzat, Enval, Châtel-Guyon, Mozat, Marsac, Ménérol, Riom, Saint-Bonnet-près-Riom, Chambaron-sur-Morge, Le Cheix-sur-Morge, Varennes-sur-Morges, Pessat-Villeneuve, Les Martres-sur-Morge, Surat, Saint-Ignat, Clerlande, Ennezat, Saint-Beauzire, Chappes, Lussat, Malintrat, Les Martes-Artères, Chavaroux, Entraigues, Saint-Laure.

L'occupation des sols (zones artificialisées urbaines, terres agricoles, terres arables...) est très différente d'une commune à l'autre. Par exemple, la commune de Riom<sup>8</sup> est peuplée et active (18 733 habitants, densité de 586 hab/km<sup>2</sup>), alors que celle de Saint-Ours-les-Roches<sup>9</sup> possède une densité de 29.9 hab/km<sup>2</sup>. Elle est due à la part importante qu'occupent les forêts sur le territoire<sup>10</sup> (50,9 %).

Une présentation plus approfondie de la biomasse du territoire disponible pour réaliser l'isolation naturelle sera proposée dans la suite de cette partie.

### Caractéristiques du territoire

#### *Catégories socio-professionnelles*

En 2021, la région<sup>11</sup> présentait un total de 22 380 offres d'emplois disponibles pour une population active de 28 807 individus. Parmi ces actifs, environ 70 % occupaient une activité professionnelle tandis que 8 % étaient à la retraite et 9 % correspondaient à des étudiants ou stagiaires non rémunérés. Le taux de chômage, s'élevant à environ 9 %, reflète la moyenne nationale, témoignant ainsi d'une dynamique du marché du travail.

Cette situation dénote une vitalité économique susceptible de se traduire par un niveau de vie élevé, ainsi qu'un pourcentage significatif de foyers familiaux.

Le marché du travail au sein du territoire RLV est néanmoins très varié.

---

<sup>8</sup> "Dossier Complet – Commune de Riom (63300) | Insee." n.d. Accessed November 24, 2023. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-63300#chiffre-cle-13>.

<sup>9</sup> "Dossier Complet – Commune de Saint-Ours (63381) | Insee." n.d. Accessed November 24, 2023. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=COM-63381>.

<sup>10</sup> « CORINE Land Cover (CLC) - Répartition des superficies en 15 postes d'occupation des sols (métropole). [archive] », sur le site des données et études statistiques [archive] du ministère de la Transition écologique. (consulté le 24 avril 2021).

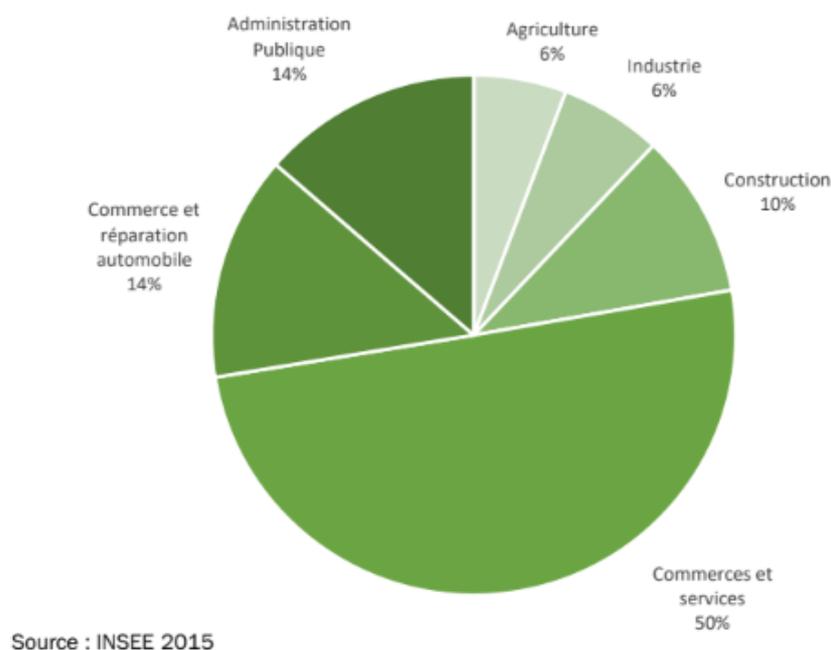
<sup>11</sup> PCAET Diagnostic du territoire Riom Limagne et volcans. [https://www.rlv.eu/fileadmin/mediatheque/Preserver\\_1\\_environnement/Le\\_developpement\\_durable/PCAET\\_diagnostic.pdf](https://www.rlv.eu/fileadmin/mediatheque/Preserver_1_environnement/Le_developpement_durable/PCAET_diagnostic.pdf)

### Secteurs d'activité

D'après l'INSEE (2021), la répartition des établissements économiques du territoire indique une majorité de commerces et de services (50%), suivis par l'administration publique (14%), les commerces et réparateurs automobiles (14%). Le secteur de la construction représente 10%, l'agriculture et l'industrie, 6%. La présence de ces trois derniers secteurs peut indiquer un potentiel pour des initiatives de rénovation énergétique, notamment pour le secteur de construction. Des grandes entreprises sont présentes sur le territoire tels que Danone (Volvic), Michelin, Limagrain... Cela suggère un certain dynamisme économique et la possibilité qu'elles jouent un rôle dans les efforts de rénovation énergétique, soit en tant que leaders du changement ou comme partenaires potentiels. Les secteurs d'activité influencent plus ou moins la composition et la croissance du parc immobilier du territoire.

*Figure 1 : Répartition des établissements économiques du territoire Riom Limagne Volcans*

#### Répartition des établissements économiques du territoire



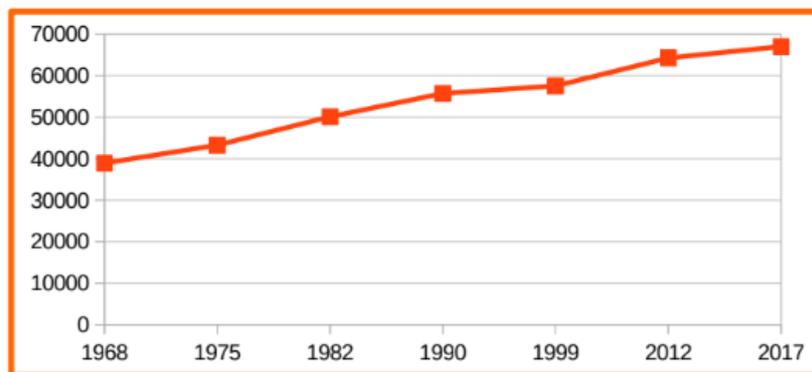
*Source : PCAET Diagnostic Riom Limagne et volcans*

### Parc immobilier du territoire

Il s'agit de déterminer ici la part du parc immobilier de RLV à rénover. Dans le secteur du bâtiment, 6 % des sociétés sont qualifiées RGE (reconnu garant de l'environnement) dans le Puy-de-Dôme<sup>12</sup>. La figure présente l'évolution de la densité d'habitant entre 1968 et 2017.

<sup>12</sup> <https://heero.fr/france/auvergne-rhone-alpes/puy-de-dome/>

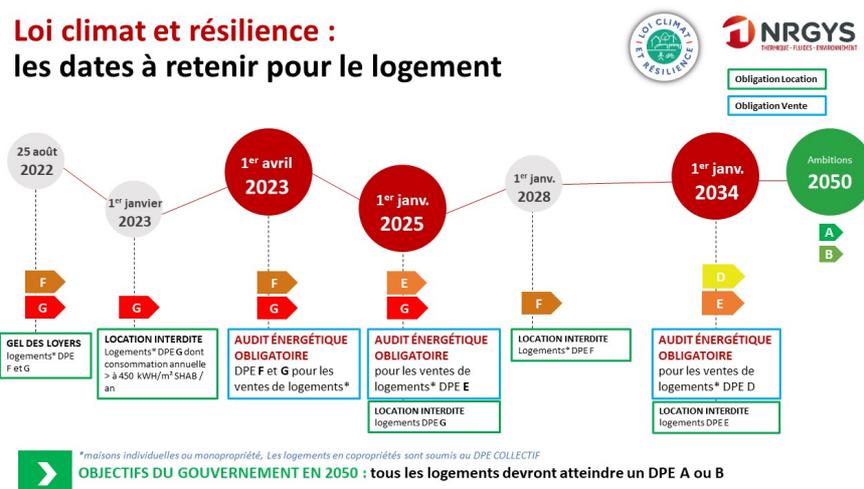
Figure 2 : Evolution de la densité de population depuis 1968 jusqu'à 2017 sur le territoire Riom Limagne Volcans (RLV)<sup>13</sup>



Source : Rapport Développement Durable RLV, 2021

La population est passée de 40 000 habitants en 1968 à près de 70 000 en 2017. La densification de population met en avant la nécessité d'avoir un parc immobilier permettant d'être habité et ne consommant pas trop d'énergie afin d'atteindre la neutralité carbone. En effet, plus la population se densifie, plus le parc immobilier grandit et plus les consommations énergétiques augmentent. Si l'ensemble du parc immobilier atteint des performances énergétiques correctes, on peut émettre l'hypothèse que la neutralité carbone est possible, mais pour cela, l'ensemble des logements considérés comme des passoires énergétiques doivent être rénovés. D'après les ambitions de la loi climat et résilience (figure 3), l'objectif en termes de performance énergétique est d'avoir en 2034 des logements supérieur ou égale à la classe énergétique C, et en 2050 des logements supérieurs ou égale à la classe énergétique B.

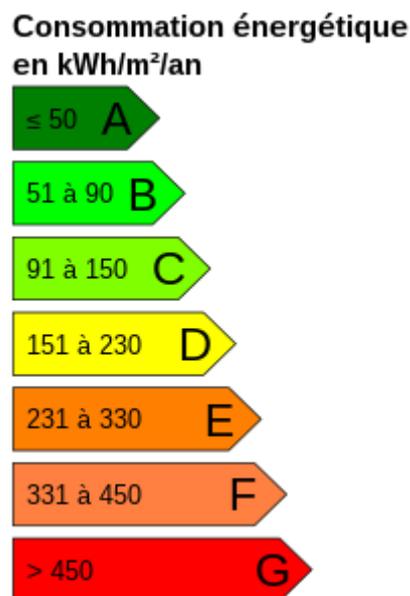
Figure 3 : Objectif de la loi climat et résilience en termes de classe énergétique



<sup>13</sup> Rapport développement durable 2021, RLV. Available at: [https://www.rlv.eu/fileadmin/user\\_upload/RLV\\_Nouveau\\_site/Vivre/Environnement/Rapport\\_DD\\_2021.pdf](https://www.rlv.eu/fileadmin/user_upload/RLV_Nouveau_site/Vivre/Environnement/Rapport_DD_2021.pdf) [Accessed January 15, 2024]

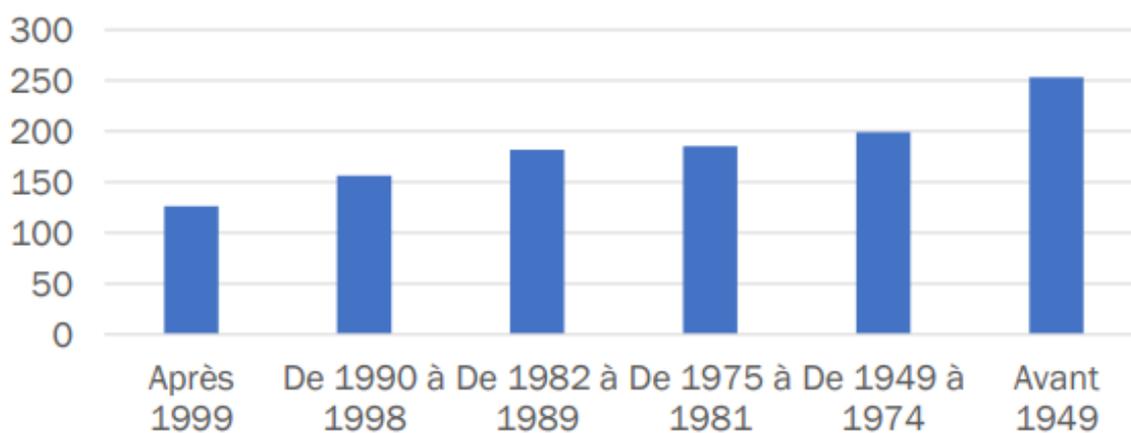
Les classes énergétiques sont déterminées grâce à des diagnostics de performances énergétiques (DPE), calculés sur la base des consommations annuelles du logement, par rapport à la surface qu'il représente. La figure 4 présente les seuils de consommations en fonction des différentes classes énergétiques.

Figure 4 : Seuil de classement énergétique des logements



D'après le PCAET de RLV, l'ensemble des logements construits avant 1998 consomme davantage d'énergie.

Figure 5 : Consommations des bâtiments par année de construction en kWh / m<sup>2</sup> / an [11]



Sources : B&L évolution sur base INSEE

Nous avons réalisé un diagnostic du parc immobilier grâce aux informations recueillies sur le site de l'Observatoire National des Bâtiments (ONB)<sup>14</sup>. Le tableau 2 présente le nombre de bâtiments dans chaque commune de RLV.

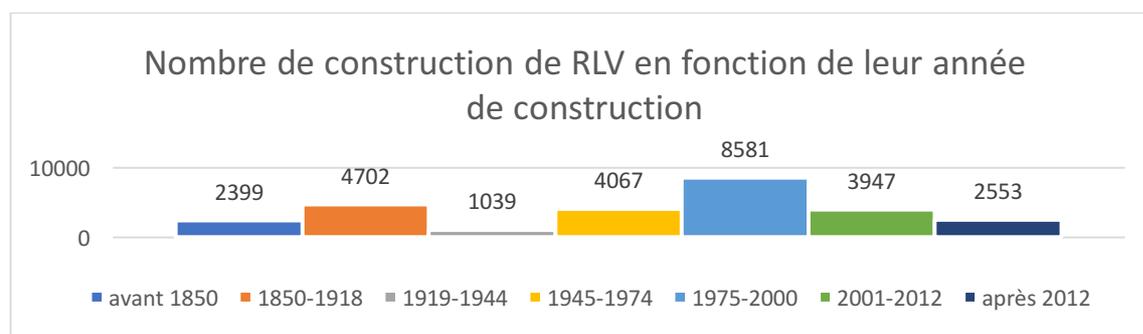
<sup>14</sup> <https://www.observatoire-national-batiments.fr>

Tableau 2 : Nombre de bâtiment du territoire selon leurs année de construction

Commune de RLV	Année de construction des logements							
	avant 1850	1850-1918	1919-1944	1945-1974	1975-2000	2001-2012	après 2012	N/A
Chambaran sur Morge (63200)	52	169	11	59	133	204	95	0
Chanat-la-Mouteyre (63530)	24	83	21	45	159	64	32	3
Chappes (63720)	52	169	11	59	133	204	95	0
Charbonnières-les-Varennes (63410)	43	225	59	79	224	155	118	0
Châtel-Guyon (63140)	129	529	267	521	965	282	134	5
Chavaroux (63720)	22	34	0	29	59	47	26	0
Clerlande (63720)	30	38	5	9	57	79	41	0
Ennezat (63720)	62	159	7	138	342	211	110	1
Entraigues (63720)	25	57	11	37	109	47	46	0
Enval (63530)	42	106	14	76	267	61	117	1
Le Cheix (63200)	32	48	5	47	105	34	39	1
Les Martres-d'Artière (63430)	55	69	12	106	321	234	101	3
Lussat (63360)	82	55	5	50	136	74	34	2
Malauzat (63200)	15	55	5	42	214	113	71	0
Malintrat (63510)	66	52	6	58	175	86	69	4
Marsat (63200)	84	82	12	79	216	88	91	1
Martres-sur-Morge (63720)	26	96	11	28	64	58	47	1
Mozac (63200)	129	155	35	356	707	211	107	3
Pessat-Villeneuve (63200)	15	25	4	30	102	66	53	0
Pulvérières (63230)	14	70	24	22	41	35	21	0
Riom (63200)	754	829	316	1321	1920	457	348	42
Saint-Beauzire (63360)	47	155	11	175	322	177	82	0
Saint-Bonnet-près-Riom (63200)	118	140	15	98	274	240	82	0
Saint-Ignat (63720)	38	126	15	41	85	81	54	2
Saint-Laure (63350)	26	61	8	7	57	95	26	0
Saint-Ours (63230)	47	266	70	68	236	110	80	0
Sayat (63530)	62	177	23	240	395	125	145	10
Surat (63720)	17	57	5	28	78	50	38	0
Varennes-sur-Morge (63720)	15	66	4	12	44	36	15	0
Volvic (63530)	276	549	47	207	641	223	236	3
<b>Total RLV</b>	<b>2399</b>	<b>4702</b>	<b>1039</b>	<b>4067</b>	<b>8581</b>	<b>3947</b>	<b>2553</b>	<b>82</b>
				<b>27370</b>				

Au total, on compte plus de 20 000 bâtiments construits avant les années 2000.

Figure 6 : Répartition du nombre de bâtiments en fonction des années de construction



Source : Les auteurs

D’après les figures 5 et 6, le nombre de logements énergivores ne respectant pas les exigences de la loi pour 2034 (classe C) est de 20 788 logements qui émettent entre 250 et 166 KWh/m2/an. La moyenne de leurs émissions se situe autour de 209 KWh/m2/an. La totalité des logements construits avant 2012 devront être rénovés pour atteindre l’objectif de 2050 (Classe B de 90 KWh/m2/an), soit 24 817 logements.

Un autre diagnostic a été réalisé via l'Observatoire National des Bâtiments (ONB) : c'est la comptabilisation des bâtiments en fonction de leur matériau de construction. Ces données permettent de déterminer si la rénovation des bâtiments sera principalement réalisée par l'extérieur (les agglomérés peuvent être recouverts) ou par l'intérieur (dans le cas où le bâtiment est en pierre et qu'il ne permet pas d'être recouvert selon les directives des architectes des Bâtiments de France).

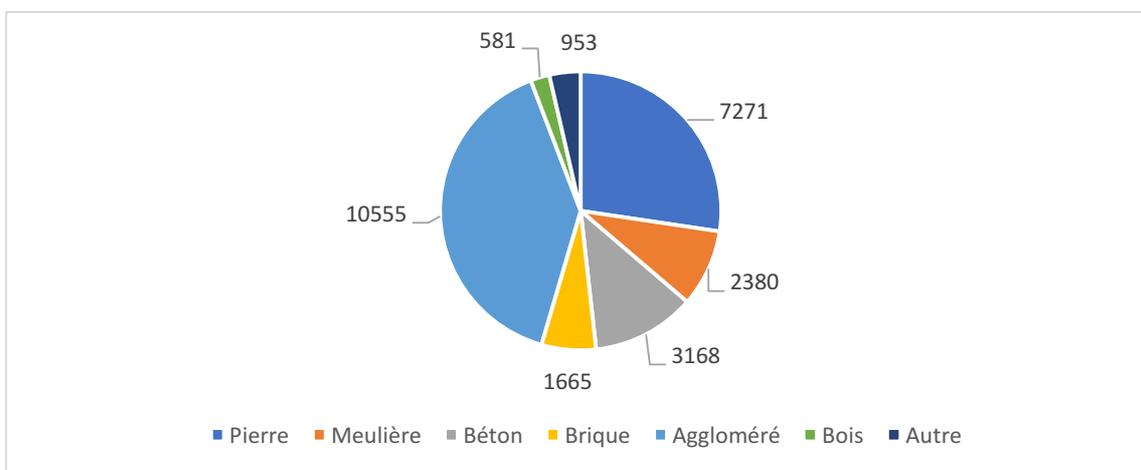
Tableau 3 : Nombre de bâtiments du territoire selon leur matériau de construction

Commune de RLV	Matériau de construction							
	Pierre	Meulière	Béton	Brique	Aggloméré	Bois	Autre	Indeterminé
Chambaran sur Morge (63200)	205	74	106	57	228	11	27	15
Chanat-la-Mouteyre (63530)	131	33	71	12	144	20	7	13
Chappes (63720)	109	64	63	42	356	7	21	12
Charbonnières-les-Varennes (63410)	370	68	87	57	235	49	17	20
Châtel-Guyon (63140)	770	194	381	246	975	86	53	127
Chavaroux (63720)	24	23	22	18	98	1	26	15
Clerlande (63720)	70	28	21	21	100	10	6	8
Ennezat (63720)	199	116	116	67	480	10	27	15
Entraigues (63720)	70	55	32	27	125	5	17	3
Enval (63530)	169	41	79	53	297	15	17	13
Le Cheix (63200)	79	47	43	19	99	7	14	7
Les Martres-d'Artière (63430)	79	97	163	52	396	14	74	26
Lussat (63360)	92	46	49	22	167	6	42	14
Malauzat (63200)	80	50	43	34	268	16	19	8
Malintrat (63510)	46	53	95	30	202	5	69	16
Marsat (63200)	177	42	63	58	274	11	22	12
Martres-sur-Morge (63720)	81	53	34	36	98	10	15	6
Mozac (63200)	336	102	155	66	944	18	36	46
Pessat-Villeneuve (63200)	38	31	35	34	128	12	6	11
Pulvérières (63230)	110	12	21	12	55	7	3	8
Riom (63200)	1805	488	699	252	2302	95	123	223
Saint-Beuzire (63360)	170	109	102	60	453	19	43	13
Saint-Bonnet-près-Riom (63200)	250	93	107	49	393	15	32	28
Saint-Ignat (63720)	107	45	32	57	129	4	60	10
Saint-Laure (63350)	49	33	34	30	93	9	29	5
Saint-Ours (63230)	396	67	79	39	227	41	18	10
Sayat (63530)	283	80	172	76	475	23	48	20
Surat (63720)	70	26	47	32	85	7	6	12
Varennes-sur-Morge (63720)	72	9	16	11	68	3	8	5
Volvic (63530)	834	201	201	96	661	45	68	76
<b>Total RLV</b>	<b>7271</b>	<b>2380</b>	<b>3168</b>	<b>1665</b>	<b>10555</b>	<b>581</b>	<b>953</b>	<b>797</b>
					<b>27370</b>			

Source : ONB

Au total, on compte une majorité de bâtiments construits en pierre (7200) ou en agglomérés (10500).

Figure 7 : Nombre de bâtiment du territoire selon leur matériau de construction



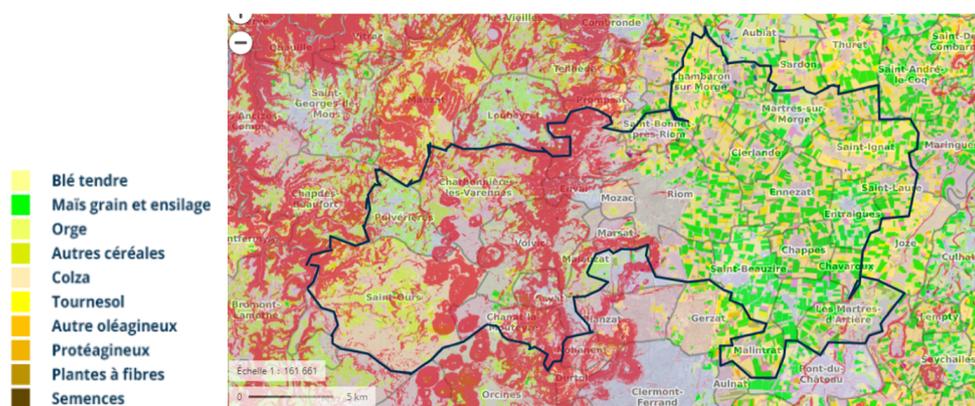
Au final, RLV devrait pouvoir rénover 20788 bâtiments à l’horizon 2034, correspondant à des logements de classe énergétique supérieur ou égale à la classe C d’après la loi climat et résilience, et la rénovation du reste du parc immobilier à l’horizon 2050, correspondant à 4029 bâtiments, et ce en accord avec un minimum de classe énergétique fixé à B par la loi climat et résilience. Cet objectif semble raisonnable si l’on compare ce projet à celui de Maisons et Cités dans les Hauts-de-France “*Pecquen chanvre*”, qui visent à rénover 24000 logements en 10 ans, en utilisant des isolants en chanvre.

## Agriculture

### L’agriculture sur le territoire

Le territoire de Riom Limagnes et Volcans dispose de nombreuses terres agricoles (20 986 ha, soit 68% des sols). D’après le recensement agricole de 2020 fait par l’Agreste<sup>15</sup>, plus de la moitié de ces terrains (12 136 ha) sont dédiés pour la culture de céréales comme le maïs, l’orge, le blé et le tournesol, et s’étendent sur la plaine de la Limagne. De l’autre côté, les zones d’estive de la Chaîne des Puys sont destinées à l’élevage.

Figure 8 : Les zone montagneuses (pentes supérieures à 10m) et parcelles agricoles dans le territoire de RLV, avec les types de plantations principales



Source : [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr)

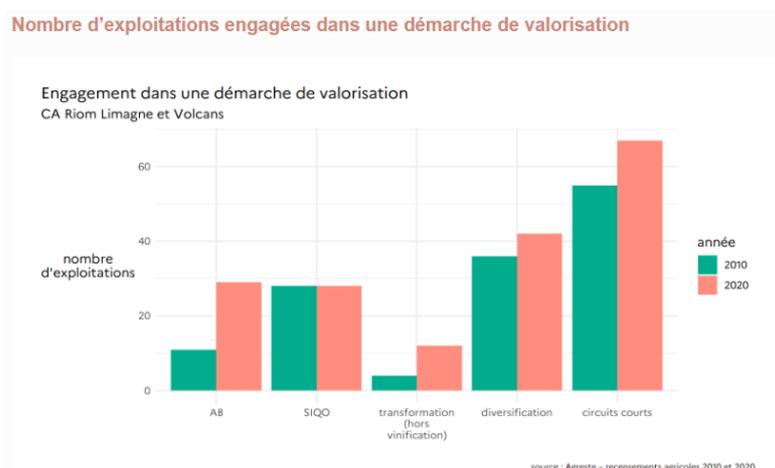
La majorité des exploitations agricoles (71%) sont individuelles. Le reste est collectif, dont 14% appartenant à des groupements d'exploitation commun (GAEC) et 11% à des entreprises agricoles à responsabilité limitée (EARL)<sup>16</sup>. L’appartenance ou pas à un groupement collectif affecte les stratégies et les choix de plantations des agriculteurs-entrepreneurs.

<sup>15</sup> Rapport développement durable 2021, RLV. Available at: [https://www.rlv.eu/fileadmin/user\\_upload/RLV\\_Nouveau\\_site/Vivre/Environnement/Rapport\\_DD\\_2021.pdf](https://www.rlv.eu/fileadmin/user_upload/RLV_Nouveau_site/Vivre/Environnement/Rapport_DD_2021.pdf) [Accessed January 15, 2024]

<sup>16</sup> CA Riom Limagne et Volcans, n.d. Accessed December 30, 2023. [https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/html/fts\\_ra2020\\_ca\\_riom\\_limagne\\_et\\_volcans.html](https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/html/fts_ra2020_ca_riom_limagne_et_volcans.html).

Le territoire porte une attention particulière à ce secteur. Des labélisations comme *Territoire Engagé pour la Nature* et *Territoire Engagé Transition Ecologique* rendent ses efforts légitime. En effet, 22% des exploitations produisent sous signe de qualité (AOP, IGP, Label rouge...) et 13% vendent en circuits courts. Les engagements principaux sont le développement et la diversification des exploitations afin de créer de la valeur. Un réseau d'acteurs dont le rôle est d'accompagner les porteurs de projets agricoles et de favoriser leur mise en relation avec les cédants a été mis en place. Ces actions sont suivies et régulièrement mises à jour.

Figure 9 : Exploitations engagées dans une démarche de valorisation du territoire



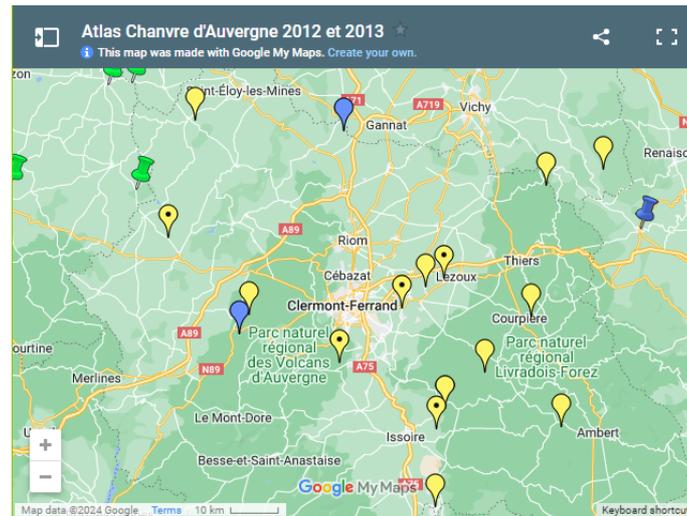
L'agriculture sur le territoire de la communauté de commune RLV a récemment connu une diversification notable, avec la réémergence de la culture du chanvre.

### *La culture du chanvre autour de la communauté de communes RLV*

Très peu d'exploitations produisant du chanvre sont présentes sur le territoire, malgré son excellente adaptation au climat et aux sols. Le chanvre était historiquement présent dans la plupart des exploitations agricoles auvergnates, où l'on cultivait près de 400 tonnes/an pendant le 19<sup>ème</sup> siècle. Ses fibres étaient utilisées pour les cordages. Mais aujourd'hui, les spécialistes du chanvre se font rares. Sa réintroduction dans les exploitations agricoles est encouragée par des associations comme "Chanvriers circuits courts", présents en Auvergne à travers l'organisme "Chanvre en Auvergne". Leur rôle est de faciliter la coopération inter-agriculteurs concernés par la culture du chanvre, à travers un réseau d'échange d'outillages et de connaissances. Malgré la présence d'une trentaine de producteurs de chanvre, aucune exploitation n'est présente sur le territoire RLV (figure 10). Le recensement agricole de 2020 indique que le territoire ne consacre que 15 ha à la production de plantes à fibres et de plantes industrielles. Il s'agit principalement de productions de lin, stimulées par la filière textile<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> "Le lin s'enracine durablement en Limagne | Auvergne Agricole." 2023. December 20, 2023. <https://www.auvergne-agricole.com/le-lin-senracine-durablement-en-limagne>.

Figure 10 : Carte des producteurs de chanvre d'Auvergne 2012-2013



Source : chanvreenauvergne

### *Des usines de transformation locales*

Suite à l'opération de rouissage sur le terrain agricole, le chanvre doit être séparé en fibres / chènevotte par défibrage mécanique. Pour cela, des usines de transformation sont nécessaires. Proche du territoire, la Maison François Cholat a lancé un projet de construction d'une usine à Morestel en Auvergne. Située à 240 Km de Riom, c'est la plus proche du territoire. Nous pourrions envisager de transporter les récoltes de chanvre, les premières années, avant de créer une usine sur le territoire.

### *Les subventions*

Deux types de subventions sont possibles :

- La rénovation énergétique comme Eco – prêt : Les aides peuvent aller de 15% à 80% en fonction des ressources des propriétaires, de l'état du logement avant travaux, des travaux à réaliser et du gain énergétique.
- La production agricole de chanvre comme les aides PAC par la commission européenne : l'aide est instaurée par hectare et elle n'est accordée que si la réglementation française et européenne est respectée. Le montant unitaire pour 2023, pour la production de chanvre était de 98 €/ha.

### *L'intégration de la culture du chanvre dans le territoire*

Afin de stimuler la plantation du chanvre pour satisfaire les projets de rénovation, il faudra revitaliser la filière de chanvre sur le territoire (situation paradoxale alors que la France est le plus gros producteur européen, 60% de la production de l'UE). Il s'agit de convaincre les exploitants agricoles. Or, le chanvre est peu profitable par rapport aux autres cultures à haut rendement. Sa marge brute, indicateur de rentabilité pour les agriculteurs, est loin d'offrir les perspectives comparatives aux céréales actuellement présents sur le territoire (Diemer, 2020, Gonet, 2015-2017)).

Figure 11 : Marge brute (€ par ha) des cultures céréales principales comparées au chanvre

Simulation MARGE SEMI NETTE		
<b>MAIS</b>		
Maxi	873 €	
habituelle	488 €	
Mini	211 €	
<b>BLE/BLE</b>		
Maxi	775 €	
habituelle	610 €	
Mini	385 €	
<b>ORGE DE PRINTEMPS</b>		
Maxi	852 €	
habituelle	575 €	
Mini	152 €	
<b>COLZA</b>		
Maxi	1 014 €	
habituelle	694 €	
Mini	174 €	
<b>FEVEROLE</b>		
Maxi	986 €	
habituelle	268 €	
Mini	38 €	
<b>CHANVRE</b>		
Maxi	538 €	
habituelle	383 €	
Mini	183 €	

Source : Planète Chanvre

Au-delà de la marge brute, ce sont les tarifs de la Botte ronde, de la chènevotte, de la fibre ou encore du paillis qui n'encouragent pas les producteurs à s'engager dans la filière.

Figure 12 : Les différents tarifs du chanvre en 2023

<b>BOTTE RONDE :</b>	0,37€/Kg/HT soit 444€ la Tonne TTC
<b>CHENEVOTTE :</b>	0,70€/Kg/HT soit 840€ la Tonne TTC conditionné en big bag de 2Mètres/cube
	0,68€/Kg/HT soit 816€ la Tonne TTC conditionné en benne de 30Mètres/cube
<b>FIBRE :</b>	0,73€/Kg/HT soit 876€ la Tonne TTC
<b>PAILLIS :</b>	10.20€ le sac de 70L TTC

Source : <https://www.dromechanvre.fr/index.php/tarifs>

Plusieurs arguments peuvent être mobilisés pour surmonter ces difficultés.

- Des secteurs comme le BTP misent de plus en plus sur le développement d'une filière chanvre, ce qui ne peut faire qu'augmenter les prix, et donc les marges brutes attendues.

- Le chanvre est une plante qui s'inscrit bien dans une stratégie de diversification des cultures. Son intégration dans la rotation des cultures peut améliorer la qualité des sols et augmenter indirectement les cultures qui lui sont associées (le chanvre est une culture de printemps, il permet donc de diversifier les assolements à base de cultures d'automne). L'association chanvre – blé peut être une stratégie gagnante, notamment sur des rotations de 9 ans (un an tous les 9 ans). L'intégration du chanvre peut améliorer la culture suivante de près de 10%<sup>18</sup>. Son intégration au sein de quelques producteurs de blé du territoire pourrait être suffisante pour satisfaire les besoin en rénovation énergétique.

<sup>18</sup> "Interchanvre - InterChanvre." n.d. Accessed January 14, 2024. <https://www.interchanvre.org/interchanvre>.

- La culture du chanvre ne nécessite pratiquement pas d'entretien ni l'usage de produits phytosanitaires en végétation. Si la levée se réalise dans de bonnes conditions, il se comporte comme une plante étouffante et empêche toute rivalité des adventices.
- Par la configuration de son système racinaire (profond et en pivot), le chanvre est une culture qui résiste relativement bien à la sécheresse et qui est peu exigeant en eau. Dans la très grande majorité des cas, les fournitures du sol sont suffisantes et l'irrigation ne se justifie pas économiquement.
- Les chambres d'agriculture proposent un accompagnement pour la diversification des cultures à travers leurs conseillers, et cherchent toujours des opportunités pour répondre aux enjeux environnementaux et économiques. Elles pourront être sollicitées pour établir une étude approfondie sur l'utilisation optimale du chanvre comme culture de rotation sur le territoire.

Les agriculteurs du territoire doivent inscrire le chanvre dans leur programme d'assolements et contribuer ainsi au développement de la filière. Les avantages liés à la réduction de la consommation d'eau et à la diversification doivent être clairement présentés à travers des simulations spécifiques réalisées sur le territoire. Une contractualisation de leurs productions ainsi qu'un soutien initial pour lancer leurs activités dans la filière chanvre sont nécessaires. L'association « *Chanvre en Auvergne* » peut être sollicitée afin de leur fournir un référentiel de connaissances. L'une des régions les plus développées dans cette filière est la chanvrière de l'Aube qui comporte 515 exploitations agricoles (Aube et Marne) sur un rayon de 120 km (près de 10 160 hectares de chanvre cultivés). Son point fort est la présence d'entreprises de transformation qui facilitent l'extraction et diminue ainsi le coût de production. Cela lui donne un prix attractif et contribue aux applications du chanvre dans le bâtiment, le textile ou la plasturgie. Il convient de s'inspirer de ce modèle en installant une unité de défibrage et de décortication (pour les graines) localisée sur le territoire et s'inscrivant dans une logique de circuit court. Le coût d'un tel investissement est de plusieurs millions d'euros. Il est donc nécessaire de mettre en place un projet collectif et de chercher des investisseurs et des subventions. Pour le projet de la Maison François Cholat, 8 millions d'euros d'investissement ont été nécessaires, dont 1.4 millions en subventions de l'état<sup>19</sup>.

## **Délimitation des flux et des entités sur le territoire**

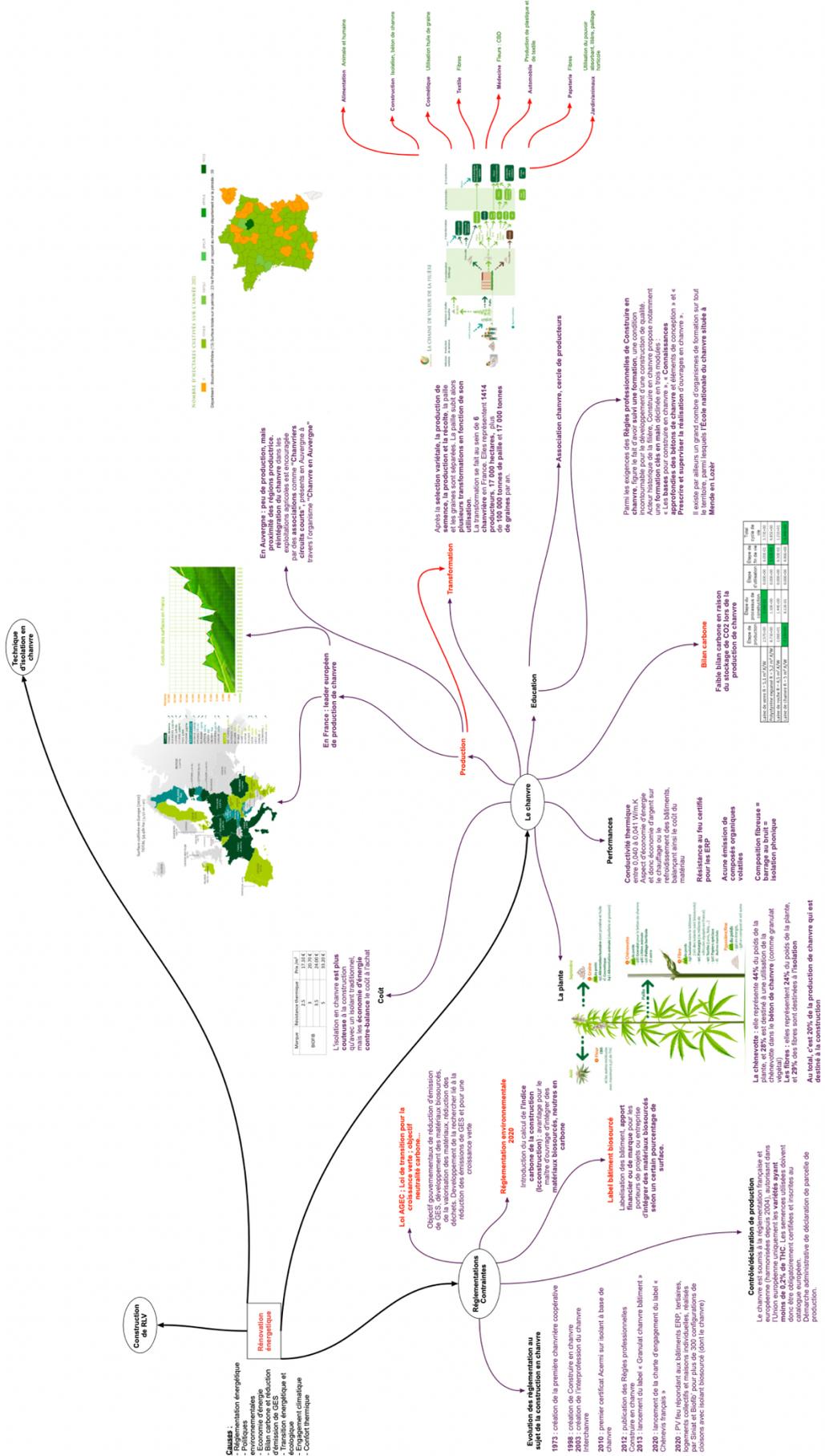
### *La représentation clicks Chart du système Chanvre*

La création d'un click charts permet de représenter au sein d'un système, l'ensemble des acteurs, des infrastructures, des flux et des stocks de la filière chanvre. Les données collectées concernent la production de chanvre, les consommations d'eau, l'étude du parc immobilier existant, les infrastructures de transformation...

---

<sup>19</sup> <https://www.francois-cholat.fr/wp-content/uploads/2022/09/Revue-de-presse-09-2022.pdf>

Figure 13 : Le système Chanvre



## Le Benchmarking

Le but de cette étude est de se comparer aux régions rénovant déjà leurs constructions à partir du chanvre afin d'améliorer les performances du territoire RLV. Le benchmarking se réalise en 5 étapes.

### Préparation de l'étude

Comme indiqué précédemment, nous avons décidé grâce à la matrice de décision de Pugh de travailler sur l'intérêt et la capacité à rénover des bâtiments de la zone RLV avec des isolants en laine de chanvre. En France, une région se différencie par sa volonté de rénover une partie de son parc immobilier avec le béton de chanvre : les Hauts-de-France. L'entreprise *Maisons et Cités* est la première entreprise sociale pour l'habitat de la région, elle dispose de 64 000 logements qu'elle souhaite rénover en chanvre. Son objectif est d'atteindre 24 000 logements en 10 ans<sup>20</sup>. Cependant, la région ne dispose pas encore de filière du chanvre et doit se fournir ailleurs en attendant de la développer à proximité. Dans la région RLV, il est possible de se baser sur différents types de fabricants de chanvre, situés dans des zones différentes. Des entreprises et des organisations avancées dans les constructions en chanvre sont Wall'up Préfa et Biofib'isolation. Wall'up Préfa<sup>21</sup> est la première usine française de panneaux préfabriqués isolés en béton de chanvre sur base ossature bois, elle se situe à l'Est de Paris et correspond à une zone de culture du chanvre comme indiqué sur la carte ci-dessous. Biofib'isolation est une marque de Cavac Biomatériaux et fabrique des isolants en fibres de végétales et notamment de chanvre. Cette entreprise se situe à l'Ouest de la France et correspond également à une grande zone de culture du chanvre.

*Tableau 3 : Comparaison des produits de Biofib'isolation et Wall'up Préfa*

	<b>Biofib'isolation<sup>22,23</sup></b>	<b>Wall'up Préfa<sup>24</sup></b>
Type(s) de produit(s)	Isolants rigides et vrac Béton de chanvre (vendent les granulats pour faire béton mais pas le béton)	Isolant rigide béton de chanvre
Matières premières	Chanvre, Paille, Ouate, Mix	Chanvre ossature bois
Résistance thermique	R = 2,5 - 5 m <sup>2</sup> .K/W [22]	R = 3,95 m <sup>2</sup> .K/W [23]
Impact environnemental	-9,06E-1 kgCO <sub>2</sub> eq [24]	2,98 kgCO <sub>2</sub> eq/ m <sup>2</sup>
Durée de vie de référence	50 ans	100 ans
Quantité de matériaux biosourcés	100 %	75 %
Recyclabilité	100%	100%

<sup>20</sup> [https://www.forum-boisconstruction.com/conferences/FBC2023\\_Campion,.pdf](https://www.forum-boisconstruction.com/conferences/FBC2023_Campion,.pdf)

<sup>21</sup> <https://wallup.fr/>

<sup>22</sup> <https://www.biofib.com/prescripteurs-caracteristiques/>

<sup>23</sup> <https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/infos-produit>

<sup>24</sup> <https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/infos-produit>

Figure 14 : Chanvrières en France

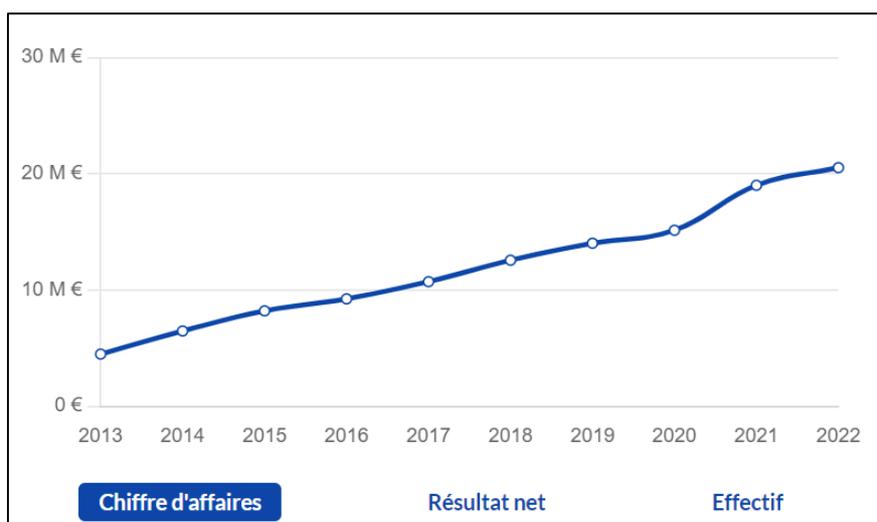


Source : Interchanvre

### Analyse des cibles

En 2022, Cavac Biomatériaux réalise un chiffre d'affaires de 20 518 568 euros (figure 15). Wall'up Préfa, quant à elle, est une entreprise indépendante et jeune (2019) dont les chiffres ne sont pas disponibles. Elle devrait présenter un chiffre d'affaires bien plus faible toutefois elle profite également de la croissance de ce marché.

Figure 15 : Finances de CAVAC biomatériaux



Source : Pappers

<https://www.pappers.fr/entreprise/cavac-biomateriaux-509436515>

Le site internet de Biofib'isolation présente beaucoup plus de ressources et de documentation que celui de Wall'up. Pour trouver certaines caractéristiques des produits, il est indispensable d'aller chercher sur la base INIES (dans le cas de Biofib'isolation, tout est précisé sur son site internet). Enfin, Biofib'isolation décrit son produit « 100 % origine France » tandis que Wall'up se fournit de matières premières planté et récolté à « 30 kms en moyenne de la chanvière<sup>25</sup> ». En fonction de la stratégie à adopter - augmenter le profit et ainsi se fournir en zone étendue, ou mettre en avant un produit local avec une empreinte réduite et se fournir dans la région - le projet pourra privilégier l'une ou l'autre des alternatives.

*Tableau 4 : Comparaison des producteurs d'isolant en laine de chanvre*

Thème	Isolation en laine de chanvre
Acteurs principaux	Wall'up Préfa, Biofib'isolation
Leurs chiffres d'affaires	Biofib : > 20 millions euros
Leurs points positifs	Biofib a une interface claire
A envisager	Bonnes stratégies de communication (site internet, communication avec les communes) Se fournir en chanvre français si on veut une action de masse

### **Intégration des résultats en interne**

Il s'agit de communiquer avec les acteurs pour s'accorder sur les actions à mener.

### **Mise en œuvre des actions d'amélioration**

Élaboration d'un plan d'action autour du projet Chanvre.

*Tableau 6 : Plan d'action*

Qui	Particuliers, communes (logements sociaux), hôpitaux, EHPAD...
Quoi	Rénovation extérieure et intérieure des logements en laine de chanvre et enduit chaux-chanvre.
Où	Riom Limagne Volcans.
Quand	Plan 2030 pour réduire la quantité de GES émis.
Comment	Se fournir en chanvre (local ou français) à utiliser comme isolant. Bénéficier des primes de rénovations énergétiques.
Pourquoi	Améliorer la résistance thermique, consommer moins (économies d'argent et impact environnemental réduit).

### **Amélioration continue**

Depuis quelques années, RLV s'est doté d'un PCAET (Plan Climat Air et Énergie du Territoire) dont le résumé est disponible en annexe. Ce programme consiste en une liste d'objectifs et de missions à mettre en place au sein de l'agglomération pour la

<sup>25</sup> [https://www.materiaux.archi/produits/wallup-prefa/murs-et-facades-lourdes-prefabriquees-wallup-prefa\\_10998](https://www.materiaux.archi/produits/wallup-prefa/murs-et-facades-lourdes-prefabriquees-wallup-prefa_10998)

réduction de l'impact carbone à travers différents dispositifs techniques d'une part, mais également grâce à la sensibilisation et la sobriété énergétique des habitants. Le rapport du PCAET de RLV est de définir une stratégie articulée autour de 7 axes structurants :

- Mobilisation et sensibilisation des acteurs ;
- Baisse des consommations d'énergie ;
- Baisse des émissions de gaz à effet de serre ;
- Adaptation au changement climatique ;
- Qualité de l'air ;
- Énergies renouvelables ;
- Développement économique.

Dans l'optique de répondre à ces problématiques et en respectant les objectifs chiffrés de l'agglomération, 6 grands thèmes d'action ont été mis en place :

- Agir pour le climat dans son logement ;
- Faire de l'agriculture un pilier du plan climat ;
- Développer des transports et une mobilité pour tous et pour le climat ;
- Faire de la transition écologique, un atout pour les entreprises du territoire ;
- Démontrer l'exemplarité de la Communauté d'Agglomération de Riom Limagne et Volcans ;
- Aménager le territoire face aux enjeux de demain.

## Modélisation en dynamique des systèmes du développement du chanvre

La dynamique des systèmes est une méthode développée par Forrester (1961, 1968). Elle vise à comprendre le comportement (et donc la dynamique) de systèmes complexes et des interactions entre toutes les variables du système. Deux outils sont généralement mobilisés : le diagramme des boucles causales (CLD) et le diagramme stocks et flux (SFD). Le diagramme des boucles causales se compose de quatre éléments de base : les variables, les liens entre elles, les signes sur les liens (qui montrent comment les variables sont interconnectées) et le signe de la boucle (qui indique le type de comportement que le système produira). Il existe des boucles de renforcement R (+) et des boucles de régulation B (-). En représentant un problème sous l'angle de la causalité, il devient possible de prendre conscience des forces structurelles qui produisent un comportement (Lannon, 2012). Le diagramme stocks et flux (SFD) propose une analyse à un niveau de rigueur plus élevé. Le SFD différencie les différentes parties d'un système. Il inclut des détails sur les différents éléments du système (le SFD distingue les variables qui sont des flux et celles qui sont des stocks, ce qui n'est pas le cas d'un CLD, Aronson, Angelakis, 1999).

## Le modèle structurel

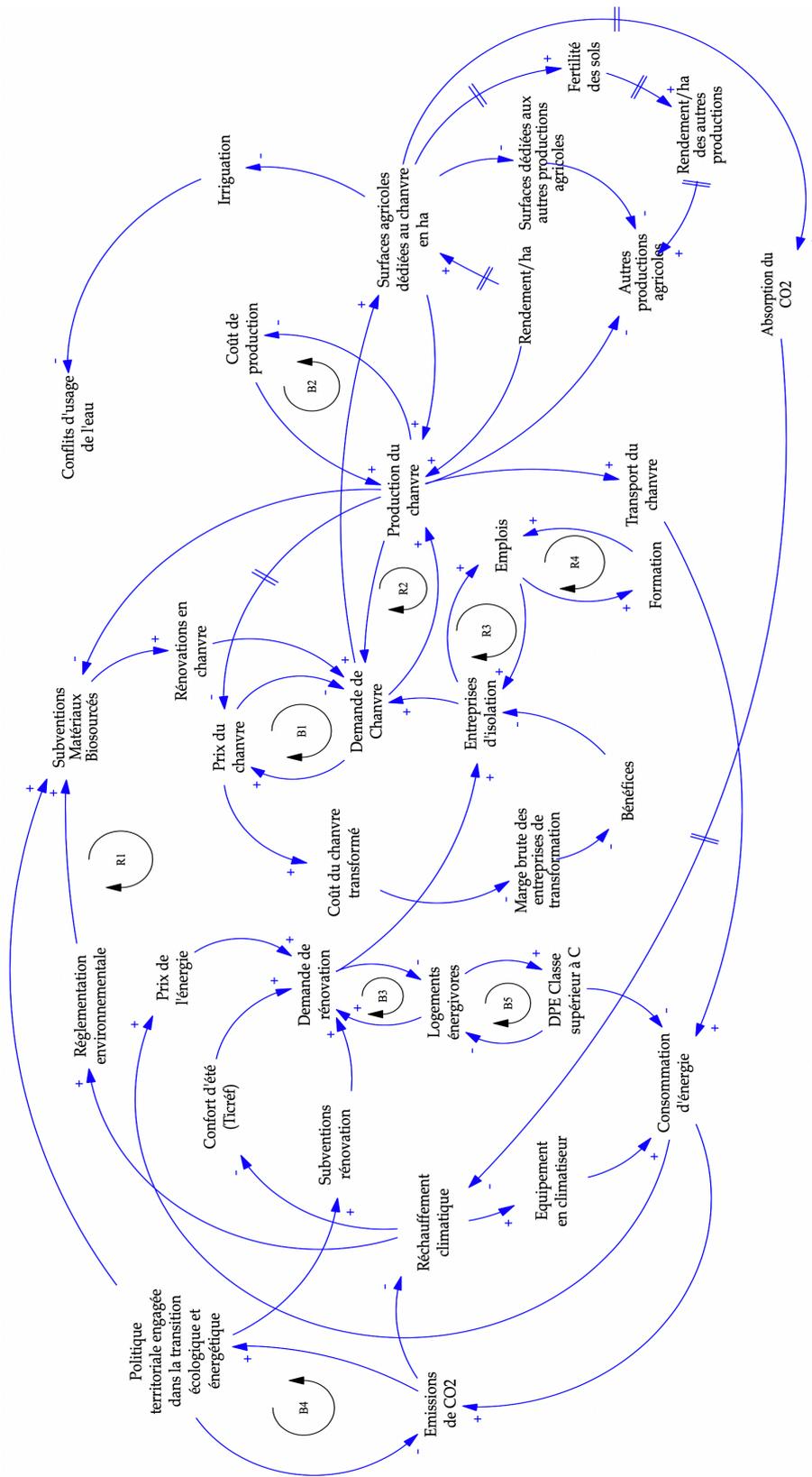
Avant de présenter les diagrammes de boucles causales et les diagrammes de stocks et de flux, nous avons identifié le modèle structurel du chanvre. Il s'agit de préciser toutes les variables qui agissent sur l'utilisation du chanvre en insistant sur leur caractère (quantitatif, qualitatif), leur rôle (driver, variable causal), leur place dans les dynamiques de boucles (renforcement ou régulation), les unités utilisées, la présence de points leviers (variable permettant d'agir sur une boucle, voir de lui faire changer de dynamique).

*Tableau 5 : Modèle structurel du CLD*

Variables digramme CLD	Driver, endogène, exogène, exclue, paramètre	Qualitative/ Quantitative	Flux/ Stocks	Unité	Boucle R/B	Point levier
Prix de l'énergie	Exogène	Quantitative	Flux	€/KWh/an		non
Réchauffement climatique	Endogène	Qualificative				oui
Confort d'été	Endogène	Quantitative	Stock	h/m		non
Réglementation environnementale	Exogène	Qualificative				oui
Subvention rénovation	Exogène	Quantitative	Flux	€/ha		non
Subvention matériaux biosourcés	Endogène	Quantitative	Flux	€/ha/an		non
Politique territoriale	Endogène	Qualificative			R	oui
Demande de rénovation	Endogène	Quantitative	Flux	Logements/an		oui
Demande de chanvre	Endogène	Quantitative	Flux	t/an		oui
Prix du chanvre	Endogène	Quantitative	Flux	€/ha	B	oui
Production de chanvre	Endogène	Quantitative	Flux	T/an	R	oui
Production autres	Endogène	Quantitative	Flux	T/an	R	non
Surface de production de chanvre en Auvergne	Endogène	Quantitative	Stock	m <sup>2</sup>	R	non
Surface agricole autre	Endogène	Quantitative	Stock	m <sup>2</sup>	R	non
Consommation d'eau	Endogène	Quantitatif		L		
Rendement	Endogène	Quantitative		t/ha		non
Rénovation en chanvre	Endogène	Quantitative	Flux	unité /an	R	non
Entreprise d'isolation	Endogène	Quantitative	Stock	unité		oui
Emplois	Endogène	Quantitative	Flux	unité /an	R	non
Formation	Endogène	Quantitative	Flux	unité/an		non
Transport du chanvre	Endogène	Quantitative	Flux	km		non
GES	Endogène	Quantitative	Stock	kgCO2		oui
DPE Classe supérieure à C	Endogène	Quantitative	Stock	unité		oui
Logement énergivore	Endogène	Quantitative	Stock	unité		non

A partir de ce tableau, le diagramme de boucles causales a été construit sur VENSIM, montrant les polarités des boucles (figure 16).

Figure 16 : Diagramme des boucles causales (CLD), rénovation énergétique en chanvre



Ce diagramme des boucles causales montre l'interdépendance des variables du système étudié. A côté des avantages indéniables du chanvre (économe en eau, fertilité des sols, utile dans la rotation des cultures, absorption du CO2...), les nombreuses boucles de renforcement (R) et de régulation (B) précisent à la fois les dynamiques impulsées par des drivers (variables clés), ainsi que leurs impacts à l'ensemble du système. Les actions des collectivités territoriales (notamment leur inscription du chanvre dans le PCAET), les subventions pour la rénovation et la réglementation environnementale sont des drivers importants pour la fonction publique territoriale. Elles peuvent induire directement une baisse des émissions et donc renforcer l'action publique (R4). Dans le cas du chanvre, les aides européennes doivent être couplées avec des subventions sur les biomatériaux, c'est la seule manière de dynamiser la rénovation en chanvre et donc de stimuler la demande de chanvre. Ces aides, la rémunération du chanvre et les avantages agro-environnementaux permettent de stabiliser un niveau de production, compatible avec les besoins en chanvre. Les prix doivent être rémunérateurs (baisse des coûts de production en fonction du rendement et des surfaces consacrées au chanvre) sans pour autant induire des reports de demande sur d'autres matériaux biosourcés. A terme, l'effet rémunérateur du chanvre pourrait réduire le montant des subventions, toutefois ceci n'interviendra qu'à long terme... La filière est trop fragile pour se voir supprimer des aides à moyen terme.

La culture du chanvre présente de nombreux atouts dans la lutte contre le réchauffement climatique, à la fois en diminuant les émissions de GES et en créant de nouveaux puits de carbone. Il y a ici un triple enjeu : (1) diminuer le nombre de passoires thermiques en augmentant le nombre de logements DPE classe supérieure à C, (2) faire face à la croissance de la consommation d'énergie, notamment électrique via les équipements en climatisation, (3) créer des cycles courts d'utilisation du chanvre afin de ne pas générer de GES via le transport du chanvre (la filière doit être entièrement relocalisée sur le territoire).

Une production de chanvre couplée aux demandes de rénovation doit reposer sur un prix rémunérateur pour les agriculteurs qui utilisent le chanvre dans les rotations des cultures, mais également pour les entreprises de transformation et d'utilisation du chanvre comme matériau d'isolation. Les marges et donc les bénéfices de ces entreprises devront être conséquents pour induire une certaine dynamique territoriale en matière de création d'entreprises, d'emplois et de formation (boucles de renforcement). En effet, en offrant de nouveaux débouchés, le chanvre doit amener les parties prenantes (collectivités publiques, Chambres de Commerce et d'Industrie, Chambres d'Agriculture...) à proposer des solutions d'accompagnement permettant de stabiliser la culture, l'usage industriel et l'activité économique généré par le matériau biosourcé. La formation (introduite dans les lycées professionnels et via l'alternance) constitue un fil rouge important dans la relocalisation de la filière.

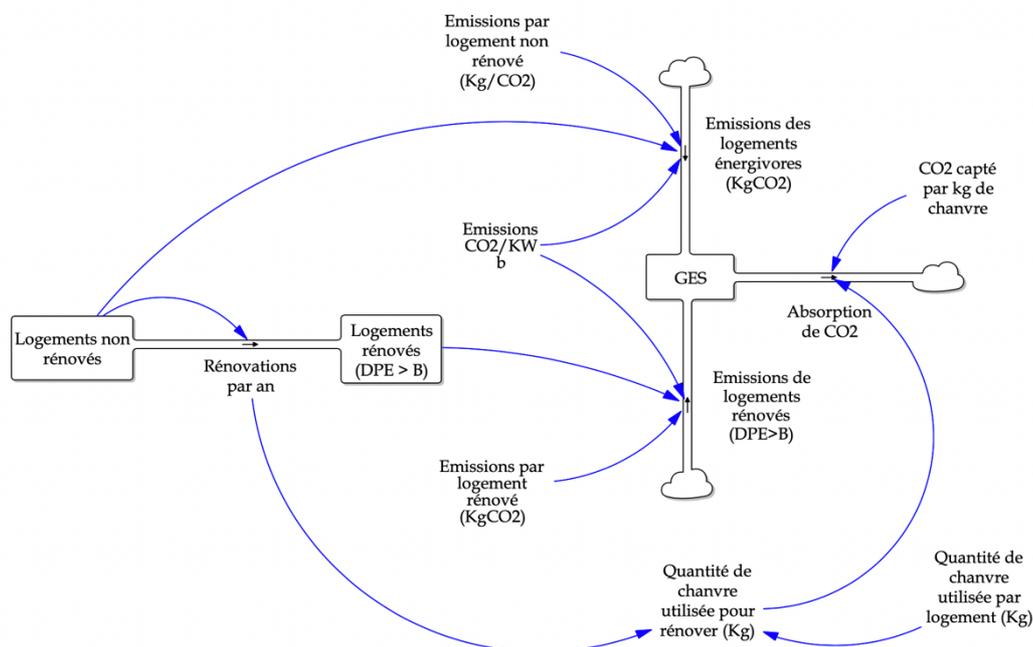
Le diagramme des boucles causales permet d'identifier les points leviers (subventions, normalisation et réglementation environnementale, économie d'eau, hausse des rendements par la rotation des cultures, prix du chanvre, bénéfiques, emplois), ceux qui induiront un véritable changement et l'émergence d'une filière chanvre. La déclinaison des variables en stocks et en flux (entrants ou sortants) est ici nécessaire car elle permet de faire la jonction entre les structures qualitative et quantitative) du modèle. La dynamique des systèmes insiste sur les relations et les interdépendances entre les flux et les stocks. Dans le cas du chanvre, la grandeur principale étudiée est le taux de GES dans l'atmosphère liées à l'activité de chauffage. Elle est définie comme un stock initialement fixée à 0 kgCO<sub>2</sub>. Les émissions des logements non rénovés (logements énergivores) et des logements rénovés (DPE > classe C) s'ajoutent à ce stock, tandis que le captage du CO<sub>2</sub> par le matériau biosourcé choisi le réduit. Le tableau 8 présente les variables qui impactent le système chanvre ainsi que les équations qui les relient entre elles.

*Tableau 6 : Tableau montrant les stocks et flux principaux de la simulation*

Variable	Type	Unité	Dépend de	Équations
GES	Stock	KgCO <sub>2</sub>	Émissions liées au chauffage des logements rénovés et non rénovés, Captage CO <sub>2</sub>	Émissions DPE Classe supérieure à C + Émissions logement énergivore - Captage CO <sub>2</sub>
Captage CO <sub>2</sub>	Flux	KgCO <sub>2</sub> /an	Nombre de rénovations en chanvre	Chanvre utilisé en rénovation * CO <sub>2</sub> capté par Kg de chanvre
Emissions DPE Classe supérieure à C	Flux	KgCO <sub>2</sub> /an	Nb logements rénovés, émission par logement rénové	Nb logements DPE classe supérieure à C *émissions DPE supérieure à C
Emissions logement énergivore	Flux	KgCO <sub>2</sub> /an	Nb logements non rénovés, émission par logement non rénové	Nb logements énergivores *émissions logements énergivores
Logements DPE Classe supérieure à C	Stock	Unité	Nombre de rénovations en chanvre, Nb logements énergivores	= + Rénovations par an
Logements énergivores	Stock	Unité	Nombre de rénovations en chanvre	= - Rénovations par an

La figure 17 donne une représentation du diagramme stocks – flux.

Figure 17 : Le SFD dans le cadre du rénovation chanvre



L'objectif est de rénover l'ensemble du parc immobilier de classe énergétique inférieure à la classe C avant 2034 et à la classe B avant 2050. Le plan idéal sera d'effectuer la rénovation directement jusqu'à la classe B, ce qui correspond à des émissions maximales de 90 KWh/m<sup>2</sup>/an. Elle pourra être faite en deux parties : 20788 logements avant 2034 et 4029 logements entre 2034 et 2050. Le stock des logements rénovés est initialement fixé à 0, et celui des non rénovés à 24 817. Le flux de logements rénovés par an relie ces deux stocks et se déroule à une fréquence de 2600 logements par an afin d'atteindre les 20 788 logements en dessous de la classe C avant 2034. C'est un objectif ambitieux, mais il servira de modèle de base. Après 2034, la fréquence diminue drastiquement jusqu'à 252 logements par an afin d'effectuer la rénovation des 4029 logements restants en une durée de 16 ans avant 2050, jusqu'à l'annulation du stock des logements énergivores. Ceci a été rendu possible après l'utilisation de deux fonctions IF THEN ELSE du logiciel Vensim sur le flux des rénovations par an.

La surface moyenne d'un logement en France étant de 60 m<sup>2</sup>, et les émissions de GES par KWh pour l'usage du chauffage étant de 79gCO<sub>2</sub>/kWh selon l'ADEME<sup>26</sup>, la valeur des flux des émissions liées au chauffage peut être finalement calculée en prenant en compte les logements rénovés (90 KWh/m<sup>2</sup>/an) et non rénovés (209 KWh/m<sup>2</sup>/an).

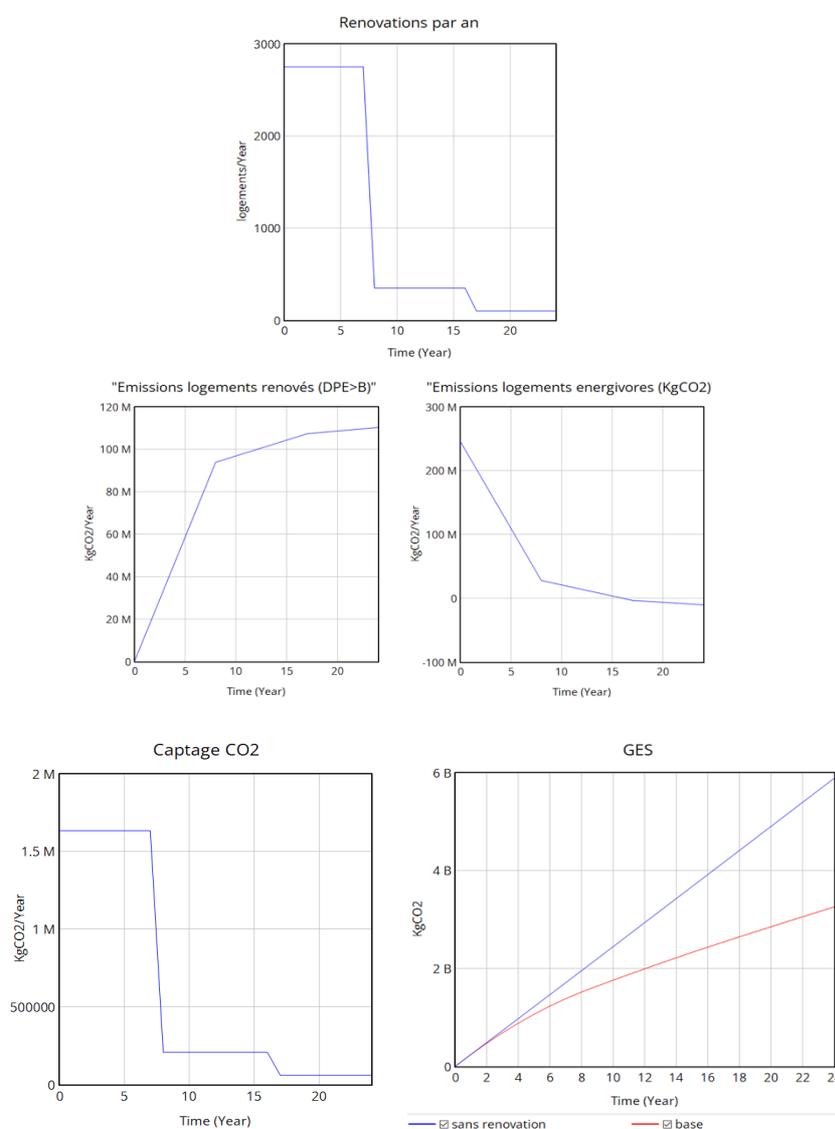
<sup>26</sup> Positionnement de l'ADEME sur le calcul du contenu CO<sub>2</sub> de l'électricité dans le cas du chauffage électrique." n.d. ADEME Presse. Accessed January 28, 2024. <https://presse.ademe.fr/2020/07/positionnement-de-lademe-sur-le-calcul-du-contenu-co2-de-lelectricite-dans-le-cas-du-chauffage-electrique.html>.

Le flux désignant l'absorption de CO<sub>2</sub> est calculé en fonction de la quantité de chanvre utilisé dans la rénovation et du taux de CO<sub>2</sub> capté par le chanvre. Pour isoler un logement de surface moyenne de 60 m<sup>2</sup>, 317 Kg de chanvre sont nécessaires. Le calcul est effectué en multipliant un périmètre moyen de 60 m par la hauteur de 2.2 m et une épaisseur l'isolant de 120 cm. Cette valeur est multipliée par le flux de rénovations annuelles, et multipliée par le taux de CO<sub>2</sub> capté par le chanvre. Ce qui correspond à 15 tCO<sub>2</sub> par hectare selon le ministère de l'agriculture<sup>27</sup>.

## Simulation à l'horizon 2030 et 2050

Une durée de simulation de 24 ans est prise pour le temps entre 2026 et 2050. Les résultats de la simulation base sont présentés dans la figure 18 :

*Figure 18 : Simulation de base du modèle sur VENSIM*

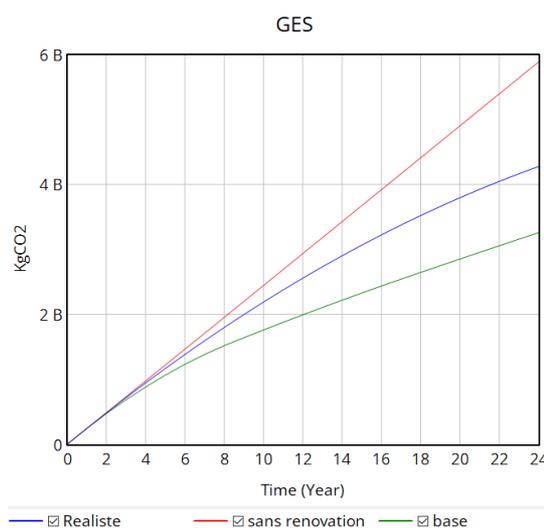


<sup>27</sup> Plan filière chanvre <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/88281?token=7809fea624ea2a6dc89c03165136bbfe>

Le flux de rénovations annuelles commence par 2600 logements entre les années 2026 et 2034, puis diminue jusqu'à 260 avant de s'arrêter en 2040 quand la totalité des logements sont rénovés. Les émissions de GES des logements rénovés augmentent en parallèle de la diminution de celles associées aux logements non rénovés. Ceci est dû à l'augmentation de leur nombre et à la diminution des autres. Néanmoins, les émissions liées aux logements rénovés atteignent un total de 110 millions de kilogrammes de CO<sub>2</sub>, comparées à celles des logements non rénovés qui étaient de 245 millions de kilogrammes de CO<sub>2</sub>. L'absorption de CO<sub>2</sub> résultant du carbone biogénique dans le chanvre diminue le taux des émissions de GES, mais de manière très faible. Finalement, les émissions de GES liées au processus de rénovation restent croissantes en raison de la nécessité toujours présente de chauffer les logements, toutefois elles demeurent plus faibles que dans le cas où la rénovation n'est pas effectuée (5800 tonnes de CO<sub>2</sub> contre 3200 tonnes).

Il est possible d'imaginer un autre scénario dans lequel tous les logements seraient rénovés d'ici 2050, sans avoir d'échéance pour 2034. De ce fait, 1034 logements seraient rénovés annuellement. L'intérêt d'un tel scénario est d'adapter la rénovation à l'échelle locale avec du chanvre cultivé localement grâce à une stratégie de diversification des productions agricoles. Cependant, les émissions de GES sont plus importantes que dans le cas précédent, elles atteignent 4200 tonnes de CO<sub>2</sub> contre 3200 tonnes. Un graphique comparatif des émissions de GES pour les trois scénarios (scénario de base, pas de rénovation et scénario rénovation complète) est présenté dans la figure 19.

*Figure 19 : Comparaison des trois scénarios en termes d'émissions de GES*



## Conclusion

La rénovation des bâtiments est une stratégie importante pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), car elle peut entraîner des réductions significatives de 46

% dans des conditions idéales et de 26 % dans des conditions plus réalistes (voir les simulations faites pour l'horizon 2050). L'utilisation du chanvre en tant que matériau de construction présente de nombreux avantages. En plus de ses propriétés isolantes remarquables, il permet l'intégration d'une culture de diversification sur les territoires, ce qui peut aider à les revitaliser en augmentent les rendements agricoles et en réduisant la consommation d'eau. En outre, il est essentiel de noter que ces bénéfices ne se limitent pas à la seule réduction des émissions de GES. L'adoption du chanvre comme matériau de construction favorise également des économies substantielles en évitant l'utilisation d'isolants conventionnels. Ainsi, la rénovation des bâtiments avec des matériaux biosourcés tels que le chanvre s'inscrit dans une démarche respectueuse de l'environnement et des objectifs socio-économiques. Cela favorise des communautés durables, résilientes et tournées vers l'avenir.

## Références bibliographiques

ARONSON D., ANGELAKIS D. (1999), Step-by-step stocks and flows : Converting From Causal Loop Diagrams, *The Systems Thinker*, vol 10, n°6, August.

ARONSON D., ANGELAKIS D. (1999), Step-by-Step Stocks and Flows, Improving the rigor of your thinking, *The Systems Thinker*, vol 10, n°4, May.

AUVERGNE AGRICOLE (2023), *Le Lin s'enracine durablement dans la Limagne*, 20 Décembre.

BOULOC P. (2006), *Le chanvre industriel, production et utilisations*, Editions France Agricole.

BUTSCHI P.Y (2004), *Utilisation du chanvre pour la préfabrication d'éléments de construction*, Thèse de Maîtrise, Département Génie Civil, Université de Moncton.

DIEMER A. (2020), Le Chanvre, un matériau biosourcé au service des PCAET? *Revue Francophone du Développement Durable*, Hors-série n°8, Décembre, 81 - 95.

FORRESTER J.J (1961), *Industrial Dynamics*, MIT Press.

FORRESTER J.J (1969), *Urban Dynamics*, The MIT Press

GONET C. (2015-2017), *Du Chanvre dans la rotation*, Recueil Grandes Cultures, Biofil.

LANNON C.P (2012), Causal Loop Construction : The Basics, *The Systems Thinker*, vol 23, n°8, 1 - 2.

MAISON FRANCOIS CHOLAT (2022), *Revue de presse*, <https://www.francois-cholat.fr/wp-content/uploads/2022/09/Revue-de-presse-09-2022.pdf>

RLV (2021), *Rapport Développement Durable*, [https://www.rlv.eu/fileadmin/user\\_upload/RLV\\_Nouveau\\_site/Vivre/Environnement/Rapport\\_DD\\_2021.pdf](https://www.rlv.eu/fileadmin/user_upload/RLV_Nouveau_site/Vivre/Environnement/Rapport_DD_2021.pdf)

VINCESLAS T. (2020), *Caractérisation d'éco-matériaux terre-chanvre en prenant en compte la variabilité des ressources disponibles localement*, Thèse, Université de Bretagne Sud.

## Annexes

Catégorie	Action	Mise en œuvre	Partenaires	KPI	Calendrier
Agir pour le climat dans son logement	Plateforme Territoriale de la Réforme Énergétique (PTRE)	Département du Puy-de-Dôme	ANAH, ADIL, CAPEB, CMA, FFB, banques...	Nombre de contacts, projets accompagnés Tonnes de CO2 évitées, MWh sauvés	Construction PTRE 2019-2020 Mise en œuvre 2020-2021
	Sensibiliser à la sobriété énergétique	RLV	ADIL, ADEME, ...	Nombre actions de communication, ... Pas indicateur impact	Action continue mise en œuvre en 2019
	Animer un réseau d'ambassadeurs énergie	RLV	ADIL, ADEME...	Nb ambassadeurs actifs/formés Pas indicateur impact	Action continue mise en œuvre en 2020
	Mettre en œuvre un dispositif d'éducation à l'environnement et au DD	RLV	Écoles, collèges, lycées, communes ...	Nb actions lancées/personnes touchées Pas indic impact	Action continue mise en œuvre en 2020
	Meilleure utilisation des appareils de chauffage	RLV	Artisans, CAPEB, FFB, PTRE, Enedis...	NB opérations faites, Avancement charte MWh, tCO2, part fines économisées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Changement des anciens appareils de chauffage	RLV	Future PTRE, Espace info énergie	Nb chauff. Remplacés MWh, tCO2, part fines économisées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Développement des EnR chez les particuliers	À définir	Communes, future PTRE, Espace info En	Foyers accompagnés Nb MWh produits	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Sensibiliser à l'utilisation de l'outil « cadastre solaire 63 »	Département	RLV / In Sun We Trust / DAIL / Aduhme	Act com, nouvelles installations solaires Nb MWh produits	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Réduction et la valorisation des déchets des particuliers	Syndicat du bois de L'Aumône	Non définis	KG récoltés, compos-teurs, réu bailleurs	Mise en œuvre par le SBA
	Incitez le lycée du bâtiment Pierre-Joël bonté à développer l'offre de formation en cohérence avec les enjeux du	RLV, lycée Pierre-Joël Bonté	Région AURA	Prise de contact, réunion de travail Modification offre de formation	Mise en œuvre à partir de 2022

Développer des transports et une mobilité pour tous et pour le climat	Réaliser un schéma directeur cyclable communautaire	RLV	Communes, Vélodéc63, ReCycle63, SNCF, ADEME...	Schéma directeur, aménagement (km) Part modale vélo	Candidature dès le premier semestre de 2019
	Réaliser un schéma des mobilités	RLV	Région, Département, agence d'urbanisme...	Réalisation d'un schéma des mobilités	AMO à partir de 2020 Mise en œuvre 2022
	Favoriser les mobilités alternatives Clermont-Riom	RLV, SMTC-AC, Conseil dept/reg	SNCF, vélocité63, covit auvergne, agence d'urbanisme...	Expérimentations réalisées	Mise en œuvre en 2019
	Communiquer et sensibiliser sur les mobilités de RLV	RLV	Communes, entreprises, Keolis, Delaye, SNCF...	Actions de com, Participants challenge mobilité	Mise en œuvre en 2019
	Faciliter l'accès au vélo à assistance électrique	RLV	Keolis, Koboo	Vélo en location, Primes d'achat, part modale vélo	Mise en œuvre en 2019
	Favoriser mobilité, transport hydrogène et GNV	GRDF, RLV, Hymulsion	ADEME, entreprises, ENGIE, Michelin...	Véhicules équipés	Mise en œuvre en 2019 développement en 2020
	Inciter à l'élaboration de plan de déplacement entreprises	Entreprises du territoire	CCI, entreprises, PNR volcans d'auvergne, covoit auvergne	Conseiller mobilité partagée	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Créer une maison des mobilités	RLV	Conseil régional/départ, Clermont auvergne métropole, RLV mobilités, SNCF ...	Maison de la mobilité	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Développer la signature de la charte CO2 Transports	RLV	CCI, entreprises, ADEME, ORT, Fede transporteurs	Entreprises engagées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Créer des centres de distribution innovants	RLV	Cci, entreprises, Conseil régional, Clermont auvergne métropole, fédération transporteurs	Nombre de centres de distribution	Mise en œuvre en cas d'opportunité

Faire de la transition écologique un atout pour les entreprises du territoire	Animer un réseau d'entreprises engagées	RLV	CCI	Entreprises engagées Réunion de travail	Mise en œuvre en 2020
	Favoriser la réalisation d'audits de flux	CCI, CMA	CCI, CMA	Audits réalisées	Mise en œuvre en 2019
	Développer les EnR au sein des entreprises	RLV	CCI, ADEME	Projets EnR GWh renouvelés produits	Mise en œuvre en 2019
	Appel à projet sur la transition énergétique	RLV, entreprises privées	CCI, ADEME	Entreprises accompagnées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Formation TPE/PME compréhension changement climatique sur leur chaîne de valeur	RLV		Entreprises accompagnées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Accompagnement entreprise réno et éco d'énergie	RLV	CCI, ADEME	Entreprises accompagnées, tCO2, GWh économisées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Organiser des formations collectives pour les acteurs économiques	RLV, Cci, ADEME, Associations	CCI, ADEME, CMA, CAPEB, entreprises	Entreprises accompagnées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Encourager participation des entreprises aux événements de la semaine du DD	RLV	CCI, entreprises, Solaire 63	Événements organisés	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Mise en place d'un Plan de transition des ZA	RLV	CCI, entreprises		Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Accompagnement à la mise en œuvre du programme d'actions EC du SBA pour les entreprises	Syndicat bois de l'Aumône	CCI, Grand Clermont, RLV		Accompagnement jusqu'en 2021
	Utiliser les énergies décarbonées pour réduire la dépendance au fossile sur un site industriel majeur	MSD Chibret – Site de Mirabel	CRE, ADEME, RLV, ENEDIS	Mise en œuvre du projet	2019 : étude de faisabilité 2022 : investissement

Faire de la transition écologique un atout pour les entreprises du territoire	Animer un réseau d'entreprises engagées	RLV	CCI	Entreprises engagées Réunion de travail	Mise en œuvre en 2020
	Favoriser la réalisation d'audits de flux	CCI, CMA	CCI, CMA	Audits réalisées	Mise en œuvre en 2019
	Développer les EnR au sein des entreprises	RLV	CCI, ADEME	Projets EnR GWh renouvelés produits	Mise en œuvre en 2019
	Appel à projet sur la transition énergétique	RLV, entreprises privées	CCI, ADEME	Entreprises accompagnées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Formation TPE/PME compréhension changement climatique sur leur chaîne de valeur	RLV		Entreprises accompagnées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Accompagnement entreprise réno et éco d'énergie	RLV	CCI, ADEME	Entreprises accompagnées, tCO2, GWh économisées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Organiser des formations collectives pour les acteurs économiques	RLV, Cci, ADEME, Associations	CCI, ADEME, CMA, CAPEB, entreprises	Entreprises accompagnées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Encourager participation des entreprises aux événements de la semaine du DD	RLV	CCI, entreprises, Solaire 63	Événements organisés	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Mise en place d'un Plan de transition des ZA	RLV	CCI, entreprises		Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Accompagnement à la mise en œuvre du programme d'actions EC du SBA pour les entreprises	Syndicat bois de l'Aumône	CCI, Grand Clermont, RLV		Accompagnement jusqu'en 2021
	Utiliser les énergies décarbonées pour réduire la dépendance au fossile sur un site industriel majeur	MSD Chibret – Site de Mirabel	170 CRE, ADEME, RLV, ENEDIS	Mise en œuvre du projet	2019 : étude de faisabilité 2022 : investissement

Démontrer l'exemplarité de la Communauté d'Agglomération de Riom Limagne et Volcans	Constitution d'un COPIIL et d'une labellisation Cit'ergie	RLV	ADEME, Région	Réunions de suivi	Mise en œuvre en 2019
	Suivre et évaluer la mise en œuvre du PCAET	RLV		Réunions de suivi	Mise en œuvre en 2019
	Développer une politique d'éco-responsabilité	RLV (service DD)		Actions du BEGES, actions internes	Mise en œuvre en 2019
	Mettre en œuvre le CEP	RLV, communes	ADUHME	Actions mises en œuvre	Mise en œuvre en 2019
	Créer une restauration collective durable	RLV (service à la population)	Accompagnement départemental, Département, Région	Diagnostic Pourcent de prdt locaux/durables	Mise en œuvre en 2019
	Renforcer le plan de déplacement administration	RLV		Plan de déplacement p.km voiture indiv	Mise en œuvre en 2021
	Former les agents de la collectivité	RLV	Communes	Formations organisées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Mutualiser les achats et favoriser clauses socio-env dans les marchés	RLV	Communes	Élaboration du guide, formations organisées	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Construire et rénover le patrimoine RLV	RLV	ADUHME, Communes	Bat rénovés, construits exemplaire GWh et tCO2e éco	Mise en œuvre en 2019
	Développer les EnR sur le patrimoine RLV	RLV, communes	ADUHME, RCBE	Sites de prod GWh renouv prdts	Mise en œuvre en 2019
	Surveiller et améliorer la qualité d'air dans les ERP	RLV, Communes	ADUHME, ATMO, Conseil déptl	Formations réalisées	Mise en œuvre en 2019
	Favoriser gestion différenciée espaces verts	RLV, Communes		Forma organisées, gestions différenciée	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Valoriser action collectivité en interne	RLV		Actions de com	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Programme action EC du SBA dans activités de RLV	SBA	RLV, Communes		Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Sensibiliser les élus et les services des communes	RLV	171	Actions de sensibilisation	Mise en œuvre en cas d'opportunité

Aménager le territoire face aux enjeux de demain	Intégrer enjeux Air/Climat/Énergie dans le futur PLUi	RLV	Grand Clermont		Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Mis en place réseaux de chaleur et récupération	RLV	Communes	Extensions réseau de chaleur GWh T*q fournis	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Construire adapté aux chaleurs et inondations	RLV	Communes		Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Construire avec des matériaux locaux			Entreprises exemplaires	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Favoriser le feroutage	RLV	SNCF	Entreprises pratiquant le feroutage t.km en transport éco	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Redynamiser centre-bourgs et cœurs de ville	RLV	Communes		Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Solution de lutte contre îlots de chaleur urbains	RLV	CGI, entreprises	Actions mises en œuvre	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Récupérer les eaux de pluie et lutter contre l'imperméabilisation des sols	RLV	CGI, entreprises, CMA	Site récupérant eau de pluie, sites réduisant perméabilité des sols	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Lutter contre l'ambroisie	RLV	ARS, FREDON-Auvergne, PNR des Volcans d'Auvergne	Journées sensibilisation signallement de l'ambroisie	Mise en œuvre en cas d'opportunité
	Optimiser éclairage nocturne	RLV	État, Maires, communes, ADUHME, SIEG63...	Communes utilisant raisonnablement l'éclairage nocturne	Mise en œuvre en cas d'opportunité
Intégrer les enjeux de la nouvelle compétence « eau et assainissement »	RLV			Mise en œuvre en cas d'opportunité	