



Recensement et qualification des producteurs de matériaux bas carbone pour la filière bâtiment durable sur le territoire élargi de la Métropole de Lyon

Rapport d'étude V2
Version finale
Octobre 2023

Rédacteurs :

Marion Chirat – Karibati

Corentin Hugault – Karibati

Yves Hustache - Karibati

Table des matières

PREAMBULE	4
INTRODUCTION	5
ETAT DES LIEUX DES FILIERES BIOSOURCEES ET GEOSOURCEES SUR LE TERRITOIRE DE LA REGION AURA	6
I. LA FILIERE BOIS	6
1.1 <i>Présentation résumée</i>	6
1.2 <i>Présentation détaillée</i>	6
II. LA FILIERE PAILLE	14
1.3 <i>Présentation résumée</i>	14
1.4 <i>Présentation détaillée</i>	15
III. LA FILIERE CHANVRE	20
2.1 <i>Présentation résumée</i>	20
2.2 <i>Présentation détaillée</i>	20
IV. LA FILIERE TERRE CRUE	28
3.1 <i>Présentation résumée</i>	28
3.2 <i>Présentation détaillée</i>	28
V. LA FILIERE PIERRE	33
3.3 <i>Présentation résumée</i>	33
3.4 <i>Présentation détaillée</i>	34
VI. AUTRES FILIERES EN DEVELOPPEMENT	40
3.1 <i>Granulats biosourcés pour béton</i>	40
IDENTIFICATION ET DESCRIPTION DES PRINCIPALES FAMILLES DE PRODUITS A L'ECHELLE DE LA REGION AURA	41
I. LES PRODUITS ET SYSTEMES CONSTRUCTIFS ISSUS DE LA FILIERE BOIS	41
<i>Les bois techniques</i>	41
<i>Panneaux préfabriqués en béton de bois</i>	44
<i>Mur rideau préfabriqué bois et isolant biosourcé : Panobloc de Techniwood</i>	46
<i>Modulaire 3D en bois</i>	48
<i>Murs et dalles en bois technique</i>	50
<i>Menuiseries bois</i>	52
II. LES PRODUITS ET SYSTEMES CONSTRUCTIFS ISSUS DE LA FILIERE PAILLE	54
<i>Caisson préfabriqués Bois/ Bottes de paille</i>	54
III. LES PRODUITS ET SYSTEMES CONSTRUCTIFS ISSUS DE LA FILIERE CHANVRE	56
<i>Isolation en vrac (produits non industriels) – chènevotte</i>	56
<i>Isolation répartie en béton de chanvre projeté</i>	57

	<i>Bloc de béton de chanvre.....</i>	<i>58</i>
IV.	LES PRODUITS ET SYSTEMES CONSTRUCTIFS ISSUS DE LA FILIERE TERRE CRUE.....	60
	<i>Mur en pisé préfabriqué</i>	<i>60</i>
	<i>Enduits de terre crue.....</i>	<i>62</i>
V.	AUTRES PRODUITS	63
	<i>Isolants semi-rigides</i>	<i>63</i>
	<i>Panneau correcteur acoustique en bois.....</i>	<i>65</i>
	<i>Bardage extérieur</i>	<i>67</i>
	ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES AU SUJET DE LA FORMATION.....	69
	<i>Principales conclusions</i>	<i>69</i>
	<i>Principaux échanges avec les acteurs interrogés :.....</i>	<i>70</i>
	<i>Autres acteurs non interrogés</i>	<i>73</i>
	<i>Synthèse et perspective</i>	<i>74</i>
	EVALUATION DE LA CAPACITE DES ENTREPRISES LOCALES A REpondre AUX AMBITIONS DE LA METROPOLE DE LYON ET SCENARIOS PROSPECTIFS.....	75
I.	METHODOLOGIE D’EVALUATION.....	75
II.	ENJEUX ET PERSPECTIVES CONSTRUCTION BOIS.....	76
III.	ENJEUX ET PERSPECTIVES CONSTRUCTION TERRE CRUE	77
IV.	ENJEUX ET PERSPECTIVES CONSTRUCTION PIERRE	78
V.	ENJEUX ET PERSPECTIVES CONSTRUCTION PAILLE.....	79
VI.	ENJEUX ET PERSPECTIVES ISOLANTS MANUFACTURES	80
VII.	ENJEUX ET PERSPECTIVES BETONS BIOSOURCES	81
VIII.	CAPACITE DES FILIERES A REpondre AUX BESOINS DE LA METROPOLE DE LYON	82
	CONCLUSION.....	89

Préambule

L'état des connaissances sur le changement climatique impose de repenser les modes de production de l'ensemble des secteurs. Le bâtiment doit prendre sa part pour décarboner l'économie et les activités humaines. La Stratégie Nationale Bas Carbone porte l'objectif d'une empreinte carbone nulle pour ce secteur à l'horizon 2050.

C'est dans ce sens que la Métropole de Lyon mène une politique ambitieuse pour inscrire son action et l'action des acteurs de son territoire dans une dynamique de transition économique, écologique et sociale. Sur la filière bâtiment, la Métropole de Lyon engage des opérations de construction ou de rénovation de bâtiment en tant que maître d'ouvrage (collèges, pôles d'entrepreneurs...). Au-delà, la Métropole est prescriptrice via des opérations urbaines qu'elle pilote en tant que maître d'ouvrage ou comme concédant et peut ainsi définir des règles de construction, notamment via le référentiel « habitat durable ». Pour l'ensemble de ces opérations, la Métropole souhaite renforcer l'usage des matériaux bas carbone.

Cependant, il est important de définir des exigences ambitieuses et réalistes. Les prescriptions doivent ainsi être possible techniquement et pouvoir trouver une réponse auprès des producteurs, fournisseurs et grossistes locaux ou régionaux. Aussi la Métropole de Lyon a fait réaliser une étude permettant d'évaluer la capacité des filières et fabricants régionaux à satisfaire aux ambitions portées par la Métropole sur ses opérations. Cette étude doit permettre également de mettre en avant les leviers pouvant accélérer leur déploiement ou au contraire les freins pouvant empêcher une montée en puissance de ces acteurs.

Ce présent rapport présente les résultats de cette étude.

Version et Modification :

La première version de ce rapport a été publié en septembre 2022.

Une version mise à jour du rapport a été publié en octobre 2023 avec les ajouts et modifications suivantes :

- *Modification de la partie liée à la filière « Bois » : reprise des conclusions d'une étude menée par l'OPALE en 2022-2023, contexte de développement des bois techniques ;*
- *Modification de la partie liée à la filière « Paille » : reprise des conclusions d'une étude menée par Oïkos en 2022-2023 ;*
- *Ajout d'une partie sur des systèmes constructifs utilisant les bois techniques ;*
- *Ajout d'une partie mettant en perspective l'offre de formation disponible en région AURA ;*

Introduction

A l'échelle nationale puis à l'échelon régional, le développement et la mise sur le marché de produits biosourcés et géosourcés peut passer par différentes étapes très diverses et variées :

- Modernisation de techniques constructives vernaculaires,
- Développement d'une filière amont, productrice des matières premières biosourcées et géosourcées constituant les produits ;
- Recherche de nouveaux débouchés pour des déchets ou co-produits réalisée par exemple par des coopératives agricoles ;
- Recherche fondamentale pour obtenir des produits avec des caractéristiques spécifiques ;
- Recherche fondamentale pour avoir moins recours à des matières fossiles ;
- Innovation produit porté par des industriels ;
- Etc...

Pour cette étude, l'objectif principal était d'identifier le potentiel de développement des filières bas carbone sur le territoire élargi de la métropole de Lyon en considérant le caractère local des solutions proposées. Aussi, le choix a été fait de considérer deux entrées pour l'étude:

- Quelles sont les principales filières productrices de matières premières biosourcées et géosourcées développées au niveau régional ?
- Quelles sont les principaux produits fabriqués au niveau régional et d'où proviennent les matières premières ?

Ces deux approches combinées permettent d'avoir une vision assez exhaustive sur l'offre en matériaux bas carbone « locaux ».

Etat des lieux des filières biosourcées et géosourcées sur le territoire de la région AURA

I. La filière bois

**Cette partie sur la filière bois est plutôt résumée dans les grandes lignes sur la partie filière amont (exploitation forestière et première transformation) car en parallèle de notre étude un travail d'approfondissement est mené par l'OPALE¹ au sein de l'agence d'urbanisme de la métropole de Lyon.*

1.1 Présentation résumée

La forêt française est en expansion depuis les années 1850 (environ *2) aujourd'hui elle représente 16 millions d'hectares avec 2,5 milliards de m³ d'arbre sur pied et couvre 29% du territoire. Elle continue de croître d'environ 3 % en volume / an.

La filière bois est la filière biosourcée la plus développée, la plus structurée mais aussi la plus complexe. Derrière la filière bois on retrouve en effet de multiples étapes, de nombreux acteurs et des débouchés variés. Le filière bois se décompose de la manière suivante :

- La forêt : gestion et exploitation forestière, sylviculture plantation ;
- La transformation : Acheminement du bois vers les scieries et transformation en sciage, panneaux, bois énergie, pâte à papier
- La fabrication : A partir des bois sciés/transférés, fabrication de différents éléments de construction (charpente, menuiserie, parquets, etc.), d'emballage, de mobilier ou d'objets divers
- La mise en œuvre : mise en œuvre des produits fabriqués dans la construction, la rénovation ou pour l'agencement intérieur.

La diversité des acteurs de la filière bois permet de valoriser au mieux l'ensemble du bois, sous toutes ses formes : fibre, sciure, copeaux, sciages, produits à base de bois recomposés. Les différentes activités de transformation du bois sont parfois complémentaires, les produits connexes de production de certains pouvant être utilisés comme matière première par les autres.

L'enjeu majeur pour la filière bois aujourd'hui, notamment sur le secteur de la construction est d'arriver à transformer et valoriser le bois local issus des forêts françaises.

1.2 Présentation détaillée

1.2.1 La ressource :

Au niveau national :

La forêt française se caractérise par rapport aux autres pays européens par sa très grande diversité : 136 essences forestières dont une trentaine couramment exploitée pour valoriser le bois. Elle dispose d'une grande disponibilité des bois feuillus (2/3 du volume sur pied des forêts françaises). Elle est le premier producteur européen de chêne, de hêtre et de peuplier. Elle offre également une large gamme

¹ Filière Bois-construction - Diagnostic et enjeux – OPALE (Observatoire partenarial lyonnais en économie)

de bois précieux (merisier, érable, frêne). Cependant depuis plusieurs années, la récolte de bois d'œuvre de feuillus a diminué de plus de 50 % en liaison avec la réduction de la demande du marché au profit de la récolte de bois d'œuvre de résineux qui a elle augmenté de près de 50 % pour répondre au marché de la construction. Les pins maritime et sylvestre, le sapin, l'épicéa commun et le douglas sont les essences les plus couramment utilisées.

La forêt française est essentiellement privée (74 %), avec 3,8 millions de propriétaires, dont 200 000 possèdent plus de 10 ha (représentant 68 % des surfaces). Les forêts publiques, de l'Etat (10 %) ou des collectivités territoriales (16 %), sont gérées par l'Office national des forêts, établissement public à caractère industriel et commercial. Toutes les forêts publiques et les forêts privées au-dessus de 10 à 25 ha selon les régions doivent présenter un document de gestion approuvé par l'Etat. Cela doit permettre de produire du bois d'œuvre de qualité, dans le cadre d'une gestion durable.

Les activités de la filière bois représentent plus de 200 000 emplois salariés. Si l'on ajoute les artisans et les entreprises du bâtiment qui utilisent cette matière première, la filière bois, avec son activité de commercialisation, emploie près de 450 000 personnes. Beaucoup de ces emplois se situent en zone rurale.

Au niveau régional :

La filière bois au niveau de la Région Auvergne Rhône alpes se caractérise par un important couvert forestier (37% de la région) et une présence plus importante de résineux qu'au niveau national : 290 millions de m3 de résineux pour 238 millions de m3 de feuillus:



De plus au niveau de la région , environ 20% de la forêt est publique et est gérée par l'ONF.

Cependant 2/3 des forêts de la région sont situées en zone de montagne ce qui fait qu'en réalité 56% des volumes disponibles sont difficiles voir très difficiles à exploiter.

Le département du Rhône où est situé la métropole de Lyon est un des plus petits départements français en termes de surface boisée mais c'est aussi un des départements les plus productifs. La forêt publique représente 3% des boisements et c'est le Conseil Départemental du Rhône qui est le premier propriétaire (1750 Ha). Quelques communes possèdent une forêt communale.

- 53% des surfaces de forêts sont feuillues. Ce sont des parcelles peu travaillées qui fournissent un peu de bois d'œuvre et beaucoup de bois de chauffage.
- 40% des forêts sont résineuses et produisent l'essentiel du bois récolté pour la filière.



Le Beaujolais concentre 95% des résineux du département avec un taux de boisement moyen de 33% du territoire. Certaines communes du Haut Beaujolais peuvent atteindre un taux de boisement de 75%. C'est un massif reconnu pour la production de Douglas de haute qualité pour la construction.

Actuellement, les forêts du Rhône produisent 600 000m3 de bois par an. On en récolte environ 430 000 m3 :

- 350 000 m3 de bois d'œuvre (construction, emballage)
- 45 000 m3 de bois industrie (panneaux, papier)
- 35 000 m3 de bois énergie (bûche, plaquette forestière)

La forte production/récolte de bois d'œuvre est peu valorisée localement. Seulement 20% de la récolte est sciée localement.

Une étude récente² réalisée par l'OPALE a mis en avant plus particulièrement les enjeux au niveau du carré métropolitain :

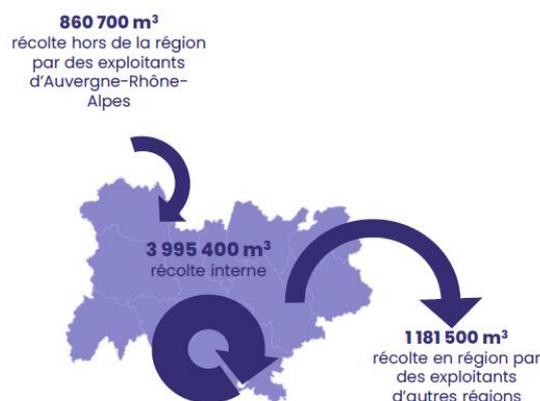


Figure 1 : Territoire d'étude : Carré Métropolitain

² Filière Bois-construction , Diagnostic et enjeux - OPALE – Urba Lyon – Mars 2023

L'étude a ainsi montré que 29% du carré et couvert par de la forêt dont 60% de feuillus et 27% de conifères. Or le mélange de feuillus est peu exploité régionalement alors que la demande est forte sur le douglas et le sapin (exporté hors UE). De plus l'étude a mis en avant la complexité de la collecte liée à la part importante de forêt privé et donc au morcellement de la propriété forestière.

Au niveau de la récolte et du sciage , 5 176 900 m³ de bois sont récoltés et exploités en région et hors région chaque année :



Les territoires Ain, Isère, Loire et Rhône représentent 1/3 de la récolte régionale dont 71% est destiné à devenir du Bois d'œuvre (dont 91% de résineux). Ces territoires représentent également 41% de la production régionale des sciages.

Une centaine de scieries sont présentes dans le carré métropolitain avec une majorité d'unités de petite taille notamment dans le Rhône mais aussi des leaders français dotés d'unités industrielles dans l'Ain.

Sur ces territoires la balance commerciale est excédentaire pour le bois brut avec peu d'importations mais des exportations importantes vers la Chine et l'Italie.

En revanche concernant les bois sciés et rabotés , les soldes commerciaux varient selon les départements, déficitaire pour le Rhône avec des importations importantes en provenance de Pologne, Belgique et Italie, excédentaire pour l'Ain avec des exportations vers les Pays Bas et l'Allemagne.

Enfin concernant les panneaux, parquets et éléments de menuiserie et de charpente, l'étude met en avant un déficit commercial important avec des importations en provenance d'Italie Belgique et Allemagne ou encore des pays de l'est (Lituanie, Lettonie) pour l'Ain.

1.2.2 Les marchés, les applications, les produits :

En fonction de son utilisation, en intérieur ou en extérieur, chaque essence a une durée de vie plus ou moins importante. Elle dépend de son exposition aux agents climatiques mais également de sa durabilité naturelle (résistance naturelle aux attaques de champignons et d'insectes xylophages.)

Pour la région Auvergne Rhône Alpes, se référer au guide [bois-d-ici-2021.pdf \(fibois-aura.org\)](#) et au nouveau site internet : [Produits - Bois d'ici \(boisdici.org\)](#) qui contiennent l'ensemble des informations sur les classes d'emploi des essences de bois présentes sur le territoire et les produits disponibles avec ces essences.

Les principaux produits que l'on retrouve sur le marché de la construction issus du bois sont les suivants :



Bois massif séché et raboté
(Ossature des murs...)



Bois contre-collé / Profils Duo, Trio *(Solivage...)*



Bois lamellé-collé
(Poteaux, poutres...)



Panneaux de bois contre-collé
(Murs porteurs, planchers...)



Lamibois
(Contreventement murs, Assemblages...)



Panneaux d'OSB
(Planchers, murs...)



Produits fibrés
(Isolation des murs, âmes (MDF – HDF))



Menuiseries
(Ouvrants)



Bardage bois
(Revêtement extérieur)



Parquets bois
(Revêtement de sol)



Lambris
(Revêtement intérieur)



Mobilier
(Aménagement intérieur)



Produits fibrés
(Isolation des murs, âmes (MDF – HDF))



Menuiseries
(Ouvrants)



Bardage bois
(Revêtement extérieur)



Parquets bois
(Revêtement de sol)

Les principales essences utilisées en région AURA sont les suivantes :

Utilisation - Essence	Bardage/ Vêture	Structure	Parquet/ Lambris	Aménagement extérieur	Menuiseries extérieures	Menuiseries intérieures	Agencement intérieur
Epicéa	x	x	x	x	x		
Sapin		x	x			x	x
Hêtre	x	x	x				x
Chêne	x	x	x	x	x		x
Châtaignier	x	x	x	x	x		x
Frêne	x		x				x
Pin sylvestre	x		x				x
Douglas	x	x	x	x	x		x
Mélèze	x	x	x		x		x

1.2.3 Les acteurs et la dynamique de filière :

La filière forêt bois est représenté par de multiples acteurs :

- Au niveau des régions, les associations FIBOIS représente l'interprofession et réunissent en collège l'ensemble des familles de professionnels de la filière bois à l'échelle du territoire. Elles se déclinent à un échelon régional : FIBOIS AURA mais aussi à un échelon départemental, FIBOIS 69 .

Au niveau National plusieurs associations, centres techniques, instances représentent et portent les voix de la filière bois et de la construction bois, sans exhaustivité nous pouvons citer :

- L'ONF : office national des forêts, est l'organe de gestion des forêts publiques.
- L'institut technologique FCBA : Centre technique industriel, le FCBA a pour mission de promouvoir le progrès technique, de participer à l'amélioration du rendement et à la garantie de la qualité dans l'industrie du bois et de l'ameublement
- Le CODIFAB : Comité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois , il accompagne le développement des entreprises de la filière par la mise en place d'actions collectives

1.2.4 Freins identifiés pour le développement de la filière au niveau local

- Beaucoup d'entreprises de première et seconde transformation ont le souhait d'augmenter leur capacité de production mais le recrutement peut parfois être problématique car il y a beaucoup d'entreprises rurales éloignées des communes.
- Les bois arrivant à maturité aujourd'hui sont souvent des monocultures (par exemple Douglas) nécessitant des coupes rases/ coupes de récoltes, un important travail de communication est réalisé par l'interprofession du bois pour l'acceptabilité de ces coupes (pédagogie importante mis en place à travers des documentaires « vis ma vis de bucheron »).
- Le réchauffement climatique entraîne des changements d'essences cultivées : maintenant il devient difficile de planter du sapin ou de l'épicéa en dessous de 900 m. Les essences méridionales commencent à être mise en culture en région Auvergne Rhône Alpes.
- L'augmentation des besoins dans la construction est à anticiper par la filière aval (MO, MOE, etc.), la récolte ne peut plus se faire du jour au lendemain. Il faut réapprendre à attendre le bois, et à commander le bois pour son chantier en avance (minimum 1 mois avant voir plus).

1.2.5 FOCUS sur le développement des bois techniques en Auvergne-Rhône-Alpes :

Depuis quelques années, les entreprises de la région Auvergne-Rhône-Alpes réalisent des produits bois de plus en plus techniques pour répondre à tous les usages et notamment pour permettre d'aller vers de plus grandes portées et de plus grandes hauteurs de bâtiments.

On distingue ainsi 4 familles de bois techniques :

- Les panneaux structurels
- Le BMA : Bois massif abouté
- Le BMR : Bois massif reconstitué
- Le BLC : Bois lamellé collé

Afin de mieux comprendre ce qui différencie ces différents bois techniques des détails sur leur principales caractéristiques et modes de fabrication sont présentés dans la partie 2 du présent rapport « [Identification et description des principales familles de produits à l'échelle de la région AURA](#) _____ Erreur ! Signet non défini.»

Le développement de ces bois technique et notamment celle des panneaux structurels en Bois Lamellé Croisé (communément appelé CLT en raison de son abréviation anglaise pour Cross Laminated Timber) pose question. En effet, portée par la croissance de la construction bois et le développement de projet de grande envergure (Immeuble de grande hauteur en bois par exemple), la production des bois techniques ne cesse d'augmenter.

Si pour les BMA, BMR, et BLC, les fabricants français sont nombreux et répartis sur le territoire . En revanche pour les panneaux structurels CLT, l'industrialisation est majoritairement menée par les pays germaniques. Une poignée d'industriels français en produit également mais aucun n'est situé en Auvergne Rhône Alpes.

En France on peut citer Piveteau Bois³ dont l'usine de production est située en Vendée, Mathis⁴ situé en Alsace, Tanguy SA⁵ en Bretagne). La construction d'une usine de CLT nécessite des investissements et un approvisionnement en bois conséquent. Ainsi la demande doit être forte pour rentabiliser l'investissement, ce qui explique qu'encore peu d'industriel soit présent en France car les projets y sont peu nombreux.

A titre d'exemple Piveteau produit environ 40 000 m³ de CLT par an (capacité de production actuelle maximale de 60 000 m³/an avec des investissements d'ores et déjà prévu pour augmenter les capacités de production). Il faut récolter environ 100 000 m³⁶ de bois sur pied afin de produire 40 000 m³ de CLT, soit l'équivalent⁷ de 600 ha de forêt (cela représente moins de 1% de l'accroissement annuel de la forêt française⁸). Cette quantité de CLT permet d'envisager la construction de 28 tours de grande hauteur (exemple de la Tour Hypérion à Bordeaux avec ses 17 étages réalisés en CLT : [Tour en bois Hypérion \(eiffageconstruction.com\)](http://eiffageconstruction.com)).

Par ailleurs, aujourd'hui, comme dans la majorité de la construction bois, la fabrication des bois technique mobilise l'utilisation massive de résineux (pin, sapin , douglas en Europe et épinette en Amérique du Nord) et assez peu le feuillus. En Europe le E-HIA (European Hardwoods Innovation Alliance) piloté par le FCBA doit permettre de mieux coordonner les efforts en matière de recherche sur l'utilisation des feuillus dans la construction. En regroupant des acteurs de la recherche européens et des partenaires industriels il s'agit de consolider les connaissances scientifiques actuelles dans une base de données destinée à générer de nouvelles applications pour les feuillus. Cette initiative couvre tous les domaines d'application déjà établis pour les résineux, soit 16 domaines explorés allant des constructions intelligentes au thème «bois feuillus et société», en passant par l'utilisation des feuillus en façades, l'aménagement intérieur, l'ameublement, les produits dérivés bois, les nouveaux matériaux et fibres, la chimie verte, les produits domestiques, la mobilité, les utilisations «intelligentes» des feuillus hors filière bois, les ressources, la mobilisation de la biomasse, les stratégies d'aménagement forestier, la sylviculture et les marchés.

Si les bois techniques tels que les BMR, BMA, BLC permettent d'optimiser les sections de bois, tout en améliorant la résistance mécanique et permettent donc d'augmenter par exemple les portées réalisées en système constructif bois. Les panneaux structurels en CLT en revanche interrogent la frugalité en matière, car les quantités de bois embarquées sont importantes en comparaison d'une structure en bois massif de type poteaux-poutres. Le CLT semble donc plutôt adapté pour des projets d'envergure ou sa très bonne résistance mécanique permettra de répondre aux contraintes techniques (immeuble de grande hauteur, réalisation de planchers, etc.). Pour des immeubles de faible hauteur c'est une solution plutôt écartée vis-à-vis de ce point qui entraîne un surcoût. Par ailleurs si avec l'utilisation d'un panneau structurel type CLT en plancher, la hauteur sous plancher est optimisée (peu ou pas de retombées de poutres). En revanche il y a une perte de flexibilité pour l'aménagement des étages du

³ [Piveteaubois, fabricant de solutions bois depuis 73 ans | Piveteaubois](#)

⁴ [Composants et Systèmes de construction bois \(mathis.eu\)](#)

⁵ [Tot'm - Solution CLT bois local | Tanguy](#)

⁶ La production de CLT ne génère pas 60 000 m³ de déchets bois mais de nombreux co-produits réutilisés par Piveteau ou ses partenaires pour la production d'autres produits ou encore en biomasse énergie .

⁷ Selon la fédération nationale du bois le volume moyen de bois sur pied est de 166 m³/ha : [Chiffres Clés - Fédération Nationale du Bois \(fnbois.com\)](#)

⁸ [La forêt française en chiffres - France Bois Forêt \(franceboisforet.fr\)](#)

fait de la présence des voiles (non-réversibilité contrairement par exemple à une ossature poteaux-poutres en bois).

Enfin la technique du CLT est récente et donc non encore rentrée dans le domaine traditionnelle (contrairement aux techniques des MOB et FOB par exemple qui possèdent toutes deux un DTU). Elle est couverte par une norme produit NF EN 16351 en revanche pour l'aptitude à l'usage il faut se référer à des référentiels techniques, de type avis techniques⁹, propres aux fabricants.

1.2.6 Liens utiles :

- Au niveau régional : Fibois AURA :
 - o Chiffre clés de la filière forêt-bois : [Tous les chiffres clés de la filière bois en Auvergne-Rhône-Alpes \(fibois-aura.org\)](https://www.fibois-aura.org/)
 - o Chiffres clés de la filière bois construction : [Tous les chiffres clés de la construction bois en Auvergne-Rhône-Alpes \(fibois-aura.org\)](https://www.fibois-aura.org/)
 - o Guide bois d'ici : [Guide "Bois d'ici" : Produits des entreprises d'Auvergne Rhône Alpes](#)
 - o Fibois 69 : [Fibois 69 - La filière bois Rhône](#)
 - o Centre technique CERIBOIS : [Laboratoire d'Essais, Expertise bois, Formation Menuiserie | CERIBOIS](#)
- Au niveau national :
 - o Comité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois : [CODIFAB - Soutenir les industries de l'ameublement et du bois](#)
 - o Centre technique industriel, le FCBA a pour mission de promouvoir le progrès technique, de participer à l'amélioration du rendement et à la garantie de la qualité dans l'industrie du bois et de l'ameublement : [Institut Technologique FCBA](#)
 - o [Office national des forêts \(onf.fr\)](#)
- Autres ressources :
 - o Avis d'expert Karibati : [201119-Avis-dexpert-Filière-Bois-Française-v2.pdf \(karibati.fr\)](#)

II. La filière paille

1.3 Présentation résumée

La paille est utilisée depuis très longtemps en mélange avec de la terre (le torchis). Ce n'est qu'à partir de 1850 que la botteleuse permet l'emploi de bottes de paille dans la construction (un premier bâtiment en paille porteuse voit le jour au Nebraska en 1886). En France, l'utilisation de bottes de paille dans la construction débute après la première guerre mondiale. Le développement de la construction paille

⁹ [clt - Rechercher - CSTB Évaluation](#)

telle qu'on la connaît aujourd'hui a commencé dans les années 80, associée à une ossature bois ou à une structure maçonnée.

Aujourd'hui, la construction paille est une technique constructive à part entière avec une estimation proche de 5000 bâtiments construits en France et environ 500 nouveaux bâtiments construits chaque année. La paille est utilisée dans tous les types d'édifices : ERP, bâtiments d'habitation, bâtiments tertiaires, bâtiments d'enseignements, ...

Les systèmes préfabriqués ossature bois isolant paille sont des solutions constructives complètes fabriquées en atelier ou en usine (pour les solutions les plus industrialisées). Le degré d'intégration des composantes (menuiseries, parements, fixations, réseaux...) peut être plus ou moins poussé.

1.4 Présentation détaillée

1.4.1 La ressource :

La paille utilisée pour la construction est de la paille issue de la culture du blé. C'est le seul type de paille visé par les règles professionnelles de la construction en Paille permettant son assurabilité. Au niveau de la similitude des caractéristiques on sait qu'il serait possible d'utiliser d'autres types de paille pour la construction par exemple la paille d'épeautre ou encore la paille d'orge (largement disponible avec le développement de l'orge brassicole).

Au niveau national :

La paille de blé est largement disponible en France avec 11,8 MT de paille exportée du champs (source France AgriMer/RFCP, moyenne 2018-2020).

Il existe en revanche de fortes disparités de disponibilités entre régions (climat, topographie, ratio culture/élevage, taux de valorisation agronomique, ...).

On estime au niveau national que 70% de la paille disponible suffirait à couvrir tous les besoins en isolation du bâtiment en France. Par ailleurs la paille est fortement utilisée dans une logique locale , pour 90% des chantiers l'approvisionnement se fait à moins de 50 km.

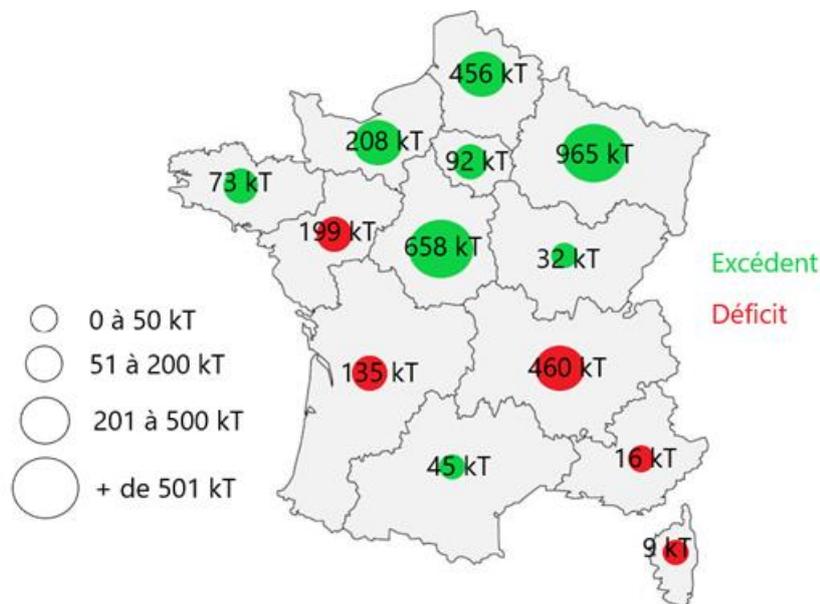


Figure 2 : Disponibilité nationale en Paille (étude Oikos 2022-2023)

La disponibilité en bottes de paille pour la construction au niveau national et régional dépend également d'autres facteurs :

- Concurrences entre usages de la paille, la paille est notamment utilisée pour ces différents autres usages dont certains sont prioritaires par rapport à l'utilisation de la paille dans la construction :
 - Elevage (fourrage et litière) : utilisation principale
 - Méthanisation : faibles proportions utilisées
 - Retour au sol : faibles proportions utilisées
- Disponibilité en petits bottes de pailles ;

En Auvergne Rhône Alpes :

En 2019 : 1,2 Millions de Tonnes de paille de blé ont été récolté en Auvergne Rhône Alpes. Pourtant la région s'est retrouvée en déficit de paille (-500 000 tonnes). Dans ce cas-là la paille a été importée des régions voisine notamment de Bourgogne-Franche Comté (2 Millions de tonnes de paille de blé récolté en 2019) ou Centre Val de Loire. Ce déficit peut s'expliquer notamment par le fait que certains agriculteurs enfouissent leur paille plutôt que de la valoriser (par exemple car l'utilisation dans la construction n'est pas connue), les ressources en paille se trouvant sur le marché sont donc plus faibles que les ressources effectivement produites et les acteurs locaux se tournent alors vers des régions voisines pour obtenir de la paille.

En 2020, l'année a été jugé mauvaise pour les surfaces cultivées (contraintes climatiques au moment du semis et de la récolte).

En 2022, une importation d'environ 460 kT de paille en AuRA a été nécessaire.

Au niveau régional la filière travaille donc sur un maillage territorial afin de sécuriser la ressource et notamment d'essayer de capter la ressource en paille non valorisée aujourd'hui. Il pourrait s'agir de mettre en place une plateforme en capacité de stocker différentes tailles de bottes de pailles et pouvant les refaçonner selon les besoins des projets.

1.4.2 Les marchés, les applications, les produits :

La construction paille est une technique constructive à part entière on retrouve les principales applications suivantes en construction :

Applications couvertes par les règles professionnelles :

- **Paille mise en œuvre sur chantier au sein d'une ossature bois** : Les règles professionnelles - CP 2012 - constituent le cadre de référence pour l'utilisation du matériau paille comme remplissage isolant et support d'enduit. Elles couvrent les ERP, bâtiment d'habitation y compris logements collectifs, locaux commerciaux, lieux de **travail, bâtiments**



agricoles dont le dernier plancher est inférieur à 8 m.

- **Caisson bois préfabriqué isolé en bottes de pailles** : Dans ce cas les caissons sont fabriqués en



atelier ou en usine (pour les solutions les plus industrialisées) et assemblés sur chantier. Dans le détail, les configurations des solutions constructives peuvent être variées (paille en âme et voile travaillant intérieur ou extérieur, doublage intérieur ou extérieur). S'ils respectent les conditions décrites dans les documents, les caissons préfabriqués peuvent rentrer dans le

cadre des règles professionnelles et sont donc assurables.

Application en cours d'ajout dans les règles professionnelles :

- **Paille utilisée comme Isolation thermique par l'extérieur** : cette technique en développement

actuellement n'est pas visée par les règles professionnelles. Elle est principalement utilisée sur des projets de rénovation ou l'on vient appliquer la paille par l'extérieur sur un support sain.



Autres développements liés à l'utilisation de la paille dans la construction :

- **Paille Porteuse** : La construction par murs porteurs en paille est aussi connue sous le nom de « technique du Nebraska ». Les murs sont constitués de bottes de paille empilées en quinconce, comprimées entre les lisses de la fondation et les pannes sablières. Ce sont les bottes de paille qui portent la charpente et l'ossature du bâtiment construit. Il s'agit du seul système constructif composé d'un matériau à la fois isolant et porteur. L'association [Nebraska](#), implantée en Isère, est aujourd'hui identifiée comme experte du sujet, et représente le système constructif au sein du RFCP.

Les performances thermiques, acoustiques, et de résistance à la vapeur d'eau, sont les mêmes que celles de la construction paille traditionnelle. Les performances environnementales seront vérifiées par la réalisation d'une FDES, projet en cours au sein de l'association Nebraska et du RFCP.

(Un ERP en paille porteuse a été construit au sein de la métropole à Villeurbanne¹⁰).

- **Insufflation de Paille Hachée** : Le principe de ce système constructif repose sur les mêmes bases que les autres isolants en vrac, biosourcés ou non. Il s'agit de déverser, de souffler ou d'insuffler la paille hachée en vrac dans des caissons de bois.

¹⁰ [Nebraska construit un bâtiment en paille porteuse à Villeurbanne - Journal du Bâtiment et des TP \(journal-du-btp.com\)](#)

L'insufflation en caisson est réalisée jusqu'à une densité de 105 à 115 kg/m³ afin de limiter le tassement de la matière. La mise en œuvre peut être réalisée sur chantier ou en préfabrication en atelier. Les performances thermiques, acoustiques, et de résistance à la vapeur d'eau, sont comparables à celles de la construction paille traditionnelle mais doivent être certifiées par des essais qui sont en cours. Les performances environnementales doivent aussi être vérifiées et une FDES est en cours de réalisation. [Plus d'infos techniques](#)

1.4.3 Les acteurs et la dynamique de filière :

L'association « **Réseau Français de la construction en Paille** » créé en 2006 est née de la volonté des premiers acteurs à promouvoir et faire reconnaître l'usage de la paille dans le bâtiment.

En 2011, le RFCP porte et valide les premières Règles Professionnelles de la construction en paille. Les Règles Pro CP2012 validée par la C2P (commission prévention produit de la4AQC) font ainsi partie du domaine traditionnel et des techniques courantes de construction, au même titre que les DTU.

Le RFCP est aussi garant de la formation professionnelle « Pro-Paille » dispensée dans toute la France ; et met en place un réseau d'Experts afin de répondre à la demande de sécurisation du marché liée à sa forte croissance.

Il regroupe aujourd'hui plus de 800 adhérents intervenant aux différentes étapes de l'acte de construire :

- Constructeurs
- Artisans
- Agence d'architecture
- Bureaux d'études
- Formateurs
- Centres de formation
- Associations de développement
- Maîtres d'ouvrage
- Collectivités

L'association se réunit une fois par an lors des rencontres nationales de la construction en Paille. Elle met à disposition sur son site internet de nombreuses ressources afin de faciliter l'essor de la construction en paille en France

Le **Centre National de la Construction Paille** (CNCP-Feuillette) est une association créée en 2013 dont l'objectif initial est la sauvegarde du patrimoine architectural de la maison Feuillette et de son hangar. En effet situé à Montargis, la maison Feuillette est le plus ancien bâtiment en ossature bois et remplissage en paille connu à ce jour France construite en 1920.

Les objectifs du CNCP-Feuillette sont aujourd'hui multiples :

- préserver la maison Feuillette et ses dépendances ;
- promouvoir et valoriser le matériau « paille » ;
- démontrer la pertinence et la durabilité de la construction paille ;
- mettre en place des actions de formation ;

- valoriser la recherche et de développement dans la construction de bâtiments écologiques ;
- encourager l'écoconstruction, participer aux actions en faveur de la sobriété énergétique ;
- favoriser le développement économique, écologique et social ;
- travailler en partenariat avec les autres acteurs œuvrant dans le domaine de l'écologie.

Enfin depuis 2013 le RFCP a engagé une démarche de régionalisation de ces actions. Ainsi localement des associations contribue à la structuration de la filière et de ses acteurs. En Auvergne Rhône Alpes, l'action de structuration régionale est portée par l'association Oïkos. Les pistes de travail évoquées au niveau régional sont les suivantes :

- Développer l'AMO pour plus de projets intégrant la paille ;
- Mener une réflexion pour la sécurisation des approvisionnements (plateforme de redimensionnement des bottes de paille) ;
- Développer la technique paille hachée (aTex¹¹ : en se référant à ce qui a déjà été réalisé dans d'autres régions) ;
- Développer l'utilisation de la botte de paille d'épaisseur 22cm pour les projets de rénovation ou de type projet d'habitats collectifs avec faible emprise au sol.

1.4.4 Freins identifiés pour le développement de la filière au niveau local

Les freins identifiés pour le développement de la filière au niveau de la région sont les suivants :

- Disponibilité locale en bottes de paille variant annuellement avec des risques de tensions : nécessité d'organisation entre les acteurs pour définir les priorités d'usage et organiser un stockage afin de sécuriser l'approvisionnement.

Au niveau national :

- La paille étant un matériau brut issu du champ, sa mise en œuvre ne génère pas de plus-value sur le matériau permettant de développer la filière ;
- Par ailleurs des acteurs émergent et profitent de tout le REX de la filière sans adhérer ou reverser des arrhes au RFCP : ex-lycée de Clermont Ferrand ;

1.4.5 Liens utiles :

Quelques sites internet utiles sur la paille au niveau national et en Auvergne Rhône-Alpes :

- [Réseau français de la construction paille | RFCP](#)
- [CNCP | Centre National de la Construction Paille \(cncp-feuillette.fr\)](#)
- [Accueil | Construction paille : réseau de la région Auvergne-Rhône-Alpes](#)

¹¹ Appréciation technique Expérimentale

III. La filière chanvre

2.1 Présentation résumée

Présentant des intérêts agronomiques certains, la filière chanvre propose 2 co-produits sur le marché du bâtiment et plus particulièrement de l'isolation : la fibre pour les isolants et la chènevotte pour la réalisation de bétons biosourcés. Pour répondre à une demande croissante, les surfaces de culture de chanvre en France sont passées de 10 000 Ha en 2015 à presque 19 000 Ha en 2018¹².

La particularité du chanvre est liée à :

- La manière dont il est cultivé : venant en rotation de « grandes cultures » il ne prend pas des surfaces dédiées à des cultures alimentaires et vient améliorer la qualité des sols (bonne tête d'assolement).
- Sa facilité de pousse : il nécessite peu d'engrais et pas de produit phytosanitaire, il a besoin également de peu d'eau pour sa croissance, il peut donc être cultivé facilement dans différentes régions.
- Ses multiples débouchés : véritable source de revenus supplémentaires pour l'agriculteur, le chanvre peut être entièrement valorisé (voir présentation détaillée).

En Région Auvergne Rhône-Alpes, la culture du chanvre ne représente pas d'importantes surfaces (une cinquantaine d'hectares). Toutefois, il existe différents acteurs de la chaîne de valeur pouvant jouer un rôle dans le développement d'une filière chanvre et qui pour certains mènent actuellement des réflexions pour se positionner sur cette filière. Il s'agit là d'un cadre plutôt favorable au développement d'une filière chanvre à l'échelle régionale

2.2 Présentation détaillée

**Cette partie est une mise à jour issue du rapport sur les opportunités de développement de la filière chanvre remis à la DREAL Auvergne Rhône Alpes en 2021. Elle est plus détaillée que les parties sur les autres filières car elle issue d'un long travail de réflexion menée avec les acteurs de la filière chanvre sur le territoire national et régional.*

2.2.1 La ressource :

Le chanvre est une plante cultivée en France en grande quantité jusqu'à la fin du XIXe siècle : à partir des filasses de chanvre brut étaient fabriqués différents produits dérivés : ficelles, cordelettes, cordes, toiles, bâches, voiles, linge de maison, ...¹³ Concurrencé dans son usage textile (coton, jute puis nylon notamment) et dans l'industrie papetière par le bois, le chanvre décline rapidement au début du XX^{ème} siècle. En France, par exemple, 176 000 hectares sont cultivés en 1840. En 1939, la superficie cultivée n'est plus que de 3 400 hectares¹⁴.

¹² Sources AGRESTE

¹³ Source : <http://lesusinesnouvelles.com/histoire-de-la-filature/>

¹⁴ Source : <https://www.nuntisunya.com/histoire-chanvre/>

La France reste malgré tout le premier cultivateur de chanvre d'Europe : 17 900 hectares de chanvre ont été cultivés en 2019, soit 31% de la surface totale européenne de chanvre (58 196 hectares)¹⁵. Ce chiffre est en hausse depuis plusieurs années. Au niveau mondial, environ 275 300 ha de chanvre ont été cultivés en 2019.

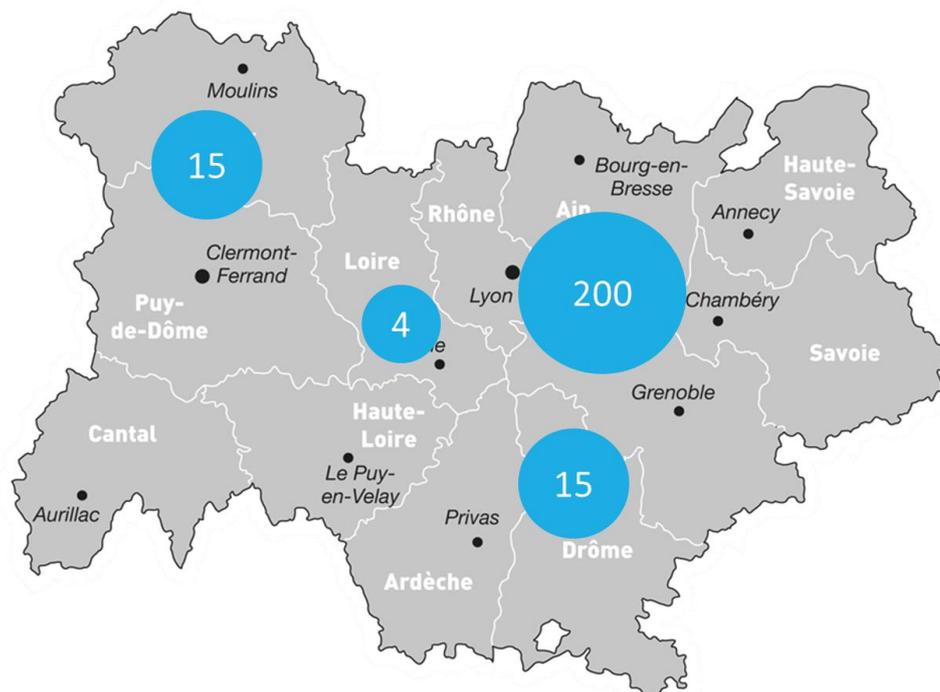
Aujourd'hui, si la filière chanvre textile disparu il y a quelques années tente de renaître, le chanvre connaît un renouveau progressif grâce à une diversification des différents coproduits issus de la plante.

Il existe actuellement 5 principaux bassins de production « industrielle » :

- La Chanvrière (Aube)
- Eurochanvre (Haute-Saône)
- CAVAC Biomatériaux (Vendée)
- Planète Chanvre (Seine-et-Marne)
- Agrochanvre (Manche).

La Région Auvergne Rhône Alpes produit peu de chanvre, et historiquement il n'y a jamais eu de chanvrière industrielle implantée sur le territoire, la plus proche étant celle d'Eurochanvre à Grey (Franche-Comté).

Source : Karibati : Etude DREAL AuRA 2022



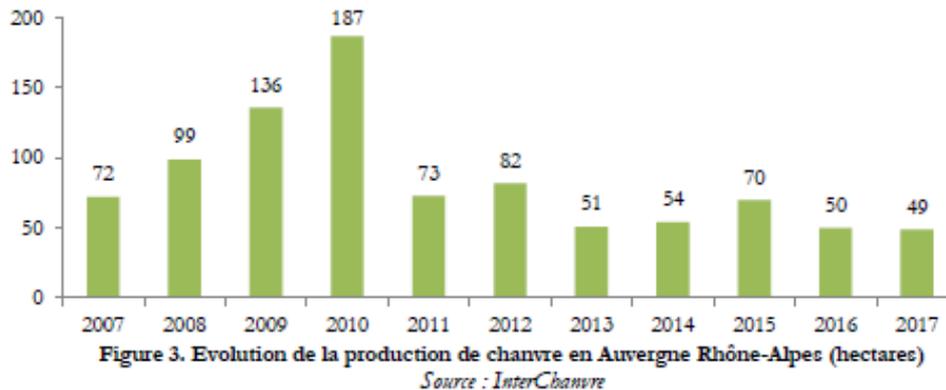
En Auvergne : l'association Chanvriers d'Auvergne regroupe des agriculteurs qui cultivent du chanvre et mutualisent la récolte, la transformation et le défibrage, mais leurs surfaces ne sont pas recensées par

¹⁵ Source : Interchanvre, 2019

Agreste. Leur moyen de transformation (trommel) a subi un incendie récemment (2019 ou 2020). Les surfaces indiquées ci-dessus sont celles déclarées par les agriculteurs pour l'année 2022.

Dans la Drôme, Drôme Chanvre a une production stable depuis 2012, l'exploitant réalise le séchage, le broyage, le stockage et la commercialisation du chanvre (surface de 15 ha soit 30 tonnes environ). D'autres acteurs indépendants sont également présents sur le territoire.

En Isère : jusqu'en 2010, environ 120 ha étaient cultivés sur le département, mais la production a chuté rapidement, et stagne à quelques ha depuis 2012.



Un acteur indépendant est aussi identifié dans la Loire avec quelques hectares cultivés.

Au total ce sont donc un peu moins de 50 ha de chanvre qui étaient cultivés en 2021 en région Auvergne Rhône Alpes. Mais La Maison François Cholat portant le projet Pépites concernant le développement d'une filière chanvre industrielle en Région Auvergne-Rhône-Alpes (principalement en Isère, Ain, Rhône) a déjà mise en culture de 200 Ha en 2022, et prévoit 600 Ha en 2023 puis 1200 Ha en 2024 (seuil de rentabilité de l'outil de transformation).

2.2.2 Les marchés, les applications, les produits :

La filière du chanvre textile bien que constituant un patrimoine historique français ancien, s'est malheureusement effondré au XXème siècle, lors du développement du coton et des fibres synthétiques (notamment le polyester issu de l'industrie pétrochimique). Quelques acteurs tentent de faire renaître cette filière dans le sud-ouest de la France et en région Auvergne Rhône Alpes. Toutefois le chanvre qui serait cultivé pour cet usage ne pourrait pas trouver d'autres débouchés sur le marché du bâtiment (plante différente pour avoir des fibres longues, moment de récolte différent, machine de 1er transformation différente, etc...).

La culture du chanvre est intéressante notamment car c'est une plante aux multiples débouchés :

- La graine, appelée « chènevis », peut être utilisée directement en alimentation humaine ou être pressée pour obtenir l'huile de chanvre. Encore peu répandue, l'huile de chanvre trouve tout de même des débouchés en alimentation, car riche d'un point de vue nutritif, mais également en cosmétique.
- L'utilisation des fibres de chanvre en Europe concerne la fabrication de papier spécial (principalement du papier à cigarette), et plus récemment, le bâtiment, en tant que laine d'isolation, sous forme de panneaux semi-rigides ou soufflés dans un coffrage. Par ailleurs, les fibres de chanvre ont aujourd'hui un réel potentiel d'application dans le secteur de la plasturgie.
- La chènevotte (le bois de la tige de chanvre) est principalement utilisée aujourd'hui en paillage horticole ou comme litière animale, mais aussi dans le bâtiment. De plus en plus utilisée pour fabriquer des bétons de chanvre utilisés pour l'isolation ou comme mur de parement, la chènevotte peut aussi être utilisée comme isolant en vrac.

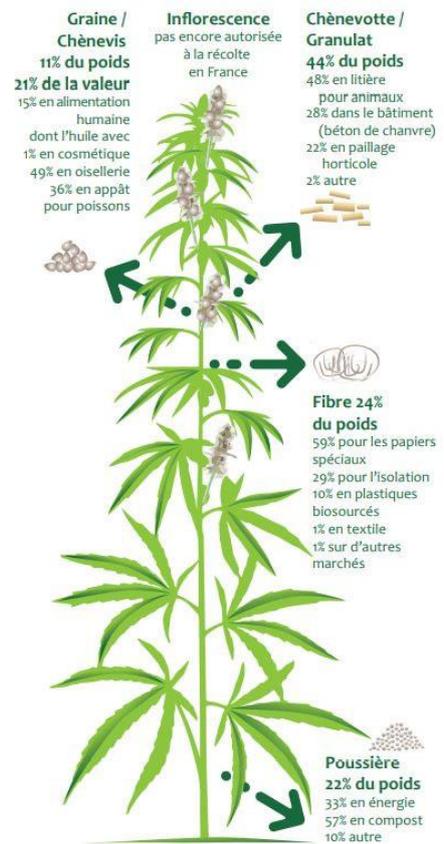


Schéma : synthèse des débouchés du chanvre en France

Les trois coproduits de la culture du chanvre principalement valorisés sur le marché du bâtiment sont : la chènevotte, la fibre ; et la poussière :



Multiple produits valorisables issus du chanvre

2.2.2.1 La chènevotte

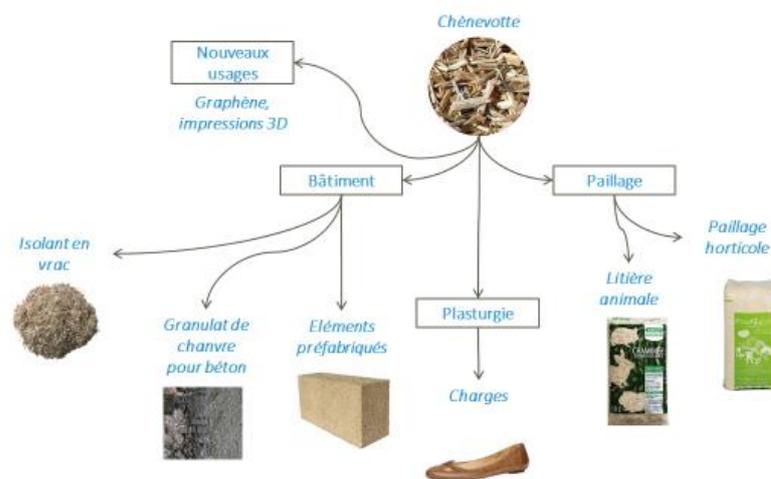
La chènevotte constitue le cœur de la tige de chanvre. C'est un matériau léger, qui se présente sous forme de petits copeaux une fois la paille défibrée. La chènevotte est constituée de micropores qui lui confèrent sa légèreté, mais aussi une capacité d'isolation et d'absorption de l'eau.

Dans le secteur du bâtiment, elle sert de composant de base aux bétons de chanvre, ou d'isolant vrac.

Les bétons de chanvre sont un conglomérat d'un liant (chaux formulé), de chènevotte et d'eau. Ils peuvent être mis en œuvre sur chantier (mise en œuvre manuelle ou mécanique) ou bien préfabriqués (blocs de petites dimensions ; panneaux de grandes dimensions). C'est un matériau jouant le rôle d'isolation répartie mais il n'a pas de rôle structurant (seulement autoportant) lui permettant de se substituer à un béton de ciment conventionnel.

Des règles professionnelles portant sur la construction en béton de chanvre existent depuis 2012 et couvrent en partie les techniques constructives décrites ci-dessus. La labellisation des chènevottes (label « granulat chanvre » porté par Construire en Chanvre) est une étape essentielle pour une filière naissante afin de bénéficier de l'assurabilité offerte par les Règles Professionnelles. Il s'agit d'une démarche de contrôle qualité mise en place au sein des structures de défibrage.

La chènevotte



Près de 37 700 tonnes de chènevotte sont produits au niveau national. Cette quantité est principalement valorisée dans 3 marchés :

- Litière animale – 18 000 tonnes ;
- Paillage horticole – 8 000 tonnes ;
- Granulat pour béton de chanvre (bâtiment) – 9 000 tonnes¹⁶ : pour donner une équivalence, cela permettrait la construction de 2700 maisons de 100 m² en béton de chanvre.

Les autres marchés, comme la plasturgie ou l'isolation en vrac, absorbent de plus petites quantités.

¹⁶ Source : Fibre Recherche et Développement, 2020

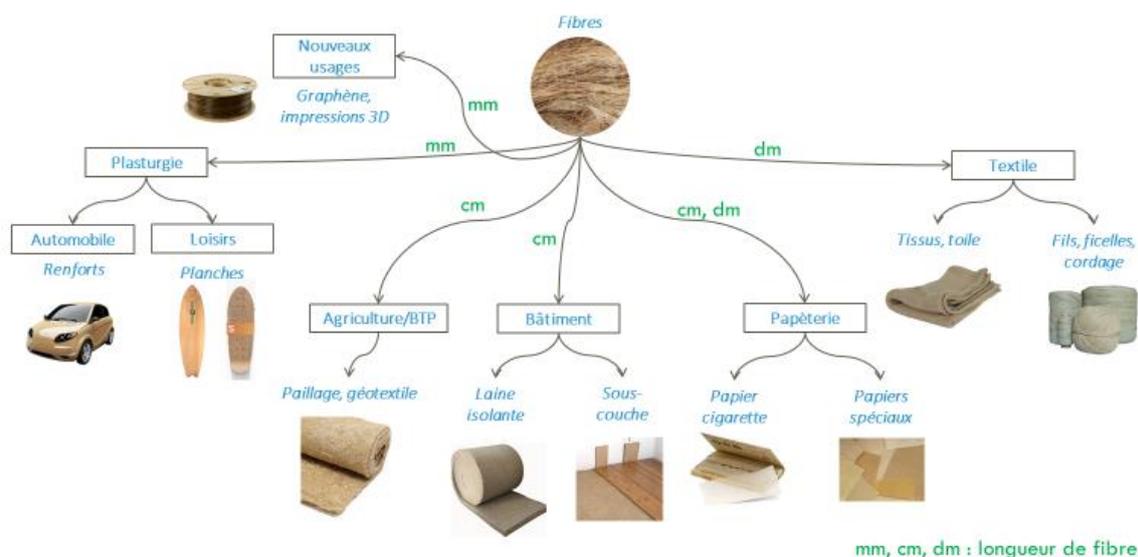
2.2.2.2 La fibre

La fibre de chanvre, issue du défilage de la tige et de sa séparation de la chènevotte, peut présenter des degrés de « pureté » très variables. Si la présence de chènevotte ne gêne pas, voire accentue les qualités de la fibre dans certaines utilisations, elle obère toute possibilité d'insertion dans certains marchés très exigeants tels que l'isolant en panneaux/rouleaux, la plasturgie ou le textile traditionnel. Un process industriel est alors nécessaire, le niveau de performances artisanal ne suffisant plus.

Le marché du bâtiment est le deuxième secteur de débouché de la fibre. Sur ce marché, deux voies de valorisation existent :

- Les fibres sont assemblées (cardage, nappage, etc.) pour aboutir à des feutres ou des matelas isolants. Pour des produits « industriels », la qualité de fibre exigée est importante : fibre pure, avec quasi-absence de chènevotte et de poussière, longueur moyenne ;
- Les fibres sont vendues en vrac, sans transformation supplémentaire. Ce sont les chanvrières « artisanales » qui commercialisent une fibre plus brute, présentant encore des particules de chènevotte. Ce produit s'adresse pour l'instant davantage aux particuliers.

La fibre



Le principal produit commercialisé est le panneau (ou rouleau) semi-rigide en fibre de chanvre. Il présente l'avantage d'une mise en œuvre similaire à celle des laines minérales, tout en apportant une capacité thermique massive supérieure. Cependant, le process de fabrication nécessite des fibres de polyester, qui dégradent le bilan environnemental du produit. Il n'existe pour le moment pas de fabricants de panneaux à base de fibres de chanvre en région AURA.



La quantité de fibre destinés au marché pour le bâtiment est, de 5000 à 7000 tonnes, soit environ 2 millions de m² d'isolant (de 100 mm d'épaisseur).

2.2.2.3 La poussière de chanvre

La poussière de chanvre, appelée « fines », considérée comme un déchet issu de l'opération de défibrage (séparation de la fibre et de la chènevotte), si elle est valorisée par les chanvrières, trouve principalement des applications comme apport organique dans les terreaux, ou comme combustible pour des chaudières.

Cependant on peut également retrouver quelques applications sur le marché du bâtiment avec la poussière de chanvre :

- Chape sèche en granulés agglomérés de poussière de chanvre¹⁷ et lin ;
- Matériau composite pour decking ou bardage à base de poussière de chanvre ;

2.2.2.4 Conditions d'accès au marché

Comme pour tout produit de construction, les produits de construction à base de chanvre doivent s'inscrire dans les cadres normatifs et réglementaires du secteur de la construction. Ils sont différents en fonction du produit.

Pour les bétons de chanvre, les produits doivent s'inscrire dans le cadre des « Règles professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre ». Ce qui implique que d'une part la chènevotte soit labellisée (qu'il y ait un suivi de certaines caractéristiques de la chènevotte) et que les couples liant-chènevotte soient validés (résistance mécanique minimale à atteindre en fonction des applications).

Pour les isolants à base de fibres de chanvre, ils doivent faire l'objet d'une démarche d'atex ou d'avis technique afin que leurs aptitudes à l'usage soient validées.

Sous ces conditions, bétons de chanvre et isolants à base de fibres de chanvre seront considérés comme technique courante et donc assurables en décennale pour les entreprises qui vont les mettre en œuvre.

2.2.3 Les acteurs et la dynamique de filière :

Au niveau national, trois associations de représentations portent la voix des acteurs de la filière chanvre :

- Interchanvre
- Construire en Chanvre
- Chanvriers en circuits courts

Au niveau régional la filière est portée par différents acteurs de l'amont agricole :

- Drôme Chanvre : groupement d'agriculteurs mutualisant la récolte, la transformation et la vente : granulats pour béton et fibres pour isolation. Une vingtaine d'hectares
- Chanvre d'Auvergne : groupement d'agriculteurs mutualisant la récolte, la transformation et la vente ; en cours d'investissement dans un nouveau outil de transformation semi-industriel (chènevotte et fibre en vrac)=> objectif moyen terme : 60 Ha (capacité long terme 500 Ha) ;
- Maison François Cholat : mise en place d'une chanvrière industrielle (outil de défibrage). Capacité de + 1000 Ha.
- Oxyane : Projet et réflexion en cours concernant le développement d'une filière chanvre

¹⁷ [Isolation sol sous chape en granulés végétaux : BIOFIB'CHAPE - Biofib'Isolation](#)

Mais aussi par des fabricants de liants/ ciments axant leur nouveau développement sur l'innovation avec les bétons biosourcés :

- Vicat
- Lafarge
- Parex
- BCB

Les acteurs de la deuxième transformation (fabricants de produits de construction divers) sont également bien implantés au niveau régional et pourrait nécessiter des coproduits issus de la culture du chanvre :

- Préfabrication de blocs : ChanvRA (chanvre provenant d'autres Régions : Bourgogne-Franche-Comté)
- Enduits isolants : Parex (chanvre de la Chanvrière de L'Aube)
- Des isolants semi-rigides (mais qui produisent d'autres isolants aujourd'hui) : FBT, Isonat, Buitex.
- Des éléments préfabriqués grande dimension
- Des produits composites (bardage, lame de terrasse)

On retrouve enfin plusieurs entreprises de mise en œuvre qui se sont spécialisées sur l'application de ces produits notamment bétons de chanvre projetés.

2.2.4 Freins identifiés pour le développement de la filière au niveau local

Aujourd'hui, en Auvergne Rhône-Alpes le développement d'une filière chanvre ou de filières chanvre nécessite de répondre aux enjeux suivants :

- De préciser une offre produit construite, notamment à destination du bâtiment.
- De s'inscrire dans le cadre normatif du secteur du bâtiment (règles professionnelles, Atex, Avis technique...)
- Pour certains acteurs, passer à une échelle plus industrielle
- Créer et susciter la demande locale

2.2.5 Liens utiles :

- [PEPITES, la nouvelle filière chanvre en Auvergne-Rhône-Alpes | François CHOLAT \(francois-cholat.fr\)](https://www.pepites.fr/)
- [Construire en chanvre - Construire En Chanvre \(construire-en-chanvre.fr\)](https://www.construire-en-chanvre.fr/)
- [Interchanvre - InterChanvre](https://www.interchanvre.fr/)
- www.chanvriersencircuitscourts.org

IV. La filière Terre Crue

3.1 Présentation résumée

La terre est un des matériaux de constructions les plus anciens. On retrouve des traces d'adobes – maçonnerie de briques de terre crue – dans ce qui serait probablement la plus vieille ville de l'humanité: Jericho, dont les bâtiments les plus anciens datent du néolithique, aux alentours de -9000 avant J.C. Les exemples historiques de constructions en terre crue sont ensuite présents sur tous les continents : De l'Égypte avec l'Oumm el Qaab, à la Chine avec une partie de sa Grande Muraille mais aussi ses habitats fortifiés circulaires (Chuxi tulou), en passant par l'Irak avec le Ziggurat d'Ur, sans citer les sites plus connus que sont la Mosquée de Djenné au Mali et la ville de Shibam au Yémen .

Les systèmes constructifs retrouvés dans ces bâtiments sont principalement les adobes et le pisé (mur monolithique de terre compactée entre banche). Mais d'autres systèmes constructifs sont présents historiquement et plus récemment en Europe. La bauge, mur monolithique de terre armée de fibre disposé à l'état plastique, est particulièrement présent dans le Sud de l'Angleterre, dans le bassin Rennais et en Normandie. C'est dans cette même région que l'on retrouve particulièrement le torchis, où la terre armée de fibres sert de remplissage entre montants de bois.

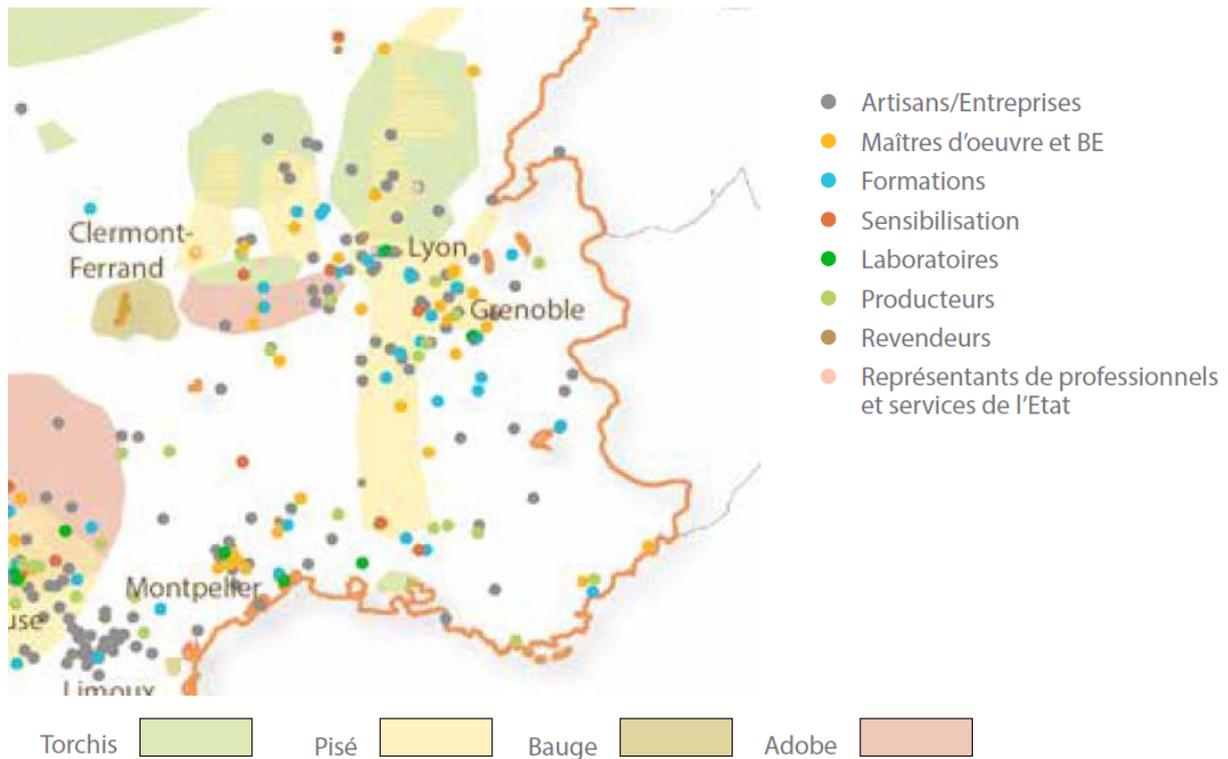
3.2 Présentation détaillée

3.2.1 La ressource :

La filière Terre crue, contrairement aux autres filières présentées dans ce rapport est principalement liée aux techniques constructives (pisé, enduits, BTC...), plutôt qu'à la ressource terre en elle-même. En effet la terre est a priori un matériau abondant et disponible partout. Cependant les différentes techniques constructives en terre crue nécessitent des terres aux caractéristiques différentes. Au principal on notera qu'un des éléments, entre autres, évalués lors de la caractérisation des terres est la teneur en argile. L'argile étant un liant naturel. Selon donc la caractérisation de la terre disponible et sa teneur en argile, telle ou telle technique sera privilégiée.

La densité de la terre crue est élevée et lui confère de précieuses qualités d'inertie thermique : stockage de la chaleur, amortissement et restitution lente permettent d'apporter du confort en été. Les murs en terre régulent également l'hygrométrie de l'air intérieur grâce à leur perméabilité à la vapeur d'eau, et constituent un bon isolant phonique. Enfin c'est un matériau qui résiste fort bien à l'usure du temps s'il est bien protégé de la pluie.

En Auvergne Rhône Alpes et particulièrement dans la Métropole de Lyon , la technique principalement utilisée est le Pisé due notamment à une présence importante sur le territoire d'une terre adaptée au pisé puis à un savoir-faire qui s'est perpétué régionalement :



Source : Thèse « La filière terre crue en France, Enjeux, Freins et Perspectives », Elvire Leylavergne

3.2.2 Les marchés, les applications, les produits :

Chaque technique constructive nécessite des qualités et des dosages particuliers pour chacun des constituants : argile, sable, fibres végétales, graviers... La terre que l'on souhaite utilisée doit donc être suffisamment caractérisée afin de savoir si elle peut répondre au cahier des charges pour la technique constructive visée. Les applications principales développées en France sont les suivantes :

Pour la réalisation de murs porteurs :

- **Adobes** : briques en terre moulées ou façonnées à la main , et laissées séchées à l'air libre une fois démoulées. Les adobes, une fois secs, sont maçonnés à l'aide d'un mortier composé de la même terre. Aujourd'hui, cette technique simple permet à la fois une approche pédagogique du matériau terre, puisqu'elle nécessite très peu de matériel, et à la fois de (re)construire facilement des habitats dans des zones sensibles. C'est une des plus anciennes techniques constructives en terre crue que l'on retrouve sur de nombreux continents



- **Pisé** : Cette technique fait partie de celles que l'on retrouve dans de nombreux lieux reconnus comme patrimoine historique. On peut citer notamment plusieurs quartiers de la ville de Lyon dont presque l'ensemble des bâtiments sont en pisé. Le pisé est une technique de mise en œuvre de terre crue qui consiste à mettre en place une terre humide par couches de hauteur régulière dans un coffrage rigide et stable, puis à réaliser un compactage dynamique régulier, ou damage, exercé à l'aide d'un outil manuel ou mécanique. Aujourd'hui, ce procédé fait partie des techniques de construction terre crue les plus utilisées, notamment parce qu'elle a pu être facilement mécanisée.



- **Brique de terre comprimée** : La brique de terre comprimée est une technique relativement récente. Cette technique de construction a donc bénéficié d'un développement lié à l'ingénierie et l'architecture moderne. La fabrication est réalisée par une compression en machine. Les BTC, une fois secs, sont maçonnés à l'aide d'un mortier ayant la même formulation que les briques.



- **Béton de terre** : Le béton de terre, ou terre coulée, correspond aux résultats d'essais de recherches scientifiques dont le but est de remplacer ou diminuer l'utilisation de ciment et de granulats de carrière pour les remplacer par la terre crue. Il s'agit donc principalement d'utiliser les connaissances développées autour du béton de ciment et de les appliquer au matériau terre crue.



- **Bauge** : La bauge est un mélange de terre et de fibres végétales (par exemple paille) à l'état plastique. Le mélange est empilé puis les surfaces verticales des murs sont dressées par découpe après un court temps de séchage, alors que le matériau n'est pas trop dur. La construction en bauge est une technique ancienne, répandue sur plusieurs continents. En France, on en rencontre des vestiges en Bretagne et en Normandie.



Pour du remplissage de structure :

- **Torchis** : Les torchis permettent de remplir ou de garnir les intervalles d'un pan de bois ou d'une structure. Cette technique représente une part importante du patrimoine mondiale en terre crue, mais elle n'est plus complètement adaptée aux exigences de confort actuelles. En effet, ses performances thermiques sont faibles (chiffre + source) vis-à-vis d'une utilisation en climat froid à tempéré, et l'on ne peut considérer le matériau comme isolant. En revanche, la technique a d'autres avantages (inertie, élasticité, régulation hygrothermique et acoustique).



- **Terre allégée** : La terre allégée, c'est premièrement un mélange de terre et d'eau appelé barbotine, qui est ensuite mélangé à des fibres ou particules végétales comme par exemple des chènevottes. Cette technique peut être considérée comme l'évolution du torchis, puisqu'il s'agit d'une technique non porteuse et qui a pour but d'apporter une isolation thermique du bâtiment. Nous pouvons aussi indiquer qu'elle a évolué conjointement avec ce qui est appelé aujourd'hui béton de chanvre. Dans ce dernier, le liant des particules n'est pas la terre mais la chaux. Ici, l'utilisation de la terre crue permet donc une réduction de l'impact environnemental, et permet l'utilisation de matériaux locaux. Différentes méthodes de mise en œuvre du terre-chanvre existent aujourd'hui, tout comme le chaux-chanvre, le terre-chanvre peut :

- o Être mélangé au moyen d'une bétonnière puis placé et compacté manuellement entre deux parois ;
- o Être préfabriqué sous forme de briques puis maçonné à l'aide d'un mortier de terre ;
- o Être projeté mécaniquement à l'aide d'une projeteuse.



En revêtement/ finition :

- **Enduits de terre crue** : Il est possible d'utiliser la terre crue comme élément de finition d'une paroi. On peut considérer l'utilisation de la terre crue en enduit comme faisant partie des techniques les plus anciennes. Aussi, on constate une évolution de cette utilisation de la terre puisqu'aujourd'hui, de nombreuses techniques différentes permettent de mettre en œuvre la terre crue en enduit. Ces méthodes d'application de l'enduit et de ses différentes couches divergent en fonction des artisans. Il est possible de voir des enduits projetés, mais de manière générale, la couche de finition sera réalisée manuellement.



3.2.3 Les acteurs et la dynamique de filière :

Au niveau national la filière terre crue est représentée par l'AsTERRE : Association nationale des professionnels de la terre crue . L'Association nationale des professionnels de la Terre crue fédère les acteurs et actrices de la construction en terre crue en France et en Europe. Elle regroupe des artisans et des chefs d'entreprises, des producteurs de matériaux, des architectes, des ingénieurs, et des organismes de formation professionnelle. Elle accueille aussi des représentants d'organismes régionaux, des collectivités locales ou d'autres associations développant des activités dans le domaine de l'architecture de terre (valorisation des patrimoines nationaux, l'architecture contemporaine, la recherche sur les matériaux et les techniques...).

En région Auvergne Rhône Alpes, un maillage de ressources matérielles et immatérielles et déjà bien en place grâce à la présence d'acteurs comme :

- CRAterre : Centre international de la construction en terre, œuvre à la reconnaissance du matériau terre afin de répondre aux défis liés à l'environnement, à la diversité culturelle et à la lutte contre la pauvreté. Association et Laboratoire de recherche de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, elle rassemble chercheurs, professionnels et enseignants, et travaille avec de nombreux partenaires, ce qui permet d'établir des liens créatifs entre recherche, actions de terrain, formation et diffusion des connaissances.
- amàco : L'association accompagne les professionnels et futurs professionnels de la construction, de l'architecture et du design dans la conception et la réalisation de projets transformant les matières naturelles disponibles localement en matériaux de construction. amàco accompagne également le développement de filières de production de matériaux en terre crue et en fibres végétales dans les territoires.
- Tera (Terre Crue Rhône Alpes) : L'association regroupe des professionnel-le-s régionaux de la construction en terre crue, (maçons, artisans, architectes, ingénieurs, thermiciens, économistes). Tout en s'inscrivant dans le respect des normes, des principes de l'écoconstruction et des besoins des usagers, les objectifs de cette association sont de :
 - o structurer la filière terre crue régionalement ;
 - o fédérer les acteurs, promouvoir les savoir-faire ;
 - o donner une bonne visibilité des interlocuteurs compétents auprès du public et des institutions
 - o promouvoir le matériau ;
 - o établir et valoriser les bonnes pratiques de restauration du pisé ;
 - o contribuer au développement de la construction en terre crue.

3.2.4 Freins identifiés pour le développement de la filière au niveau local

- Les techniques constructives utilisant la terre crue sont majoritairement hors champ des techniques courantes (à l'exception de BTC mais hors AuRA) mais disposant des « guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue » depuis 2019. Publication issue d'un long

travail de rédaction initié en 2015 par un collectif d'association et de professionnels de la terre crue.

- Il n'existe pas d'observatoire de la construction en terre, il y a donc peu de visibilité sur ce qui est construit en terre actuellement : nombre de bâtiments, typologie, coût, etc...
- Enjeu important sur la ressource : où récupérer une terre caractérisée pour des besoins importants ? Dans la métropole de Lyon , la possibilité serait de récupérer la terre des déblais de chantier.
- La mise en œuvre demande plus de temps que pour les autres matériaux, d'où un coût de main d'œuvre élevé ou un prix de sortie pour les produits préfabriqués élevés.
- Important besoin de formation des professionnels

3.2.5 Liens utiles :

Site internet des professionnels cités :

- AsTerre : [La terre, un matériau de construction - Association AsTerre](#)
- CRAterre : [CRAterre : Accueil](#)
- amàco : [Accueil - amàco \(amaco.org\)](#)
- TERA : [L'association - TERA \(terre-crue-rhone-alpes.org\)](#)

Thèse :

- La filière terre crue en France, Enjeux, Freins et Perspectives, Elvire Leylavergne : [Elvireleylavergne la filière terre crue en france, enjeux, contraintes et perspectives mémoire dsa by el - Issuu](#)
- Theo Vincelas. Caractérisation d'éco-matériaux terre-chaux en prenant en compte la variabilité des ressources disponibles localement. Matériaux. Université de Bretagne Sud, 2019. Français. ffNNT : 2019LORIS538ff. fftel-02569445

V. La filière Pierre

3.3 Présentation résumée

En Région Auvergne Rhône Alpes les ressources en pierre naturelle sont exploitées depuis l'Antiquité. Les massifs calcaires jurassiques et créacés donnent des roches dures et très compactes utilisables dans différentes applications et domaines d'usages :

- Aménagements urbains et paysagers,
- Pierre massive de construction,
- Pierre de taille pour la rénovation de patrimoine,

- Revêtements de sol et parement
- Funéraire...

Les acteurs de la filière, du carrier jusqu'au maître d'œuvre, en passant par les transformateurs, les tailleurs de pierre et poseurs sont réunis au sein d'une association : RhonApi. Cette association compte aujourd'hui environ 70 adhérents actifs sur l'ensemble de la filière.

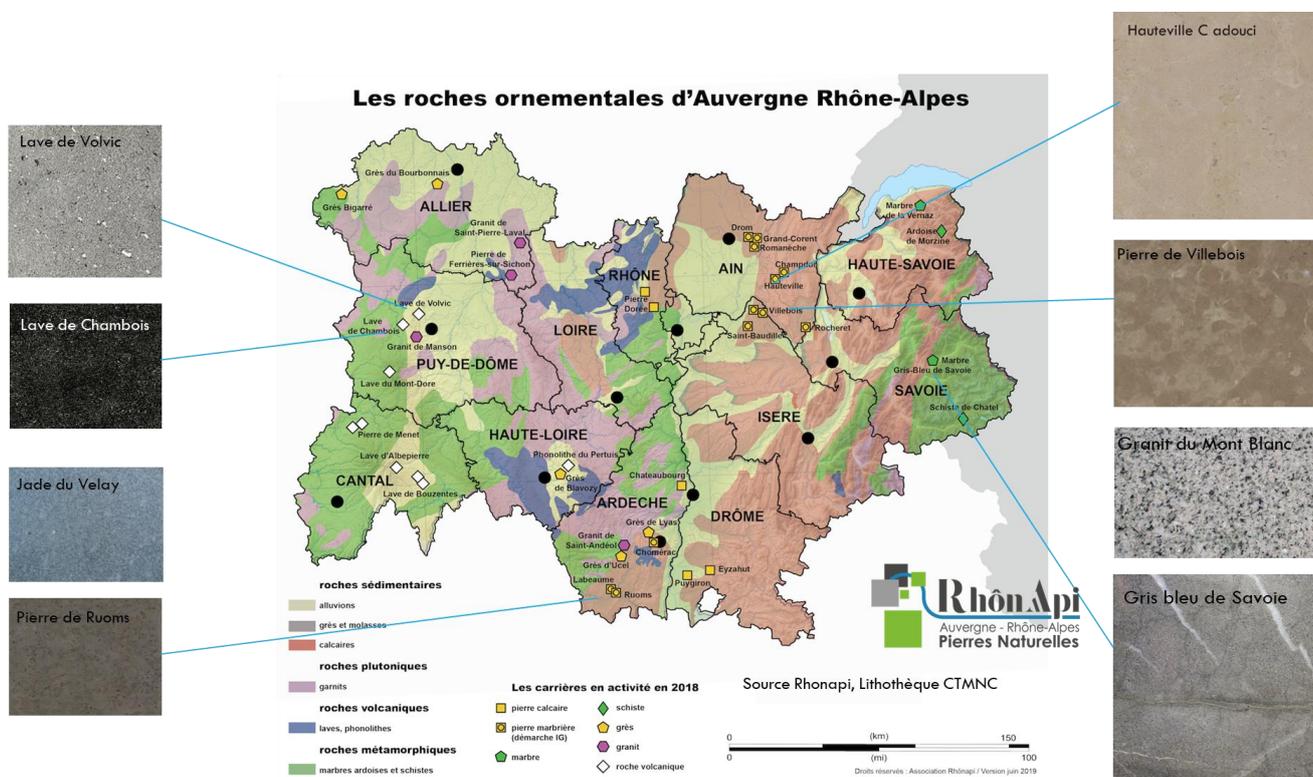
En synthèse, RhonApi fournit les chiffres suivants pour la filière en Région :

- **50 carrières en activité** (6% des carrières françaises)
- Plus de **20 000 m³** de pierres extraites chaque année
- La **1^{ère} région** de production de pierre marbrière
- Plus de **500 entreprises** sur la région
- Plus de **100 millions d'euros** de chiffre d'affaires

3.4 Présentation détaillée

3.4.1 La ressource :

En termes de ressources, la Région Auvergne Rhône Alpes dispose d'une diversité de type de pierre : pierre calcaire, pierre marbrière, pierre volcanique, granit, schiste et grès avec des spécificités locales, lié à l'histoire géologique du territoire. La carte ci-dessous, montre la répartition de cette ressource en Région, l'aspect de ces différentes pierres et la localisation des carrières en activité (source RhonApi).



Par ailleurs, une lithothèque accessible en ligne permet d'avoir des informations techniques : masse volumique apparente, porosité, usure du disque, résistance à la compression, gélivité... Cette lithothèque a été réalisée par le CTMNC (Centre Technique des Matériaux Naturels de Construction) et est disponible sur le site de RhonApi : <https://rhonapi.org/>



Depuis 2019, les pierres marbrières de Rhône-Alpes disposent d'une Indication Géographique, permettant ainsi de valoriser, la qualité des produits, leur caractère local et les savoirs faire associés. Les pierres concernées sont exploitées dans les départements de l'Ain, de l'Ardèche et de l'Isère.

3.4.2 Les marchés, les applications, les produits :

La diversité de la ressource permet une diversité d'applications, parmi les principaux marchés et produits, on peut citer :

- **Les aménagements urbains** avec différents produits : revêtement de sol, mobilier, murets (pierre sèche), comme le montrent ces quelques exemples ci-dessous (source RhônApi)



Jardin Ardèche : pierre de Ruoms



Caladé en galets et bandeau périphérique en pierre de Chandoré

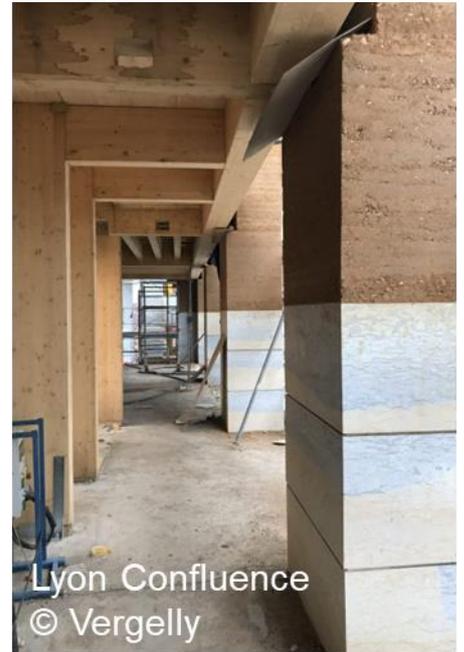


Place des Jacobins : pierre de Villebois



Place des Jacobins : pierre de Villebois

- La construction en pierre massive : piliers, moellons...



Lyon Confluence
© Vergelly

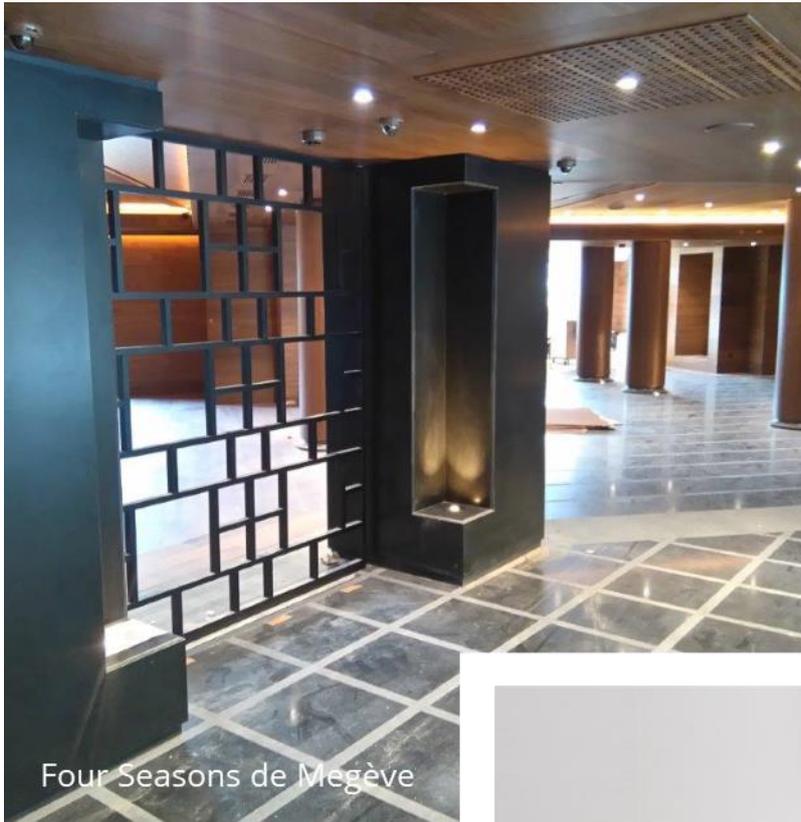


Auberge communale à Dareizé
Architecte : Elisabeth Polzella

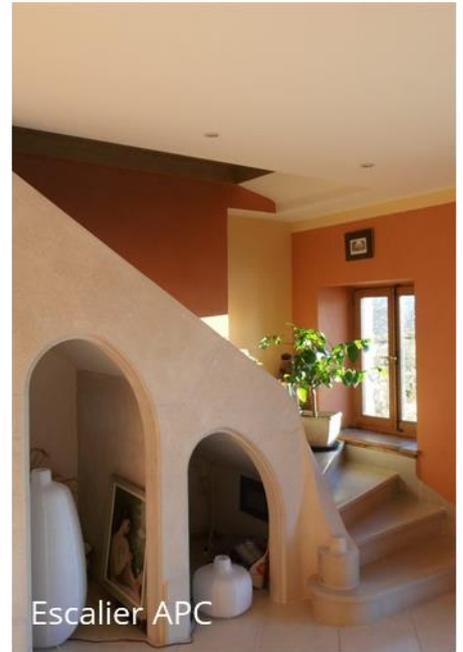


Halle de Lamure-sur-Azergues 69
Architecte : Elisabeth Polzella
Pierre massive de Villebois

- Les aménagements intérieurs, avec des produits de revêtement de sol, des escaliers, des parements ou encore du mobilier.



Four Seasons de Megève



Escalier APC

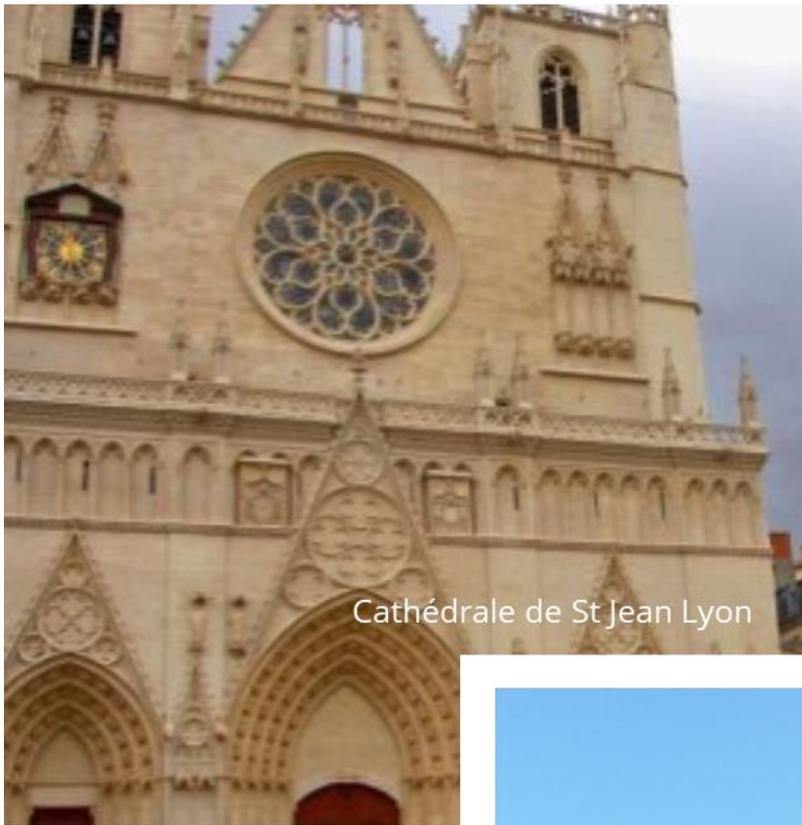


charlize plateau en marbre
Design : Gomet Granit

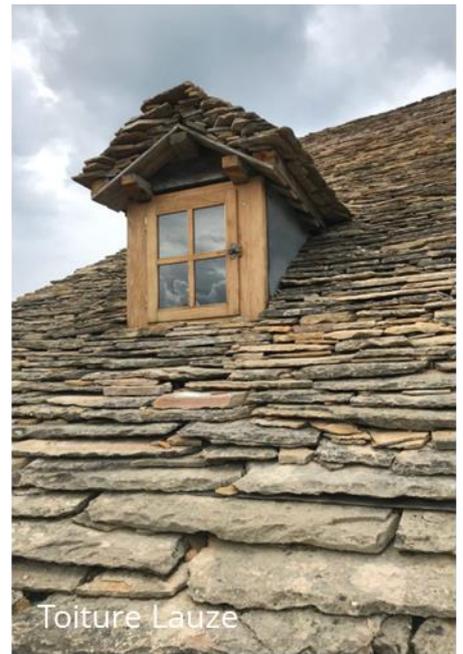


Vasque en Lamellé Roches®

La restauration du patrimoine, avec des produits de toiture (lauzes) ou encore de la pierre de taille.



Cathédrale de St Jean Lyon



Toiture Lauze



Annecy Palais de L Isle



Château des Montlaur Aubenas 07

A ces différents marchés de la construction, restauration et voirie, il convient de rajouter le marché du funéraire.

3.4.3 Les acteurs et la dynamique de filière :

L'association RhônApi, créé en 2015, fédère l'ensemble des acteurs de la filière pierre en Auvergne Rhône Alpes. Elle compte, plus d'une soixantaine d'adhérents intervenant sur l'ensemble de la filière : de l'extraction de la ressource (carrières) à son utilisation (maitre d'ouvrage et maitre d'œuvre), en passant par les différentes étapes de transformation (façonnage, taille...). Ses principales missions sont les suivantes :

- Promouvoir l'utilisation de la pierre naturelle sous toutes ses formes,
- Valoriser les savoir-faire et les métiers de la pierre naturelle en AURA,
- Favoriser les matériaux français et régionaux

RhônApi publie une newsletter, organise des conférences, des visites de site, participe à des salons et anime un site internet dédié.

Concernant la formation, le CFA de Montalieu Vercieu en Isère forme environ 400 apprentis chaque année aux métiers de la pierre.

3.4.4 Liens utiles :

Quelques sites internet utiles sur la pierre en Auvergne Rhône-Alpes :

- <https://rhonapi.org/>
- <https://vivierpierremassifcentral.com/>
- <https://www.pierresnaturelles.org/>
- https://vivierpierremassifcentral.files.wordpress.com/2018/11/maceo_210x297_fiche_pierre_defbd.pdf
- http://www.ctmnc.fr/pages/cat_6.php

VI. Autres filières en développement

3.1 Granulats biosourcés pour béton

Les bétons biosourcés sont constitués d'un granulats végétal et d'un liant minéral. Certains considèrent que ce type de bétons entrent dans la catégorie des bétons bas carbone (même si la définition de ces derniers n'est pas encore très clairement établie). Aujourd'hui les principaux bétons biosourcés sont les bétons de bois ou les bétons de chanvre, avec des acteurs dans ces deux catégories de produits présents en Région.

Il existe toutefois des réflexions en Auvergne Rhône Alpes, menées par des acteurs de l'amont agricole tel que la coopérative Oxyane, des acteurs des liants pour béton tel que Vicat, Parex et des acteurs de la préfabrication tel que Alkern qui travaillent sur des développements concernant l'utilisation de granulats végétaux (autre que du chanvre ou du bois), pour la réalisation de bétons.

En effet, il existe aujourd'hui différentes ressources : paille de colza, tiges de tournesol, tiges de maïs qui ne sont pas ou peu valorisées et qui représentent une ressource non négligeable et disponible sur de nombreux territoires (pour information, le tournesol et le colza c'est environ 30 000 Ha pour chaque culture produit en Région). Par conséquent, les utiliser en granulats pour béton pourrait s'inscrire dans une logique de filière locale.

Les grands enjeux de développement de ces filières, c'est la chaîne logistique qui reste à mettre en place, le tri et la calibration des granulats pour qu'ils puissent être utilisés pour faire des bétons, la caractérisation de ces bétons et leur intégration dans un cadre normatif. Le tout dans une contrainte économique pour être compétitif par rapport aux produits actuels du marché.

Par conséquent, les produits à base de bétons biosourcés réalisés avec ce type de granulats n'arriveront sur le marché par avant 4 à 5 ans.

Identification et description des principales familles de produits à l'échelle de la région AURA

I. Les produits et systèmes constructifs issus de la filière Bois

Les bois techniques

Le site [bois d'ici](#) distingue 4 familles de bois techniques que nous allons détailler ci-après :

- Les panneaux structurels
- Le BMA : Bois massif abouté
- Le BMR : Bois massif reconstitué
- Le BLC : Bois lamellé collé

1/ Les panneaux structurels

Dans les panneaux structurels on distingue :

- **Les CLT : contrecollé ou panneau contrecollé de structure :**

Description :

Le Cross Laminated Timber (CLT) est un panneau en bois massif composé de plusieurs plis (de 3 à 7 couches pour une épaisseur entre 6 et 30 cm). Il est obtenu par l'empilement perpendiculaire de ces différentes couches de planches de bois massif (aboutées ou non) assemblées entre elles par collage.

Des murs de CLT de 8 à 10 cm peuvent remplacer des murs en pierre de 20 cm. Étanche à l'air, mécaniquement très résistant, Le CLT peut être utilisé aussi bien en voile travaillant, mur, refend et dalle (plancher ou toiture).

Caractéristiques :

- Nombre de plis : de 3 à 7 plis
- Epaisseurs courantes : de 60 à 300 mm
- Dimensions : entre 1,2 m et 4,8 m de hauteur et jusqu'à 18 m de longueur.
- Humidité des bois : humidité de référence égale à 12%

Principaux avantages du CLT :

- **Etanchéité et Isolation thermique** : Le CLT est 15 fois plus isolant que le béton et sans effet "paroi froide". Il régule l'humidité de l'air ambiant et assure un climat intérieur agréable, avec une hygrométrie constante, été (isolation) comme hiver (accumulation de chaleur).
- **Isolation acoustique** : Grâce à la masse des murs, les constructions bois CLT offre une bonne isolation acoustique, protégeant aussi bien des bruits d'impacts que des bruits aériens.
- **Résistance au feu** : Les éléments en CLT sont classés REI 30 à 90 (durée de résistance au feu comprise entre 30 et 90 min selon l'épaisseur du panneau).

- **Résistance mécanique** : Le CLT étant constitué de couches de bois massif assemblées et collées à plis croisés, les contraintes auxquelles il est soumis, sont réparties dans deux directions perpendiculaires. Ceci confère aux panneaux une capacité portante et une résistance statique remarquables. Elles permettent, par exemple, de réaliser des structures en porte-à-faux ou ne reposant que sur un unique point d'appui.
 - **Résistance sismique** : La stabilité dimensionnelle et la rigidité des panneaux CLT confèrent à ce système constructif une très bonne résistance sismique.
- **MHM : panneau contre-cloué :**

Description :

Le MHM (Massiv Holz Mauer) est un panneau massif de bois lamellé-croisé dont l'assemblage est réalisé par clouage via des pointes annelés en aluminium.

Du fait de son système d'assemblage par clouage, le contre-cloué est moins résistant mécaniquement que le CLT ou que le lamellé collé (voir ci-après) et ne peut pas être utilisé, seul, en dalle (plancher ou toiture).

Caractéristiques :

- Nombre de plis : de 3 à 15 plis
- Épaisseurs : de 75 à 360 mm
- Dimensions : jusqu'à 2,95 ou 3,25 m de hauteur et jusqu'à 6 m de longueur.
- humidité des bois : humidité de référence égale à 12%

2/ BLC : Bois lamellé collé



Description :

Produit obtenu à partir de lamelles de bois massif abouté, encollées et empilées au fur et à mesure, puis collées. Ce procédé permet de réaliser des poteaux d'une grande stabilité et des poutres de très forte section pour franchir de grandes portées.

Les bois lamellé-collé doivent être conformes à la norme NF EN 14080. L'épaisseur des lamelles qui constitue le bois lamellé-collé est comprise entre 6 et 45 mm.

Caractéristiques :

- Largeurs : 100 à 260 mm
- Hauteurs : 225 à 630 mm
- Longueurs : 13 mètres ou 13,50 mètres (standard) jusqu'à 16 mètres (sur-mesure)
- résistances mécaniques courantes : GL 24 et GL 28
- humidité des bois : produit sec à 12% d'humidité

3/ BMA : Bois Massif abouté



Description :

Le bois massif abouté est un produit issu du sciage. Le processus de fabrication consiste à purger les singularités non admises pour la classe de résistance mécanique visée, à réaliser des entures multiples en bout de lames, puis à encoller les entures et abouter par pressage les pièces afin de reconstituer une pièce de grande longueur. Les bois massifs de structure à entures multiples doivent être conformes à la norme NF EN 15497.

Caractéristiques :

- Épaisseurs : 45 à 120 mm
- Largeurs : 80 à 240 mm
- Longueurs : 13 mètres (standard) jusqu'à 16 mètres (sur-mesure)
- Résistances mécaniques courantes : C 18 et C 24
- Humidité des bois : produit sec à 12% d'humidité

3/ BMR : Bois Massif reconstitué

Description :

Le processus de fabrication est similaire au processus pour réaliser un BMA, à la différence qu'on y ajoute une étape d'encollage et pressage des lames aboutées (2 ou 3 plis en général par BMR) afin d'obtenir la hauteur de pièce souhaitée. Les bois massifs reconstitués doivent être conformes à la norme NF EN 14080.

Ce produit est utilisé en remplacement des bois massifs de forte section, notamment en charpente, pour limiter les fentes, les déformations et augmenter les caractéristiques mécaniques. La différence majeure avec les bois lamellé-collé (cf. ci avant) réside dans l'épaisseur des lames qui sont strictement supérieure à 45 mm et inférieure à 85 mm, contrairement au bois lamellé-collé dont les lamelles ne peuvent excéder 45 mm d'épaisseur. Ce produit est également appelé bois contrecollé ou DUO / TRIO.

Caractéristiques :

- Épaisseurs : 80 à 240 mm
- Largeurs : 100 à 240 mm
- Longueurs : 13 mètres (standard) jusqu'à 16 mètres (sur-mesure)
- Résistances mécaniques courantes : GT 18 et GT 24
- Humidité des bois : produit sec à 12% d'humidité

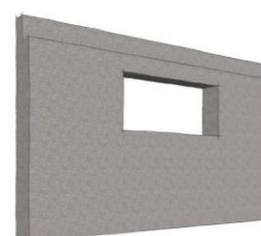
Panneaux préfabriqués en béton de bois



Description :

Ce système utilise du béton de bois (mélange de ciment et de plaquettes de bois). Il s'agit de murs et de planchers, préfabriqués en atelier, intégrant une ossature bois.

Les applications possibles de ce système sont les murs structurels, les murs rideaux, les planchers. Plus particulièrement, concernant la solution constructive « plancher », le béton de bois est utilisé comme « fond de coffrage » sur lequel on vient couler une dalle béton. Ils sont utilisés principalement en neuf, pour de l'habitat individuel, collectif ou du tertiaire. Le degré d'intégration des composantes (menuiseries, parements, fixations, réseaux...) peut être plus ou moins poussé. Les caissons sont assemblés à l'aide d'une **grue** ou d'un appareil de levage une fois livrés sur le chantier.



Caractéristiques :

Caractéristiques/données	Valeurs
Masse Volumique	720 kg/m ³
Conductivité thermique	0,16 W/mK
Capacité Thermique	1000 J/kg.K
Déphasage	21 h
μ (facteur de résistance à la vapeur d'eau)	10
Affaiblissement acoustique	53 dB
Réaction au feu	M1
Impacts environnementaux (fdes) : Quantité de matières biosourcée Carbone biogénique stocké	72,11 kg/m ² 130 kg CO ₂ éq/m ²

Assurabilité & enjeux réglementaires :

Système constructif sous Avis technique.

Evaluation économique :

Le coût de ces solutions est variable en fonction du niveau de préfabrication et de la solution constructive (mur, dalle, etc.). Il faut compter environ 135 à 150€ HT du m² de mur (vides comptés pour plein) fourni-posé (1 jour par niveau). Il faut ensuite prévoir un enduit extérieur de l'ordre de 25 à 30€/m² et un doublage intérieur pour respecter la RT2012.

Evaluation environnementale :

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
CCB Greentech (38)	Panneau préfabriqué en béton de bois	NC	NC	30 000 m ² /an	150 000 m ² /an	20 à 25% de la production

Les murs et dalles préfabriquées en bétons de bois permettent d'intégrer une quantité significative de matière biosourcée, en remplissage, tout en apportant une isolation thermique répartie.

La masse de biosourcés est amenée par la quantité de plaquettes bois intégrée au béton ainsi que par l'ossature bois noyée dans le mur, soit une quantité de biosourcés par m² de mur (épaisseur 34 cm) de 90 kg.

Sanitaire : Les bétons biosourcés n'intègrent que des éléments inertes (granulat végétal / ciment ou chaux) et possèdent une étiquette COV A+.

Remarque :

L'entreprise CCB Greentech a un plan de développement important pour les prochaines années. L'ouverture d'une nouvelle unité de production hors région AURA permettra d'augmenter significativement la capacité de production.

A ce jour, 30 000 m² sont produits annuellement dans l'usine située en Isère, mais un nouvel outil permettra à partir du mois de mars 2023 de passer à 150 000 m² annuels. A partir de 2024, l'ouverture du nouveau site permettra de passer à 20 000 m²/mois pour arriver d'ici 5 ans à sortir 500 000 m² de parois par an.

Références :

Partenariat avec Bouygues Immobilier (septembre 2022)

Habitat collectif à Bonson (42)



Crédit photo : Techniwood

Description :

Système de mur rideau innovant préfabriqué en usine. Ce mur treillis structural se compose d'une alternance de lames de bois de section rectangulaire collées, provenant de massifs français, rempli de bandes isolantes assurant l'acoustique, la thermique et l'inertie. L'isolation peut être faite avec une isolation biosourcée en fibre de bois. Les panneaux sont réalisés en usine sur mesure et intègrent un système de fixation, un pare-pluie, un pare-vapeur et les menuiseries. Le parement extérieur peut être un parement ventilé en bardage bois massif, des panneaux composites ou une finition enduite. Cette solution présente un intérêt en construction neuve car elle peut être mise en œuvre en même temps que le cycle du béton mais aussi dans le cadre d'opérations de réhabilitation de grande ampleur en site occupé : la nouvelle façade peut être fixée sur la structure existante en un temps-record.



Caractéristiques :

Fiche technique

Cette solution de façade bois non porteuse peut être mise en œuvre jusqu'au R+15 sur structure béton, acier ou bois. Plus spécifiquement jusqu'à 50 m en habitation et 28 m en ERP. Elle dispose d'un avis technique jusqu'en R+15 et d'une FDES permettant de répondre à des projets E+C-, BBCA. Les murs rideaux sont transportés par camion plateau standard. Besoin d'engin de levage sur chantier pour les panneaux.

Caractéristiques/données	Isolant fibre de bois	Isolant laine de roche
Masse Volumique	176 kg/m ³	133 kg/m ³
Conductivité thermique	0,220 W/m ² .K	0,203 W/m ² .K
Résistance thermique (R)	4,30 m ² .K/W	4,30 m ² .K/W
Ponts thermiques	Gain de 20 à 30 %	Gain de 20 à 30%
Poids	25 kg/m ²	25 kg/m ²
Affaiblissement acoustique	En façade : de 35 à 55 dB En latéral : de 50 à 70 dB	En façade : de 35 à 55 dB En latéral : de 50 à 70 dB
Réaction au feu	EI 60, EI 90	EI 60, EI 90
Impacts environnementaux (fdes) : Quantité de matières biosourcée Carbone biogénique stocké	31 kg/m ² 49,7 kg CO ₂ éq/m ²	14 kg/m ² 22,6 kg CO ₂ éq/m ²

Caractéristiques de la (des) entreprise(s) fabricant(e)s:

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Techniwood (74)	Panobloc (mur préfab bois)	90	25 M€	70 000 m ² /an	140 000 m ² /an	50% de la production

Assurabilité :

Dans le cadre de Synerbois, fruit du partenariat entre le FCBA et le CSTB, le concept, la fabrication et la mise en œuvre de Panobloc® ont été évalués et certifiés par plusieurs documents:

- [ATEC N°2/14-1636](#) : Application Façades rideaux sur structure béton et métallique jusqu'à la 4ième famille. Unique avis technique en France
- [ATEC N°1956](#) : Application Murs structurels

Evaluation économique :

Mur Panobloc de 150 mm d'épaisseur, isolant laine de roche, R=3,85, taux d'ouverture : 20%, ferrure, pare pluie et pare vapeur

Prix sorti d'usine : 95 € HT / m² vide pour plein

Transport : 15 € HT / m²

Pose dans le cycle du gros oeuvre ; 25 € HT / m² ou pose classique avec levage : 45 € HT / m²

Remarque :

Panobloc® a été certifié **MINERGIE®** P Module et Eco, indiquant que le produit satisfait aux exigences élevées du standard et atteint un excellent niveau de confort aussi bien sur la performance énergétique, le respect de l'environnement, le respect de la santé des Hommes (bruit, hygiène intérieure, qualité de l'air, confort thermique) et la conservation optimale de la valeur du bâtiment qui l'utilise.

Références :

<https://www.techniwood.fr/fr/realisations-references>

- Réhabilitation éco-campus à Lyon (69)
- Logements collectifs R+5 et R+10 à Grenoble (38)
- Siège d'Alpes Contrôles à Annecy-le-Vieux (73)

Modulaire 3D en bois



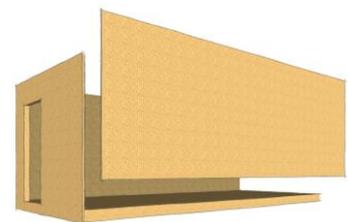
Description :

Système constructif en bois, préfabriqué en atelier, comprenant l'ensemble de l'ossature du bâtiment, y compris les équipements, réseaux, cloisons,... L'isolation peut être réalisée par tout type de panneaux semi-rigides ou par insufflation.

Une fois fabriqués, les modules sont directement livrés sur le chantier où ils sont raccordés pour construire la structure complète du bâtiment.

Ce mode constructif intègre dans un process industriel tous les métiers du bâtiment, tels que les charpentiers, les plombiers, les électriciens, les peintres...

Cette solution présente un intérêt en construction neuve car elle peut être mise en œuvre entièrement en atelier, à l'abri des intempéries, et en même temps que le cycle du béton (fondations). Ce système



permet d'optimiser la durée du chantier et de systématiser le mode constructif, et permet aussi de réduire l'intervention sur chantier, limitant ainsi les nuisances pour les riverains.

Caractéristiques :

Solutions standard jusqu'au R+4 et sur mesure jusqu'au R+8.

Logements collectifs, résidences, hôtellerie, logements individuels groupés, tertiaire, scolaire.

Caractéristiques de la (des) entreprises(s) fabricante(s):

Fabricants	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Ossabois (69)	180	40 M€	2 000 modules jusqu'au R+8	3 000 modules	20% de la production
Tech&hab (69)	55	6 M€	500 modules jusqu'au R+3	800 modules	95% des projets en Savoie et Haute-Savoie

Assurabilité :

Mise en œuvre dans le cadre du DTU 31.2.

Evaluation économique :

Très variable selon le projet.

Evaluation environnementale :

Provenance du bois : Europe, pas ou peu d'utilisation de bois français.

Utilisation d'isolants « traditionnels » : laine de verre, laine de roche, ce qui dégrade l'impact carbone de cette solution.

- Teneur en biosourcé : selon fabricant et modèle
- Impact carbone : selon fabricant et modèle

Remarque :

En utilisant des isolants biosourcés (laine de bois, ouate de cellulose), et en travaillant avec des scieries françaises pour la fourniture du bois d'œuvre, l'impact carbone des modulaires serait favorisé. Cette solution répond parfaitement aux besoins de massification, le recours au modulaire est possible dans nombre de projets immobiliers : tertiaire, logement collectif, scolaire.

Les deux entreprises contactées dans le cadre de cette étude sont capables de répondre à des besoins importants, et ont la structuration suffisante pour répondre aux marchés publics.

Références :

Ossabois - <https://www.ossabois.fr/nos-realizations/> :

- Collège en modulaire bois dans le quartier Revaion à St Priest (69)
- Pôle de consultation pour l'hôpital Nord-Ouest de Villefranche-sur-Saône (69)
- Internat pour le lycée Etienne Gautier Ressins à Nandax (42)

Tech et hab - <https://www.th-groupe.com/realisations/> :

- Logements collectifs à Montpellier (34)
- Logements collectifs à Marignier (74)

Murs et dalles en bois technique

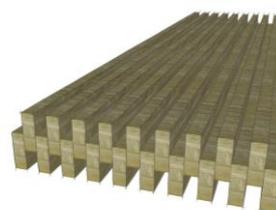


Description :

Système constructif en bois, préfabriqué en atelier, composés de planches clouées pour réaliser des dalles et des murs, pour un usage similaire au CLT.

Les parois ainsi construites sont acheminées et assemblées sur chantier. Ces systèmes sont adaptés pour réaliser la structure porteuse du bâtiment.

Cette solution présente un intérêt en construction neuve car elle peut être mise en œuvre entièrement en atelier, à l'abri des intempéries, et en même temps que le cycle du béton (fondations). Ce système permet d'optimiser la durée du chantier et de systématiser le mode constructif, et permet aussi de réduire le temps d'intervention sur chantier, limitant ainsi les nuisances pour les riverains.



Caractéristiques :

Système constructif adapté pour tous types de bâtiments : logements collectifs, résidences, hôtellerie, logements individuels groupés, tertiaire, scolaire.

Caractéristiques de la (des) entreprises(s) fabricante(s):

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
CBS-CBT (73)	Ossature bois	120	140 M€	NC	NC	20% de la production
Lignatech (42)	Lignadal	30	4 M€	1 800 m ² /an	15 000 m ² /an	50% de la production

Assurabilité :

Avis techniques et mise en œuvre dans le cadre du DTU 31.2 en fonction des produits.

Evaluation économique :

CBS-CBT n'a pas souhaité communiquer les tarifs de vente de ses produits.

Evaluation environnementale :

Provenance du bois : France, et même région pour Lignatech qui a investi dans une scierie.

Produits constitués uniquement de bois cloués, pas de colle, ce qui limite leur impact environnemental.

- Teneur en biosourcé : selon fabricant et modèle
- Impact carbone : selon fabricant et modèle

Remarque :

Cette solution répond parfaitement aux besoins de massification, l'utilisation de ces produits est adaptée à tout type de bâtiment.

Les deux entreprises contactées dans le cadre de cette étude sont capables de répondre à des besoins importants, et ont la structuration suffisante pour répondre aux marchés publics. La robotisation des process, notamment pour la fabrication de Lignadal, permet d'envisager des projets ambitieux en maîtrisant les coûts. A ce jour, Lignatech est positionné sur le marché de la maison individuelle, mais souhaite développer ses produits sur des projets plus conséquents.

Références :

CBS-CBT - <https://cbs-cbt.com/fr/realisations/Le-book-de-nos-realizations-ICI-6-0-13> :

- Usine Ecotim II à La Rochette (73)
- Bâtiment d'activités à Rotherens (73)

Lignatech - <https://www.lignatech.fr/nosrealisations.xhtml> :

- Maison passive à Craponne (69)
- Extension BBC à Caluire (69)



Description :

Portes, fenêtres et baies composés de châssis en bois, répondant aux exigences réglementaires et aux performances du label PassivHaus.

Caractéristiques :

Menuiseries réalisées sur-mesure, en neuf comme en rénovation.

Caractéristiques/données	Valeurs
	<i>Fenêtre 2 vantaux – triple vitrage - châssis 78 mm</i>
Étanchéité à l'air	Classe A4
Résistance à l'eau	Classe E7B
Résistance au vent	Classe VC4
Performance thermique (Uw)	1,28
Impacts environnementaux (fdes)	Pas de FDES

Caractéristiques de la (des) entreprises(s) fabricante(s):

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Menuiseries Blanc (42)	Menuiseries bois	30	5 M€	6 à 8 000 fenêtres /an	12 à 15 000 fenêtres / an	80% de la production

Assurabilité :

Mise en œuvre dans le cadre du DTU 36.5.

Evaluation économique :

Le coût des menuiseries dépend des choix de finition, de type de vitrage, et des dimensions.

Evaluation environnementale :

Provenance du bois : Allemagne (besoins techniques spécifiques)

- Teneur en biosourcé : selon modèle et dimensions
- Impact carbone : selon modèle et dimensions

Remarque :

Cette solution répond parfaitement aux besoins de massification, l'utilisation de ces produits est adaptée à tout type de bâtiment.

L'entreprise contactée dans le cadre de cette enquête vient d'investir dans une nouvelle ligne de production qui lui permettra d'augmenter considérablement son volume. Une gamme mixte bois-alu va également être développée pour répondre aux demandes des maîtres d'ouvrage et maîtriser le coût du lot menuiseries.

Références :

<http://www.menuiserie-blanc.com/sujet/realisation/>

II. Les produits et systèmes constructifs issus de la filière Paille

Caisson préfabriqués Bois/ Bottes de paille

Description :

La construction paille est une technique constructive à part entière avec aujourd'hui plus de 30 000 bâtiments construits en France et chaque année un peu plus de 350 nouveaux bâtiments construits intégrant cette technique. Les règles professionnelles - CP 2012 - constituent le cadre de référence pour l'utilisation du matériau paille comme remplissage isolant et support d'enduit. Elles sont approuvées par la C2P (Commission Prévention Produit). Dans ce cadre, les ouvrages isolés en paille, conçus et construits conformément à ces règles appartiennent aux « techniques courantes » de construction.



Pour simplifier la mise en œuvre des bottes de paille, des systèmes préfabriqués ossature bois et paille (caissons) se sont développés ces dernières années. Ce sont des solutions constructives complètes fabriquées en atelier.



Dans le détail, les configurations des solutions constructives peuvent être variées. Nous décrivons ici les modules développés par Activ'Home :

Les caissons sont constitués d'un cadre en lamellé collé, de planches en bois et de poutre en I en bois composites. Le contreventement des caissons est assuré par des panneaux de bois en contreplaqué marine sur la face intérieure. Sur la face extérieure un pare pluie est mis en place devant les bottes de paille : pare-pluie classique pour pose d'un bardage ou pare pluie rigide en fibres de bois pour une finition enduite.

Caractéristiques :

Les principales caractéristiques des parois Activ'Home sont récapitulées ici :

Caractéristiques/données	Valeurs
Poids des panneaux	Environ 100 kg/m ²
Conductivité thermique	0,052 W/mK (pour la botte de paille) soit une résistance thermique de 6,92 m ² K/W pour une épaisseur de 360 mm. (Performance de la paille uniquement)
Déphasage	10 h

Affaiblissement acoustique	La performance acoustique varie en fonction de la configuration, de 38 à 45 dB (avec ou sans doublage intérieur).
Réaction au feu	Pour un mur paille enduit (chaux ou terre) : B, s1, d0
Mécanique	Modules porteurs jusqu'à R+2, au-delà utilisation comme enveloppes
Cadre de référence / Evaluation technique	Règles professionnelles de la construction en Paille CP 2012

Caractéristiques de la (des) entreprises(s) fabricante(s):

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Manufacture Bois Paille (69)	Caissons préfabriqués Bois et Paille	NC	NC	8 000 m ² /an	15 000 m ² /an	100% de la production
Bâti Nature (26)	Caissons préfabriqués Bois et Paille	20	2 M€	4 000 m ² /an	5 000 m ² /an	100% de la production
Activ'Home (03)	Caissons préfabriqués Bois et Paille	NC	NC	NC	NC	NC

Assurabilité :

La technique est couverte par les DTU relatifs à la construction en bois et les Règles Professionnelles de la Construction Paille, si la hauteur est inférieure à 8 m (R+2).

Evaluation économique :

Environ 200€ HT/m² sorti d'usine (évaluation financière communiquée par Batinature).

Evaluation environnementale :

Ce système ne dispose pas de FDES.

Remarque :

A titre indicatif, le calcul est réalisé pour la configuration suivante : isolation en paille compressée de densité 100 kg/m³ avec un montant d'ossature en bois en poutre en I et un panneau OSB (12 mm). Dans ce cas la quantité de biosourcés par m² de paroi est d'environ : 63 kg/m².

Références :

Batinature

- Crèche – Bully (69)
- Logements collectifs R+4 pour une Coopérative d'habitants – Vaulx-en-Velin (69)

III. Les produits et systèmes constructifs issus de la filière Chanvre

Isolation en vrac (produits non industriels) – chènevotte

Description : La chènevotte est le bois de la tige de chanvre, une fois celle-ci séparée de la fibre par procédé mécanique de défibrage. La chènevotte est habituellement utilisée en litière, en paillage horticole ou comme granulat pour béton végétal (béton de chanvre). Toutefois, elle est également utilisée en vrac, déversée dans des toitures ou des murs.



La chènevotte en vrac est principalement utilisée dans des chantiers en auto-construction et/ou de petite taille, de type maison individuelle. Elle est aussi bien produite par des unités de défibrage industrielles que par des outils « agricoles » dans des filières courtes. Autour du Larzac, ce sont uniquement des filières artisanales qui sont présentes.

Caractéristiques :

Caractéristiques/données	Valeurs
Conductivité thermique	0,048 W/m.K
Qualité de l'air intérieur	Pas d'étiquette officielle mais produit peu transformé et sans additif
Réaction au feu	E ou F
Impacts environnementaux (fdes) <ul style="list-style-type: none">- Quantité de matière biosourcée- Stockage Carbone biogénique- Stockage CO2	Pas de FDES disponible pour la chènevotte. Ce produit vrac à l'avantage d'être 100% biosourcé. Il stocke l'équivalent de 1,6 kg CO2 par kg de matière sèche.

Assurabilité :

Cette technique ne dispose pas de document prouvant son aptitude à l'usage. Une démarche d'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) devra certainement être envisagée, sauf en cas d'accord spécifique avec un assureur. Cet ATEX devra comporter à minima les essais suivants : Essai de tassement et Essai de réaction au feu.

Au coût de ces essais, il faut rajouter celui de l'instruction de l'ATEX.

Les travaux réalisés dans le cadre de cette démarche d'ATEX contribueront à faire progresser la filière et à développer son marché : les chantiers de références sont essentiels, et les résultats des essais pourront être réutilisés.

Evaluation économique :

Environ 400 €/tonne (chènevotte en vrac) (~26 kg/m² pour R=5)

Evaluation environnementale :

Produit sans additif et très peu transformé, issu de filières locales, qui dispose donc d'atouts environnementaux.

Remarque :

Produit local, peu transformé, non-traité et peu couteux.

Références :

Non connue en Région AURA

Isolation répartie en béton de chanvre projeté

Description :

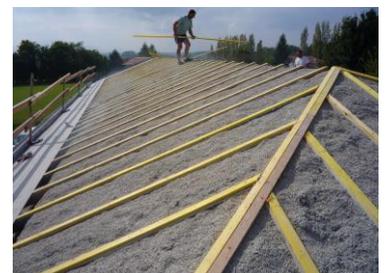
Les bétons de chanvre projetés sont des bétons biosourcés fabriqués et mis en œuvre sur chantier à l'aide d'une machine de projection dédiée ou une machine de façadier (solution Parex). Ils sont constitués d'un granulat biosourcé : la chènevotte (partie interne de la tige de chanvre) et d'un liant à base de chaux.

La chènevotte peut être utilisée en isolation en vrac (dans les MOB par exemple) mais sert ici de granulat pour la réalisation du béton de chanvre, en association avec de la chaux ou du ciment prompt.

La chènevotte est principalement issue des bassins de productions historiques du chanvre (Aube, Vendée, Bourgogne, Île-de-France). Il existe toutefois de nombreux producteurs locaux tels que Chanvre d'Auvergne ou les Chanvriers Mellois.

Le béton de chanvre est aujourd'hui couramment utilisé dans des opérations de construction neuve, en logement collectif ou dans des ERP (écoles, musées, etc.). Il est utilisé en remplissage de parois et assure la fonction d'isolation thermique et de support d'enduit. Ils ne sont pas porteurs et sont généralement associés à une ossature bois, béton ou autres. Ils sont revêtus par un enduit ou un bardage.

Les principales applications sont les suivantes : réalisation de murs, doublage intérieur et extérieur, isolation de toitures. Ils sont utilisés en neuf ou en rénovation, pour de l'habitat individuel, collectif ou du tertiaire.



Caractéristiques :

Caractéristiques/données	Valeurs
Conductivité thermique	Entre 0,06 et 0,1 W/m.K
Qualité de l'air intérieur	Produit peu transformé et sans additif, ne bénéficiant pas encore d'une étiquette COV, mais serait très probablement classé A+
Réaction au feu	B,s1,d0
Déphasage	Selon l'épaisseur et la formulation : Environ 10 à 12h pour un mur d'épaisseur 30cm (densité 350 kg/m ²)
Impacts environnementaux (fdes) - Stockage CO2	2 FDES sont disponibles dans la base INIES pour des bétons projetés. Les bétons de chanvre contiennent en moyenne 100 kg de chènevotte par m ³ soit 160 kg de CO2 stocké sur leur durée de vie.

Assurabilité :

Cette technique dispose de Règles Professionnelles prouvant son aptitude à l'usage.

Evaluation économique :

Non connue

Evaluation environnementale :

Ce système dispose d'une FDES collective.

Références :

- Extension de l'école maternelle Saint-Exupéry à Villeurbanne (69)
- Logements collectifs à Paris R+ 4 et R+6 à Paris (75)

Bloc de béton de chanvre

Description :

Les bétons biosourcés sont un conglomérat constitué d'un granulats végétal (chènevotte, granulats de bois, ...), d'un liant minéral (chaux, ciment prompt, ...) et d'eau. Pour faciliter la mise en œuvre différents fabricants ont développé des petits blocs préfabriqués en bétons biosourcés à maçonner. Les blocs de chanvre pleins sont fabriqués en pressant un mélange de chènevotte et de chaux dans un moule.



C'est notamment le cas des blocs de béton de chanvre Biosys composé de chènevotte, ciment prompt Vicat et d'eau. Ils sont fabriqués en France avec des matières premières 100% françaises issue du circuit-court.

Caractéristiques :

Caractéristiques/données	Valeurs
Dimensions	60 cm x 30,8 cm x 30 cm
Poids	21 kg
Resistance thermique	R = 4,6 m ² K/W
Affaiblissement acoustique	43 dB
Qualité de l'air intérieur	Tests en cours
Réaction au feu	B-s1,d0 (M1)
Déphasage	8 à 10 heures
Impacts environnementaux (fdes) - Stockage CO2	9,94 kg CO2 eq / UF

Assurabilité : Les blocs de de béton de chanvre Biosys produit par la Vieille Matériaux dispose d'une Appréciation technique d'expérimentation de type a (Numéro de référence CSTB : 2482_V2) valide du 08/03/2018 au 09/03/2021. Il est destiné à la réalisation de murs de façades de bâtiment R+1 maximum comportant des étages de hauteur inférieure à 2,92 m et situé en zone de sismicité 1 à 3.

Evaluation économique :

Les blocs de chanvre sont fournis chez des fournisseurs de matériaux par région. Le prix du bloc Byosis classique (60x30.8x30) est de 12.71€ PV HT par pièce en sortie d'usine. Ce prix ne prend pas en compte les frais de livraison.

Evaluation environnementale :

Ce produit à une FDES vérifiée valide jusqu'en mai 2023.

La formulation contient 84% de chènevotte et bénéficie donc d'un impact environnemental favorable.

Références :

- Monastère Ste Claire à Villié-Morgon (69)
- ERP à Croissy Beaubourg (77)
- Extension de bureaux à Merey sous Montrond (25)

IV. Les produits et systèmes constructifs issus de la filière Terre Crue

Mur en pisé préfabriqué



Crédit photo : Terrio

Description :

Le pisé préfabriqué consiste à reproduire hors site le principe du compactage pour concevoir des blocs de terre crue aux dimensions standardisés. Ces blocs sont ensuite livrés sur chantier et prêts à y être installés. Cela permet de limiter la pénibilité liée à la production et de favoriser une qualité constante des produits.

Le principe de Terrio, le fabricant rencontré dans le cadre de la présente étude, consiste à développer un système adapté aux principes constructifs et aux techniques des maçons traditionnels, afin de remplacer le béton de ciment par les blocs de pisé. Il s'agit de simplifier au maximum la mise en œuvre pour rendre le produit attractif et accessible aux entreprises de mise en œuvre.



Caractéristiques :

Réalisation de parois verticales : structure porteuse et de cloisonnement.

Caractéristiques/données	Valeurs
Dimensions	0,80 m x 1,20 m Epaisseur variable de 30 à 50 cm
Hygrométrie	Régulation naturelle
Qualité de l'air	Aucun composé volatil n'est dégagé par le matériau
Déphasage	Performant, dépend de l'épaisseur du bloc
Isolation phonique	Performante, dépend de l'épaisseur du bloc

Caractéristiques de la (des) entreprise(s) fabricante(s) :

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Terrio (69)	Pisé préfabriqué	6	NC	400 m ² /an	4 000 m ² /an	100% de la production

Assurabilité :

Mise en œuvre dans le cadre du DTU 36.5.

Solution permettant de construire des bâtiments jusqu'au R+2.

Evaluation économique :

Prix sorti d'usine : 180 à 200 € HT / m²

Prix posé : 350 à 550 € HT / m² en fonction de la finition

Evaluation environnementale :

Matière première : terre locale. Peu de transport, aucun adjuvant pour la mise en forme du produit.

Blocs de terre 100% recyclables.

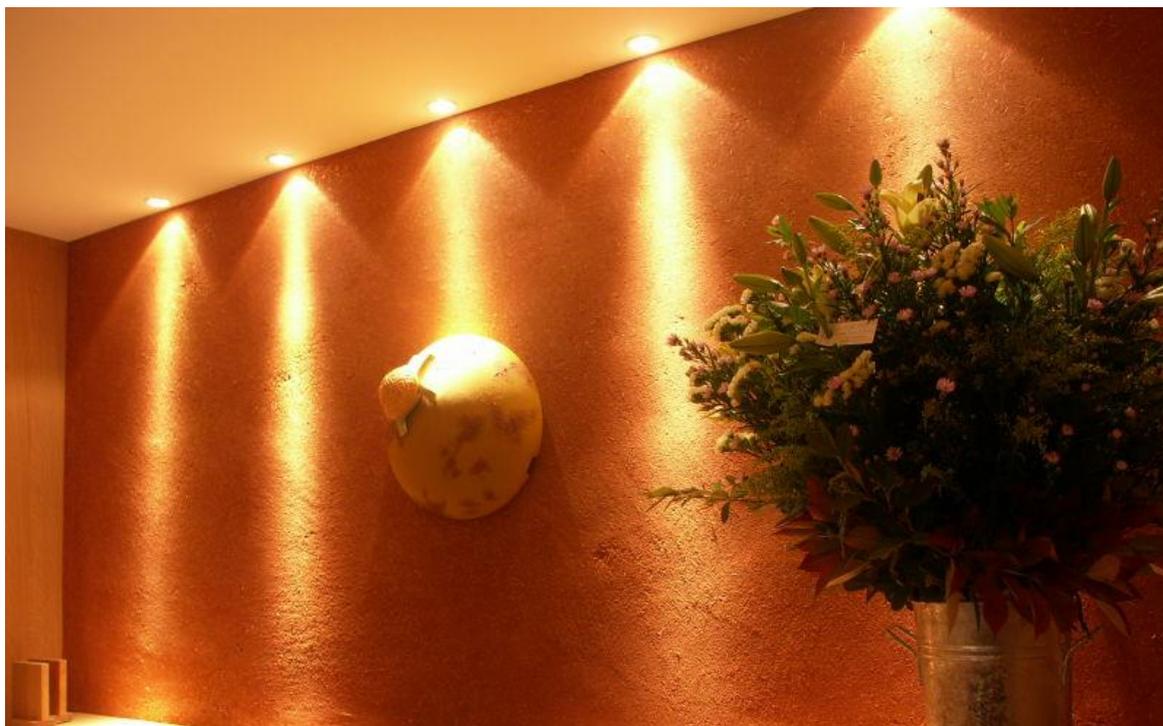
Remarque :

Cette solution ne peut actuellement pas répondre aux besoins de massification. Les volumes de production sont faibles, et le développement de l'entreprise n'est pas assez mature pour monter en charge rapidement.

L'entreprise contactée dans le cadre de cette enquête vient d'investir dans une nouvelle ligne de production qui lui permettra d'augmenter considérablement son volume. Une gamme mixte bois-alu va également être développée pour répondre aux demandes des maîtres d'ouvrage et maîtriser le coût du lot menuiseries.

Références :

- <https://terrio.fr/>
- Bâtiment de bureaux « L'orangerie » à Lyon Confluence (69)



Description :

Enduits intérieurs de ragréage ou de finition. Matériau perspirant, idéal sur murs anciens en terre, en pierre, et en général sur tous supports ne supportant pas les enduits étanches.

Les enduits terre permettent d'obtenir une surface finie plus ou moins lisse, dans des gammes de couleurs variées. Les épaisseurs varient également en fonction des choix constructifs, et peuvent être plus ou moins constitués de fibres végétales (paille) pour favoriser leur caractère isolant.

Caractéristiques :

Variables selon les produits : enduits monocouches, fins, à teinter ou de finition.

Caractéristiques de la (des) entreprise(s) fabricante(s) :

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Akterre (26)	Enduits à base d'argile	2	400 k€	700 T/an	1 000 T/an	40% de la production

Assurabilité :

Pas de réglementation spécifique (produits d'aménagements intérieurs).

Evaluation économique :

Coûts variables selon les produits.

Evaluation environnementale :

Matière première : terre, paille et sable (sourcés localement).

Remarque :

Akterre souhaite maîtriser son impact environnemental en limitant le transport des produits vendus. Au travers d'akta, son entreprise-mère, elle cherche à développer de nouveaux outils de production dans d'autres régions, en exportant sa technologie et son savoir-faire.

Références :

<https://www.akterre.com/accueil.html>

V. Autres produits

Isolants semi-rigides



Description :

Panneaux isolants semi-rigides en fibre textile, en fibre végétale ou en fibre de bois.

Mise en œuvre entre montants métalliques ou ossatures bois pour l'isolation de murs, de planchers, de plafonds ou de combles.

Utilisable en neuf comme en rénovation sur tout type de bâtiment.

A mettre en œuvre avec une membrane frein-vapeur.



Caractéristiques :

Isonat Flex 55 (fibre de bois) : [Fiche technique](#)

Buitex Isovégétal (coton, jute et lin) : [Fiche technique](#)

Buitex Cotonwool (textile recyclé) : [Fiche technique](#)

Isolation de murs, de planchers et de plafonds, entre ossatures.

Dimensions standard des panneaux : 1,20m x 0,60m soit 0,72 m²

Epaisseurs : de 40 à 200 mm

Caractéristiques/données	Epaisseur 100 mm	Epaisseur 100 mm
	<i>Coton, jute, lin</i>	<i>Fibre de bois</i>
Conductivité thermique	0,038 W/m.K	0,036 W/m.K
Capacité thermique volumique		1909 J/kg.K
Masse volumique	40 kg/m ³	55 kg/m ³
Qualité de l'air intérieur	A+	A+
Résistance à la vapeur d'eau (Sd)	0,16 m	0,3 m
Réaction au feu	Euroclasse F	Euroclasse F
Confort olfactif	inodore	Inodore
Impacts environnementaux (fdes)		
- Quantité de matière biosourcée	0,70 kg par kg de produit fini	0,90 kg par kg de produit fini
- Stockage Carbone biogénique		1,9 kg C /m ²
- Stockage CO ₂		7,01 kgCO ₂ /m ²

Caractéristiques de la (des) entreprise(s) fabricante(s) :

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Buitex (69)	Isolant coton lin jute Isolant textile recyclé	40	6 M€ (isolation)	80 000 m ³ /an	NC	NC
Isonat (42)	Flex 55 (isolant fibre de bois)	NC	20 M€	NC	NC	NC

Assurabilité :

Buitex :

Cotonwool en panneaux :

- Avis Techniques valides jusqu'en janvier 2023 (non valides à ce jour)
- Certificat ACERMI COFRAC n°19/116/1452

Isovégétal :

- Avis Technique n°20/21-487_V2 (murs) et n°20/21-488_V1 (combles)
- Certificat ACERME COFRAC N°21/116/1546

Isonat :

- Certificat ACERMI CSTB n°11/217/984
- Norme NF EN13171
- Avis techniques n° 20/19-431-V1 et 20/19-432-V2
- Certificat PEFC 10-31-2566

Evaluation économique :

Prix sorti d'usine :

Isovégétal : entre 70 et 74 €/m³.

Cotonwool en panneau : 68 à 72 €/m³.

Prix fourni/posé : dépend des conditions de mise en œuvre et du lieu du chantier (coûts de transport très variables et incidence forte).

Evaluation environnementale :

Matière première : matière collectée localement auprès d'associations (Buitex) ; fibre de bois, co-produit de scierie dans un périmètre de 50 kms autour de l'usine de production.

Remarque :

Ces solutions peuvent répondre aux besoins de massification. Ces produits répondent aux critères d'isolation thermique et acoustique et peuvent être assimilés aux autres isolants semi-rigides du marché : laine de verre, laine de roche, ... avec un impact environnemental beaucoup plus favorable.

Le fabricant Buitex est un acteur historique de la région qui a été à l'origine de l'entreprise Isonat. C'est une entreprise qui est restée familiale, qui travaille avec les acteurs associatifs locaux pour sourcer ses matières premières.

Références :

Buitex - <https://www.buitex.com/produits-isolants/nos-realizations-habitation/>

Isonat – <https://www.isonat.com/actualites>

- Locaux de l'entreprise Kenzaï à Cournon d'Auvergne (63)

Panneau correcteur acoustique en bois



Description :

Les panneaux acoustiques bois ab pano permettent de répondre aux demandes en matière de correction acoustique. À travers deux gammes, les produits ab pano apportent le confort acoustique exigé ou souhaité. Ils trouvent leur place aussi bien en plafond qu'en revêtement mural, dans un large

éventail de bâtiments, dont les ERP où la réglementation française en matière de sécurité incendie est stricte.

La structure des panneaux acoustiques ab pano est réalisée en contreplaqué de peuplier. Ce bois poreux absorbe une partie des fréquences hautes. Face visible, comme des tasseaux, des rainures alternent avec des lames de bois. En fond de rainure, des logements accueillent une laine de roche absorbante adaptée aux fréquences moyennes et hautes. Enfin, le plénum créé au montage va permettre d'enfermer une masse d'air propice à l'absorption des fréquences basses.



Caractéristiques :

[Fiche technique](#)

L'usine de production est située dans la Sarthe, et l'agence commerciale est à Clermont-Ferrand.

Caractéristiques/données	Ab pano 25	Ab pano 50
Epaisseur	25 mm	50 mm
Poids	8,3 kg/m ²	12,5 kg/m ²
Densité	50 kg/m ³	50 kg/m ³
Qualité de l'air intérieur	A+	A+
Absorbeur phonique	Laine de roche	Laine de roche
Conductivité thermique	0,041 W/mK	0,041 W/mK
Réaction au feu	D-S2, d0	B-S2, d0 (M1)
Applications	ERT Bureaux	ERP Crèche, écoles, hôpitaux, ...

Caractéristiques de la (des) entreprise(s) fabricante(s) :

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
SAS Avec le bois (63) ab pano	Panneau correcteur acoustique	1 personne en AURA (commercialisation) 180 personnes à l'usine dans la Sarthe	400 000 €	10 000 m ² /an	20 000 m ² /an	35% de la production

Assurabilité :

Produit non concerné par les normes constructives, DTU ou Avis technique, car dépend des lots de second œuvre et finitions.

Evaluation économique :

- Prix départ usine d'un panneau ab pano 50 destiné à un ERP : environ 140 € HT/m² (prix variable en fonction de la taille du panneau)
- Tarif posé très variable car il dépend de la concurrence que se livrent les entreprises de pose. Actuellement, prix fourni + posé : entre 250 et 290 € HT/m².

Evaluation environnementale :

Matière première : panneaux composés de peuplier, sourcé au plus près de l'usine située dans la Sarthe. L'isolant utilisé (laine de roche) présente quant à lui un impact environnemental défavorable, des solutions sont en recherche pour le remplacer par des panneaux en fibre de bois.

Remarque :

Cette solution répond aux besoins de correction acoustique pour les besoins spécifiques en ERP ou ERT. Son frein principal reste son prix, plus élevé que les solutions concurrentes du marché : textiles ou mousse. C'est aussi un choix esthétique qui peut être valorisé dans un projet incluant du biosourcé, puisque le peuplier est clairement apparent dans la finition.

Références :

<https://www.abpano.fr/realisations/>

Bardage extérieur



Description :

Bardage composé d'une matière composite, le VESTA, à base de fibre de bois. Les lames sont adaptées à la réalisation de bardage extérieur vertical ou horizontal, ou de terrasses.

Bardage imputrescible et hydrophobe, ne requiert aucun traitement de protection du bois (huiles, lasures, saturateurs).

Stabilité des couleurs aux UV, lames teintées dans la masse par des pigments minéraux de haute densité.



Caractéristiques :

Caractéristiques/données		Lame de bardage COVER	
Epaisseur		2,86 cm	
Longueur		de 2m à 4m	

Largeur	6, 14 ou 30 cm
Densité	1 440 kg/m ³
Qualité de l'air intérieur	A+
Classement au feu	M1, Euroclasse B
Applications	Logements collectifs Etablissements Recevant du Public Bâtiments classés en code du travail

Caractéristiques de la (des) entreprise(s) fabricante(s) :

Fabricant	Produit	Effectif salarié	CA annuel	Production actuelle	Capacité de production	Interventions en AURA
Neolife (69)	Bardage Vesta	20	10 M€	200 000 m ² /an	600 000 m ² /an	30% de la production

Assurabilité :

Avis Techniques n° AC2191797_V3 et AC2191798_V2

Evaluation économique :

Le prix moyen des lames de bardage varie entre 65 à 90 € / m² selon les produits (épaisseur, géométrie, caractéristiques feu, etc.)

Le prix fourni-posé varie entre 170 à 220 € / m² courant (ossature et fixations comprises).

Evaluation environnementale :

Le produit dispose du label produit biosourcé (Teneur en biosourcé : 38%).

Le matériau bois, à la base de la matière première du produit, est actuellement sourcé en Allemagne, mais l'entreprise cherche à relocaliser la ressource en France dans les 2 à 3 prochaines années, en développant une usine de transformation (compound) au plus près du lieu de fabrication du bardage.

Constituants non biosourcés : sels minéraux et liant polymère thermofusible

Remarque :

Ce produit répond aux besoins en habillage des façades extérieures de grands bâtiments. Son aspect est proche du bois mais son entretien est moins contraignant et son vieillissement est garanti dans le temps, tout en garantissant un impact carbone favorable.

Références :

<https://neolife.fr/realisations/>

- Collège Simone Veil à St Priest (69)
- Siège social de Haulotte à Lorette (42)
- EHPAD à St Julien en Genevois (74)

Etat des lieux et perspectives au sujet de la formation

La transition écologique dans le secteur de la construction fait émerger de nouveaux marchés, de nouvelles activités et transforme les métiers. Elle requiert et requerra plus encore des compétences spécifiques dans les années à venir. A ce titre la Métropole de Lyon se pose la question de comment est accompagné la mutation dans le bâtiment d'un point de vue de la formation des professionnels ? Quelle est l'offre en formation au sein du territoire de la métropole de Lyon et plus largement au sein de la région AURA pour se former à la conception et à la mise en œuvre avec ces nouveaux matériaux ? Où sont les manques ?

Au cours de cette étude, dix structures concernées par les sujets de formation ont été questionnées afin de dégager des éléments de réponses aux interrogations ci-dessus :

- Région Auvergne-Rhône-Alpes : plusieurs dispositifs de financement pour accompagner les publics et les structures
- CAUE 69 : formations courtes qui s'adressent aux professionnels de la conception, de l'aménagement, des élus et des agents du service public
- Campus des métiers transfrontalier et CMQ de Vaulx en Velin : accompagnement des organismes qui pilotent des formations aux métiers de la mise en œuvre
- CAPEB : fédère les artisans et entreprises de mise en œuvre du bâtiment
- Oïkos et SCOP Les Deux Rives : organismes de formation spécialisés en bâtiment durable (formations longues et courtes)
- ENSA Lyon et Amàco : pilotent le dispositif amaRéno dont l'ambition est de massifier les compétences en rénovation et réhabilitation avec les matériaux biosourcés et géosourcés
- Terre de métiers (étude nationale) : diagnostic sur les besoins de la formation aux techniques de la terre crue

Ce panel a permis d'identifier les enjeux et les objectifs s'adressant à tous les acteurs de l'acte de construire : concepteurs (architectes, maîtres d'œuvre, bureaux d'étude), entreprises de construction, et maîtres d'ouvrage.

Principales conclusions

Notre étude révèle que l'offre de formation actuelle sur le territoire élargi de la Métropole de Lyon est large, composée à la fois de formations courtes et longues, théoriques et pratiques, qualifiantes ou non.

Toutefois, nous avons constaté que, si l'objectif de massifier les compétences est commun entre ces divers organismes, l'offre de formation actuelle accompagne davantage les acteurs de la conception, et les entreprises de mise en œuvre manquent encore de ressource pour professionnaliser leur approche des biosourcés. Ce constat rejoint celui des entreprises de construction qui relève souvent une difficulté à pérenniser la main d'œuvre formée.

Nous avons également constaté que les matériaux biosourcés et géosourcés sont toujours connectés aux questions de rénovation énergétique et de construction durable. Ils s'ancrent dans une logique globale qui leur permet de trouver une place au sein des formations de conseil à la rénovation, qui sont actuellement très porteuses.

Principaux échanges avec les acteurs interrogés :

1) Une dynamique de formation active tournée vers les métiers de la conception

AmaRéno

Le projet amaRéno, porté par Amàco en partenariat étroit avec l'ENSA Lyon, l'ENSA Grenoble, l'INSA Lyon, les Grands ateliers, l'ASDER et le Campus des Métiers Transfrontaliers Construction Durable, vise à analyser l'offre actuelle de formation sur le sujet matériaux biosourcés et géosourcés dans la rénovation et la réhabilitation. L'ambition de ce projet est de massifier les compétences en travaillant sur la formation des formateurs, les types de pédagogie pratiquées dans les différents organismes, dans l'objectif de massifier les compétences, mutualiser les moyens humains et techniques et faire briller les initiatives existantes. Ce vaste projet est financé pour 5 ans par l'Agence Nationale de la Recherche et concerne l'ensemble du territoire français, avec un focus particulier sur la région Auvergne-Rhône Alpes par la situation géographique des structures pilotes. Cette étude a été lancée en fin d'année 2022 et les recrutements sont encore en cours au sein de plusieurs établissements, notamment des ENSA, pour une analyse fine et interne des programmes.

Un premier constat relevé par l'ENSA Lyon est que tous les élèves ne suivent pas le même cursus et ne sont donc pas tous concernés à la même échelle au sujet des biosourcés. Les référentiels sont conçus par les enseignants qui ne sont eux-mêmes pas toujours concernés naturellement par ces sujets. La demande des étudiants est toutefois croissante, avec une prise de conscience de plus en plus prégnante que les matériaux bas carbone feront la construction de demain.

En 2020, avec la crise du COVID, l'ENSA Lyon a créé un outil de plateforme en ligne pour accompagner les étudiants et les enseignants vers ces matériaux : Ressources. L'objectif de cet outil, qui est encore en développement aujourd'hui, est d'outiller les formateurs pour aborder ces contenus.

Oïkos

Basé à La Tour de Salvigny, Oïkos est aussi un acteur majeur de la formation, avec une offre de formation longue (coordinateur en rénovation énergétique biosourcée) et plusieurs formations courtes, adressées aux architectes, BE et artisans. 357 stagiaires ont bénéficié de formations en 2022, avec environ 80% originaires de la Région Auvergne-Rhône Alpes.

18% des stagiaires sont des artisans, ce qui illustre le manque de représentation de ces professions parmi les modules proposés.

SCOP Les Deux Rives

La SCOP les Deux Rives est basée à Lyon depuis 2003 et a pour ambition de participer à la mutation des métiers du bâtiment vers des pratiques plus écologiques et coopératives. L'entreprise s'appuie sur un réseau de professionnels experts pour organiser des sessions courtes de formation en présentiel, des webinaires, des conférences ou des voyages d'études, et s'adresse aux métiers de la maîtrise d'œuvre, aux AMO, et aux entreprises de construction.

En 2022, 56 sessions de formations courtes ont été organisées et ont accueillies 691 personnes (intégrées au catalogue du CROA). Parmi cette offre, 6 modules ont pour sujet principal les matériaux biosourcés, ainsi que d'autres événements de sensibilisation que l'entreprise organise tout au long de l'année.

2) Des institutions et organisations professionnelles soutenant

Région Auvergne-Rhône Alpes

La Région est aussi un acteur central de la formation, notamment comme soutien financier des organismes précédemment cités. Plusieurs dispositifs d'accompagnement visent à la fois ces structures et directement les professionnels qui souhaitent se reconvertir ou se spécialiser dans un domaine. La part des biosourcés et des géosourcés dans cette dynamique est difficilement mesurable, dans le sens où la Région ne pilote pas les référentiels en direct.

Toutefois, parmi les formations financées au sein des organismes partenaires (ASDER, AFPA, Greta, CCI,...), on peut noter que les formations de conception (Conseiller énergie et bâtiment durable, Chef d'équipe en performance énergétique, Dessinateur concepteur BIM) sont plébiscitées par les stagiaires et font le plein, tandis que les formations de mise en œuvre (Charpentier, maçon, conducteur de travaux) peinent à recruter (25 places financées sur 70 possible). C'est donc un constat analogue aux autres structures du territoire, qui démontre de nouveau la dynamique des métiers de la conception.

Conseil Régional de l'Ordre des Architectes

Le Conseil Régional de l'Ordre des Architectes de la Région Auvergne-Rhône Alpes travaille avec 10 organismes partenaires pour structurer une offre de formation destinée aux concepteurs de bâtiment. Un catalogue est ainsi édité, recensant l'ensemble des formations disponibles sur toute l'année. Les matériaux biosourcés et géosourcés sont largement représentés dans cette offre de formation, et regroupés en trois catégories (trois autres catégories concernent le management, le numérique et l'urbanisme) :

- Développement durable – 32 formations sont directement concernées par le sujet (sur 69 proposées)
- Le projet de construction : public, privé et techniques – 13 formations sont directement concernées (sur 33 proposées)
- Cadre réglementaire de la construction – 3 formations directement concernées (sur 23 proposées)

Soit un total de 48 formations qui proposent une montée en compétences sur les sujets biosourcés et géosourcés sur 125 sessions proposées.

Les sessions de formation vont de 1 à 5 journées, et proposent très majoritairement un accompagnement à la conception plus qu'à la mise en œuvre des matériaux.

Cette offre, sans être exhaustive, est révélatrice d'une dynamique très importante sur le sujet des biosourcés et des géosourcés à destination des concepteurs, et moins porteuse vers les métiers de la mise en œuvre.

CAUE 69

Le CAUE porte aussi des actions de formations, intégrées au catalogue du CROA. Destinées principalement aux professionnels de l'aménagement, aux élus et aux agents du service public, douze sessions ont accueilli 186 stagiaires en 2022. Une formation est particulièrement dédiée aux biosourcés, sur la réhabilitation des copropriétés.

Le CAUE envisage un partenariat avec les Grands Ateliers pour faire évoluer son offre de formation, notamment vers des sessions de mise en œuvre.

3) Une dynamique à soutenir et accompagner pour les métiers de la mise en œuvre

Campus des métiers et des qualifications :

Le rôle de ces campus est de faire travailler ensemble tous les acteurs du bâtiment, de la conception à la mise en œuvre en passant par les professionnels de la formation. Deux campus travaillent plus particulièrement sur le sujet de construction durable sur le territoire de la région AURA et ont été interrogés dans le cadre de l'étude :

- Campus des métiers et des qualifications Transfrontalier ;
- Campus des métiers et des qualifications de Vaulx en Velin.

Ces deux structures portent la même mission sur deux territoires différents et dépendent des rectorats, donc de l'Education nationale. Ils s'adressent principalement aux lycées professionnels et sont très connectés aux entreprises de mise en œuvre dans le cadre des apprentissages notamment. 20 à 30 % du temps passé à l'animation de ces campus est dédié au sujet biosourcé et géosourcé. Il y a un fort enjeu à développer cet axe pour accompagner les enseignants dans leur montée en compétences, et pour intégrer ces formations aux référentiels existants.

CMQ de Vaulx en Velin, « Urbanisme et construction, vers une ville intelligente » :

Il s'étend sur le territoire de la ville de Vaulx en Velin et de la métropole de Lyon. Les grands domaines d'activité de la filière construction sont réunis : l'architecture, l'urbanisme, les travaux publics et le bâtiment, pour faire face aux enjeux des transitions énergétique et numérique.

Le projet pédagogique vise l'intégration de ces développements dans les parcours de formation, une meilleure qualification des formés (scolaires et adultes) en adéquation avec le marché de l'emploi, une amélioration des apprentissages et de la conscience citoyenne, et l'élévation de la qualité des projets pédagogiques.

En réunissant des établissements proposant des formations allant du CAP au BTS, des cursus d'architectes et d'ingénieurs et en associant les activités de recherche, le campus « Urbanisme et construction : vers une ville intelligente » contribue à décloisonner les parcours et à créer des synergies entre le secteur de la formation (formation initiale, par apprentissage et continue), le monde professionnel (BTP 69) et celui des territoires.

Le campus compte parmi ses membres des partenaires territoriaux tels que la Région, la Ville de Vaulx-en-Velin et la Métropole de Lyon, des centres de formation, des écoles d'ingénieurs et d'architecture tels que l'ENTPE (École Nationale des Travaux Publics de l'État) et l'ENSAL (École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon), des laboratoires de recherche et de nombreuses entreprises tels que Dalkia Centre Est, Véolia, ENGIE Réseaux...

CMQ Transfrontalier, « Construction durable et Innovante » :

[Accueil - Campus des métiers et des qualifications \(cmq-constructiondurable.fr\)](http://cmq-constructiondurable.fr)

L'activité du Campus se focalise sur la construction durable innovante. Elle doit prendre en compte les évolutions techniques et réglementaires dans le domaine du bâtiment, qui nécessitent de plus en plus une approche globale de la construction, de la rénovation, la prise en compte des innovations technologiques des matériaux et des modes constructifs, l'économie circulaire, ainsi que les nouvelles attentes des usagers, en termes de confort et de modularité des espaces.

Le projet pédagogique du CMQ s'articule autour de l'organisation d'initiatives partenariales qui permettront de :

- Montrer l'attractivité des métiers du bâtiment, pour attirer des talents vers ces métiers en tension ;
- Développer les compétences des formateurs dans des thématiques innovantes du secteur ;
- Développer et renforcer les liens entre les établissements scolaires et les entreprises du secteur

Les partenaires territoriaux engagés dans le campus sont : Région Auvergne-Rhône-Alpes, Annemasse Agglo (74), Pôle métropolitain du Grand Genève français (74), MED, Maison de l'Eco (74), CAPI (Communauté d'Agglomération des Portes de l'Isère) (38), Vals du Dauphiné (38).

Conclusion de l'entretien :

L'entretien avec ses deux structures relève un frein d'ordre administratif: il est difficile de faire évoluer les référentiels de l'Education nationale.

Au niveau du campus transfrontalier, une démarche est en cours avec 3 établissements partenaires pour colorer des formations existantes avec les sujets biosourcés et géosourcés. Mais cette démarche prendra du temps, et la formation et l'intérêt des enseignants est un préalable obligatoire.

La particularité du Campus de Vaulx en Velin est qu'il est associé avec une école d'ingénieurs spécialisée bâtiment, qui porte déjà des modules spécifiques sur les matériaux biosourcés et géosourcés. La compétence existe donc en interne et peut être plus facilement diffusée auprès du reste du réseau.

Un autre enjeu relevé par ces structures, et qui rejoint l'analyse de la Région, est qu'il faut absolument développer les débouchés pour convaincre les professionnels, et donc les marchés du bio et du géosourcé.

CAPEB

La CAPEB fédère les artisans et entreprises de construction sur un territoire départemental et/ou régional. En AURA, 8 000 entreprises adhèrent, et la fédération accompagne ses adhérents sur le sujet des biosourcés par l'expertise d'un représentant.

Notre entretien a révélé que le savoir-faire existe sur le sujet des biosourcés et des géosourcés, et qu'il se situe du côté des artisans. L'offre de formation n'est actuellement pas suffisamment structurée pour faire monter en compétences la majorité de la profession, mais des têtes de proue existent, notamment dans les métiers du bois, qui permettent d'apporter une réponse à la demande croissante de la maîtrise d'ouvrage.

La CAPEB relève que les métiers du bâtiment doivent composer avec 4 transitions en cours :

- La gestion de l'eau : ressource qui se raréfie et dont les professionnels doivent tenir compte (une formation Quali pluie a récemment été développée en collaboration avec la CAPEB)
- L'évolution du rapport au travail : la main d'œuvre n'est plus aussi disponible et pose des exigences
- La crise énergétique, à laquelle les matériaux bio et géosourcés apportent une part de solution
- La disponibilité des matériaux : la relocalisation des filières d'approvisionnement doit être mieux accompagnées vers les acteurs de la mise en œuvre.

Le sujet de la formation et de l'information est transversal à ces transitions. La CAPEB cherche à les anticiper pour mieux prévenir les acteurs et les amortir.

Selon la CAPEB, l'évolution de la formation passera aussi par celle de la réglementation, qui doit s'assouplir et permettre aux matériaux frugaux d'être mieux valorisés.

Autres acteurs non interrogés

Ecole « la solive » : [La Solive | Formations reconversion rénovation énergétique \(la-solive.com\)](https://www.la-solive.com)

Créer en 2021 pour proposer de nouvelles offres de formation en lien avec la rénovation énergétique des bâtiments, elle propose 3 formations dont 2 liés à la mise en œuvre des matériaux dans le bâtiment : « Chef de projet en rénovation énergétique » et « Chargé d'affaires en rénovation performante ».

Elle possède 3 campus à Lyon, Paris et Nantes

Synthèse et perspective

Les échanges font ressortir les points suivants :

- Demande croissante de formations aux métiers de la conception.
- Manque de stagiaires dans les métiers de la mise en œuvre.
- Manque de formation de formateurs, pour transmettre la pédagogie et les savoir-faire.
- Nécessité de massifier les compétences.
- Nécessité de développer les marchés et de faire avancer le cadre réglementaire et l'assurabilité

Les moyens à mettre en œuvre pour continuer à accompagner la mise en place de formation et la montée en compétence de l'ensemble de la chaîne de valeur qui ressortent de l'entretien sont les suivants :

Financiers

- Nécessité d'un accompagnement financier des collectivités locales auprès de tous les acteurs.
- Développement de la demande pour garantir les débouchés aux apprenants.
- Nécessité de faire dialoguer les financeurs, les organismes, les entreprises de mise en œuvre, et les maîtres d'ouvrage qui doivent être accompagnés.

Techniques

- Proposer les formations liées à la mise en œuvre des produits en formations in situ en phase chantier. Cela permettrait de rendre certains modules plus efficaces et concrets. (nécessité d'évolution de la réglementation afin de sécuriser le Maître d'ouvrage et permettre aux apprenants d'être sur chantier.)
- Accompagner les organismes de formation initiale pour faire monter en compétences les enseignants.
- Créer de nouvelles certifications plus souples (difficulté par exemple de faire évoluer les référentiels de l'éducation nationale dans les lycées professionnels).

Humains / structuration de l'offre

- Disposer de temps d'ingénierie pour développer des modules adaptés aux besoins des stagiaires et s'appuyant sur les compétences des organismes.
- Donner de la visibilité à l'offre de formation existante et à son développement (outils de communication et de prescription).

Evaluation de la capacité des entreprises locales à répondre aux ambitions de la métropole de Lyon et scénarios prospectifs

I. Méthodologie d'évaluation

Entretiens Visio et/ou téléphoniques avec 25 acteurs des filières :

- 6 entretiens avec les organisations professionnelles représentant les filières
- 16 entretiens avec les fabricants de produits et les industriels
- 3 entretiens avec des entreprises de mise en œuvre



Fabricant bois	Filière bois	Mise en œuvre bois
Fabricant terre crue	Filière terre crue	Mise en œuvre terre crue
Fabricant paille	Filière paille	Autres filières
Isolant manufacturé	Bétons végétaux	Autres produits

II. Enjeux et perspectives | Construction bois

Ressources :

La ressource bois est largement disponible localement – 550 M de m³ sur pied – mais ne répond pas toujours aux exigences du bâtiment, qui en exploite seulement 5 M de m³. Certains process de fabrication imposent une qualité de sciage qui n'existent pas dans la région, et les industriels et fabricants ne s'approvisionnent pas tous localement. Le coût de la matière première est aussi un frein qui favorise l'importation, notamment pour les acteurs les plus importants. Le risque incendie est aussi un enjeu considéré par la filière, dont les nouvelles plantations doivent tenir compte. Avec le bois disponible il serait possible de passer de 9% de logements construits en bois à 40%.

Transformations :

Les acteurs industriels investissent dans des outils de production qui peuvent répondre dès à présent aux enjeux de massification. La plupart des acteurs ont la capacité d'augmenter leur productivité et sont dans une dynamique de croissance.

Structuration / acteurs :

La construction bois en AURA est partagée entre des acteurs locaux, qui peuvent répondre à des marchés modestes et aux besoins des particuliers, et des acteurs industriels plus importants qui ont une dimension nationale et au-delà. Les marchés sont répartis et la filière est structurée pour apporter des réponses à tous les critères.

Cadre normatif :

La construction bois est déjà inscrite dans les cadres normatifs, les DTU encadrent la mise en œuvre, et les industriels se dotent d'avis technique pour les systèmes constructifs innovants.

Environnement :

Les industriels et fabricants sont dans une dynamique positive mais des efforts restent à fournir pour que la construction bois réduise son impact environnemental : l'import de bois d'Autriche et de l'Est de l'Europe engendre des transports qui ne sont pas neutres en carbone, et les isolants utilisés sont encore, pour certains, issus de la pétrochimie.

III. Enjeux et perspectives | Construction terre crue

Ressources :

Le gisement est potentiellement important mais dans les faits, il faut avoir de la terre « caractérisée » pour les différentes applications construction. Aujourd'hui en AURA les principales terres utilisées pour la construction sont issues des carrières de CEMEX. Il y a un gros enjeu à pouvoir mieux qualifier le gisement disponible au niveau de la Métropole de Lyon (notamment terres d'excavation des chantiers de la métropole) pour valoriser leur utilisation dans les projets de construction.

Transformations :

Un projet très innovant est porté par l'entreprise Terrio pour un système de pisé préfabriqué. Le reste des applications sont plutôt mises en œuvre sur chantier. Si une plateforme de stockage et de mise à disposition des terres peut être créée au niveau de la Métropole, on peut supposer que des débouchés préfabriqués pourraient se développer par la suite (exemple de Cycle Terre en Ile de France).

Structuration / acteurs :

Même si des acteurs importants comme Amàco sont présents au niveau régional, la filière manque de structuration et de fédération. Il peut être difficile de trouver les informations au niveau local (nombre de projets en terre construits en région, etc...).

Cadre normatif :

Du fait de la variabilité de la ressource et des techniques types SCNI il est très difficile de faire émerger des référentiels commun type règles professionnelles. Ce sont pour le moment des techniques à évaluer en phase chantier.

Environnement :

Plusieurs types de produits terre possèdent aujourd'hui des FDES.
Les parois terre peuvent jouer un rôle important sur le gain en confort d'été.

IV. Enjeux et perspectives | Construction pierre

Ressources :

La ressource en pierre est disponible sur le territoire (50 carrières et 20 000 m³ extrait par an) avec une réelle diversité des types de pierre (pierre calcaire, pierre marbrière, pierre volcanique, granit, schiste et grès).

La Région est la première région de production de pierre marbrière avec une indication géographique protégée permettant de valoriser le caractère local et les savoirs faire associés (intéressant dans le cadre d'un marché public).

Transformations :

Les carrières disposent d'outils de transformation qui se modernisent avec des outils de plus en plus automatisés et permettant d'aller sur de nouveaux marchés (usine de fabrication de pierre mince par exemple).

Structuration / acteurs :

Filière bien structurée autour d'une association régionale (Rhônapi) portant des actions de développement de la filière et regroupant l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur.

Par ailleurs, existence en Région de formation dédiée (CFA Montalieu Vercieu).

Cadre normatif :

Les pierres sont aujourd'hui bien caractérisées : existence d'une lithothèque à l'échelle nationale.

Par ailleurs, pour la maçonnerie et les revêtements de sol les techniques sont traditionnelles (DTU 20.1, DTU 52.1, DTU 52.2).

Environnement :

Mises à part des données par défaut, peu de données environnementales sont disponibles dans la base INIES, ce qui représente un réel frein au développement dans le neuf.

V. Enjeux et perspectives | Construction paille

Ressources :

La filière paille est développée en AURA avec un volume conséquent produit par les agriculteurs (8% de la production nationale), mais est peu utilisée pour la construction. Elle sert majoritairement de litière animale. Les gisements existent, notamment dans l'Allier, mais assez peu dans le Rhône, et la production dépend de plusieurs facteurs extérieurs : météo et coût des engrais.

Une plateforme de stockage est en réflexion pour sécuriser la ressource et façonner les bottes de paille selon les besoins des projets.

Transformations :

Pour répondre aux besoins du bâtiment, les fournisseurs doivent travailler à la mise en œuvre de bottes de petite taille, ce qui n'est pas suffisamment le cas à ce jour pour massifier la mise en œuvre.

Structuration / acteurs :

Deux acteurs développent des process industriels et ont investi récemment dans des outils de production qui favoriseront la massification dans les années à venir. D'autres acteurs locaux disposent d'un savoir-faire et de technicités qui peuvent être transmis pour garantir une mise en œuvre soignée des systèmes constructifs. La filière est structurée autour du RFCP qui connaît l'ensemble de ces acteurs et qui travaillent avec eux dans une dynamique favorable.

Cadre normatif :

La construction paille est encadrée par des Règles Professionnelles depuis 2012. Le développement de nouveaux systèmes constructifs, comme la paille porteuse ou l'insufflation de paille hachée, nécessiterait une évolution de ce cadre réglementaire dans les prochaines années.

Environnement :

La construction paille présente plusieurs intérêts environnementaux : la ressource peut être disponible localement rapidement (dépend de la pousse du blé) et engendre donc peu de transport et elle apporte un confort thermique d'hiver et d'été très favorable, qui limite les besoins de chauffage et/ou de refroidissement. Elle est mise en œuvre sans transformation, et génère donc peu d'énergie grise pour sa fabrication.

VI. Enjeux et perspectives | Isolants manufacturés

Ressources :

Actuellement la ressource locale est principalement la fibre, de bois très largement disponible sur le territoire. Les autres matières premières : coton recyclé, paille de riz sont externes à la Région.

A moyen terme (2-3 ans), avec le développement d'une filière chanvre, la fibre de chanvre sera alors disponible et d'autres produits pourront être développés sur le territoire.

Transformations :

3 outils industriels déjà présents sur le territoire (Isonat, Buitex, FBT), avec une augmentation forte de la capacité qui pourrait doubler d'ici 2025.

Structuration / acteurs :

Les acteurs porteurs de cette filière sont des industriels, ils sont donc structurés et organisés pour répondre à une demande nationale.

Cadre normatif :

Les isolants biosourcés sont déjà inscrits dans les cadres normatifs, leur enjeu aujourd'hui est de rentrer dans le champ des techniques dites traditionnelles, c'est ce qui est en cours pour les isolants fibres de bois en ITI.

Environnement :

D'un point de vue environnemental, le principal enjeu pour les isolants biosourcés est de mettre en place des scénarios de fin de vie crédibles et réalistes afin de répondre aux exigences de la REP.

VII. Enjeux et perspectives | Bétons biosourcés

Ressources :

Pour les granulats bois : ressource disponible pour l'industriel concerné.

Pour les granulats chanvre : ressource faible aujourd'hui, mais avec des perspectives favorables avec la création d'une unité de défibrage du chanvre en Isère (production à terme de 1 200 Ha).

Pour les liants : présence d'un acteur important (Vicat) ayant développé et produisant des liants dédiés.

Transformations :

Une usine de préfabrication d'éléments en béton de bois (bientôt 2 en mars 2023), mais pas d'unité de préfabrication de béton de chanvre dimensionnée pour répondre aux projets de la Métropole de Lyon.

A moyen/long terme un projet de développement de préfabrication avec d'autres granulats (tournesol, maïs...) : Alkern.

Structuration / acteurs :

Pas de structuration car il s'agit d'acteurs industriels menant leurs projets de développement.

Cadre normatif :

Dans la mesure où il s'agit de projets propriétaires chaque porteur doit mener ses propres démarches d'évaluation technique : Atex et Avis techniques.

Environnement :

Comme pour l'évaluation technique, chacun doit mener ses démarches d'évaluation environnementale. Les démarches sont en cours pour certains acteurs.

Par ailleurs plusieurs travaux de recherche établissent clairement que les bétons biosourcés se démarquent du point de vue confort d'été grâce à leur comportement hygrothermique.

VIII. Capacité des filières à répondre aux besoins de la Métropole de Lyon

Afin d'évaluer la capacité des filières biosourcées à répondre aux besoins de la Métropole de Lyon nous avons mené deux approches couplées :

- Une approche « macro » :
 - Estimation des besoins de la métropole sur les 8 prochaines années.
 - A partir des entretiens et de données chiffrées, estimation des disponibilités régionales en matériaux biosourcés.
 - Comparaison des besoins et des gisements disponibles.
- Une approche plus fine par systèmes constructifs :
 - Définition de 4 bâtiments types intégrant des systèmes constructifs biosourcés.
 - Evaluation à l'aide du simulateur « Bois et Biosourcés » (Outil Ambition Bois) de la quantité de matières premières biosourcées intégrées dans ces bâtiments types.
 - Hypothèse sur le nombre de bâtiment construit avec ces typologies pour identifier les goulots d'étranglement sur certains matériaux liés au système constructif retenu.

Approche « macro » :

Nous avons dans un premier temps évalué les capacités de chaque filière à l'horizon 2030 que nous avons exprimé en kg de biosourcé.

Nous avons comparé cette capacité au besoin de la Métropole de Lyon sur la base des projections de surface de plancher pour le logement et le tertiaire à l'horizon 2030.

Afin d'évaluer le besoin, nous avons pris l'hypothèse selon laquelle sur les 8 prochaines années :

- 20% des bâtiments seraient construits avec un objectif d'intégration de 18 kg de biosourcé par m² de surface de plancher (équivalent au niveau 1 du bâtiment biosourcé pour les logements collectifs et au seuil défini par le référentiel Habitat Durable pour la construction neuve dès 2022) ;
- 80% des bâtiments seraient construits avec un objectif de 24 kg de biosourcés par m² de surface de plancher (équivalent au niveau 2 du bâtiment biosourcé pour les logements collectifs et au seuil 2025 du référentiel Habitat Durable de la Métropole de Lyon).

L'évolution des capacités des filières en kg de biosourcés a été faite sur la base des données issues des entretiens avec les entreprises et les filières ainsi que sur la base de recherches complémentaires.

Nous sommes parties des capacités des productions actuelles et nous avons pris des hypothèses quant à l'évolution possible de cette capacité. Les principales hypothèses prises pour l'estimation sont les suivantes :

- Pour les bétons de bois, et les préfabriqués paille :
 - Les chiffres correspondent à des produits préfabriqués mis sur le marché, les données sont celles transmises par les entreprises actuellement implantées localement ayant des objectifs de distribution locale/ régionale. ;
 - Les chiffres tiennent compte des évolutions prévues par ces entreprises mais ne prennent pas en compte les potentielles implantations de nouvelles entreprises dans les années à venir si le marché se développe ;
 - Les chiffres ne tiennent pas compte de la disponibilité en matière première (a priori disponible) mais seulement de la capacité de production des entreprises.

- Pour le bois :
 - le calcul tient compte uniquement des bois exploités localement et ne prend pas en compte les produits fabriqués à partir de bois importés.
 - les données recueillies ne permettent pas de savoir comment se fait la répartition de ce bois sur le marché de la construction (par exemple X% pour de l'ossature bois, Y% pour le bardage, etc...).
- Pour le chanvre :
 - Le calcul tient compte des surfaces actuellement en culture et de l'évolution de ces surfaces cultivées compte tenu de la capacité maximale de traitement de la chanvrière en train de s'implanter localement.
 - à partir des surfaces cultivées et un rendement moyen à l'hectare nous estimons un tonnage disponible en chènevottes . On part ensuite du principe qu'un béton de chanvre contient en moyenne 100kg de chènevottes/m3.
- Pour les isolants et les bardages composites :
 - Les données sont celles transmises par les fabricants implantés localement : tonnage actuellement produit par an et capacité maximale des usines à moyen termes.
 - En revanche ces acteurs ont une logique de développement et une aire de distribution à l'échelle nationale (potentiellement donc seule une fraction des isolants produits seraient utilisable à l'échelon régionale).

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<i>prod sciage bois d'œuvre (en kg biosourcé)</i>	900 000 000	900 000 000	900 000 000	900 000 000	900 000 000	900 000 000	900 000 000	900 000 000	900 000 000
<i>Isolants biosourcés (kg biosourcé)</i>	29 600 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000	48 000 000
<i>bétons de bois (kg de biosourcé)</i>	1 670 400	1 670 400	8 352 000	8 352 000	8 352 000	8 352 000	8 352 000	8 352 000	8 352 000
<i>bétons de chanvre (kg de biosourcé)</i>	900 000	2 520 000	4 680 000	7 200 000	7 200 000	7 200 000	7 200 000	7 200 000	7 200 000
<i>préfabriqués paille (kg de biosourcé)</i>	1 110 000	1 110 000	1 110 000	1 110 000	2 220 000	2 220 000	2 220 000	2 775 000	2 775 000
<i>bardage composite (kg de biosourcé)</i>	912 000	1 140 000	1 368 000	1 596 000	1 824 000	2 052 000	2 280 000	2 508 000	2 736 000
TOTAL	934 192 400	954 440 400	963 510 000	966 258 000	967 596 000	967 824 000	968 052 000	968 835 000	969 063 000

Les besoins de Lyon Métropole sont les suivants :

Hypothèse de base :

D'ici 2030 :

- Construction de 7000 logements par an, soit 63000 logements construites sur 9 ans.
- Construction de 1 359 597 m² SDP de bureaux

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total (m2)
logements (kg de biosourcé)	10 693 200	10 693 200	10 693 200	10 693 200	10 693 200	10 693 200	10 693 200	10 693 200	10 693 200	96 238 800
tertiaire (kg de biosourcé)	1 254 000	1 254 000	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	30 998 812
Total Metropole Lyon (kg de biosourcé)	11 947 200	11 947 200	14 763 316	14 763 316	14 763 316	14 763 316	14 763 316	14 763 316	14 763 316	127 237 612

Hypothèse haute :

Afin de parer tout risque d'erreur concernant l'approche des capacités constructibles et sur l'éventualité d'une forte poussée de la demande en matière de biosourcés et géosourcés, une 2^{ème} hypothèse basée sur les données d'études de capacité qui prennent en compte le gisement foncier potentiellement mobilisable sur les secteurs de projet, les terrains mutables, le pavillonnaire, les très grandes emprises a été étudiée :

Soit, d'ici 2030 :

- Construction de 119 703 logements soit environ 7 979 402 m² SDP
- Construction de 1 359 597 m² SDP de bureaux

Soit par an : + 886 000 m² SDP de logements collectifs et + 178 514 m² SDP de bureaux

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total (m2)
logements (kg de biosourcé)	20 214 485	20 214 485	20 214 485	20 214 485	20 214 485	20 214 485	20 214 485	20 214 485	20 214 485	181 930 366
tertiaire (kg de biosourcé)	1 254 000	1 254 000	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	4 070 116	30 998 812
Total Metropole Lyon (kg de biosourcé)	21 468 485	21 468 485	24 284 601	24 284 601	24 284 601	24 284 601	24 284 601	24 284 601	24 284 601	212 929 177

Résultats avec Hypothèse de base :

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Part Metropole de Lyon vs gissement total biosourcé	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%

Résultats avec Hypothèse haute :

Basée sur un potentiel de besoin correspondant à 119 000 m² constructible d'ici 2030, cette hypothèse permet de montrer d'un point de vue « macro » que le besoin de la Métropole représente, par rapport à la capacité des filières biosourcées régionales le pourcentage suivant :

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Part Metropole de Lyon vs gissement total biosourcé	2%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%

La part peut paraître faible, mais pour se faire une idée, il convient toutefois de regarder la part de la Métropole de Lyon par rapport à l'ensemble de la Région. En effet, la construction neuve (logements) représente un peu moins de 20% de la construction neuve de logement en Région Auvergne Rhône-Alpes¹⁸. Par conséquent, le besoin de la Métropole de Lyon (avec les objectifs d'intégration de biosourcés envisagés ci-dessus) ne va pas « surexploiter » la ressource disponible en biosourcé en Région.

¹⁸ 51300 logements mis en chantier à septembre 2022 sur 12 mois. Chiffres CERC Auvergne Rhône Alpes

Approche par système constructifs :

Une analyse plus fine, doit nous permettre d'identifier les éventuels « goulots d'étranglement » par systèmes constructifs pouvant être limitant.

Pour cela nous avons modélisé différents types de bâtiments R+3, Sref : 1000 m2 :

- Type 1 : Bâtiment 3 niveaux ossature béton - FOB¹⁹ - isolant biosourcé - bardage composite
- Type 2 : Bâtiment 3 niveaux ossature béton - FOB - paille -bardage composite
- Type 3 : Bâtiment 3 niveaux murs béton - isolant biosourcé - menuiserie bois-alu
- Type 4 : Bâtiment 3 niveaux ossature béton - FOB - béton biosourcé
- Type 5 : Bâtiment 3 niveaux – RDC béton 2 niveaux en construction ossature bois-charpente industrielle -isolant biosourcé

Nous n'avons pas fait le choix de modéliser des bâtiments « tout bois » pour plusieurs raisons :

- Au-delà du R+4 les structures poteaux poutres en bois présente des différences de surcoût importante avec un équivalent poteau dalle béton, les réalisations sont alors souvent en CLT dont les disponibilités locales sont faibles;
- Sur les projets au-delà du R+4 , les acteurs de l'immobilier plébiscitent plus généralement la mixité : mix poteaux dalle béton avec des FOB (façades à ossature bois), deux derniers étages en bois, attiques en bois, etc...

Dans ce cas là comme le cas du bâtiment de type 5 le seuil 2028 pour le RE2020 peut être atteint.

Les bâtiments modélisés en béton et bois pour cette étude correspondent actuellement au seuil Ic Construction 2025-2027 exigé la RE2020 .

Pour chaque type de bâtiment nous avons évalués les contenus en biosourcé avec le simulateur Bois-Biosourcés développé par le CNDB et disponible gratuitement en téléchargement sur le site Ambition Bois : [Objectif Construction \(ambition-bois.fr\)](http://ambition-bois.fr) :

Voir tableau ci-après

¹⁹ FOB= Façade Ossature Bois = façade non porteuse

	Sref (m²)	Quantité de biosourcés (kg de matière première biosourcée/SDP)	Volum e de bois (m3)	Isolants industrialisés (kg de matière première biosourcée)	Paille (kg de matière première biosourcée)	Béton biosourcés (kg de matière première biosourcée)	Bardage Composite (kg de matière première biosourcée)
Type 1 : FOB - isolant biosourcé - bardage composite	1000	29,2	39,8	12171	0	0	4328
Type 2 : FOB - paille -bardage composite	1000	59,6	39,8	0	47069	0	4328
Type 3 : isolant biosourcé - menuiserie bois-alu	1000	20	11,71	12171	0	0	0
Type 4 : FOB - béton biosourcé	1000	30,54	39,8	0	0	18000	0
Type 5 : RDC béton + 2 niveaux en COB + isolation biosourcée + charpente industrielle	1000	73,5	96,45	12171	0	0	0

Si on répartit ces différentes typologies de bâtiment sur le parc de logements de la Métropole de Lyon, on peut évaluer les limites de chaque système constructif.

La répartition suivante, nous donne les limites de chaque système sur la base des chiffres 2023 (pour Hypothèse de base) :

	% du parc de logements	Quantité de biosourcés (kg)	Volume bois (m3)	Isolants industrialisés (kg de biosourcé)	Paille (kg de bio)	Béton biosourcé (kg de biosourcé)	Bardage composite (kg de biosourcé)
Type 1 : Bâtiment 3 niveaux ossature béton - FOB - isolant biosourcé - bardage composite	25,0%	3 423 700	5 367	1 641 107	0	0	583 577
Type 2 : Bâtiment 3 niveaux ossature béton - FOB - paille -bardage composite	4,5%	1 257 858	966	0	1 142 400	0	105 044
Type 3 : Bâtiment 3 niveaux béton - isolant biosourcé - menuiserie bois-alu	50,5%	4 736 900	3 189	3 315 037	0	0	0
Type 4 : Bâtiment 3 niveaux ossature béton - FOB - béton biosourcé -	15,0%	5 170 725	7 803	0	0	1 456 245	0
Type 5 : Bâtiment 3 niveaux – RDC béton + 2 niveaux COB – isolant biosourcé – Charpente Industrielle	5,0%	1 723 575	2 601	328 221	0	0	0
	100%	16 312 758	19 926	5 284 365	1 142 400	1 456 245	688 621

Les principales conclusions que l'on peut tirer sur la base de ces hypothèses sont les suivantes :

- Le bois et les isolants biosourcés ne sont pas limitants par rapport à la demande de la Métropole de Lyon. Il conviendrait toutefois, pour le bois de regarder plus en détail par système constructif et produit disponibles.
- En revanche, les limites sont atteintes pour les chiffres 2023 (hypothèse haute):
 - pour les caissons préfabriqués en paille (la disponibilité en ressource paille est, elle, plus importante) avec 2% du parc de la Métropole de Lyon,
 - pour les bétons biosourcés avec 14% de construction possible
 - pour les bardages composites avec 20% pour le bardage composite.

Ces pourcentages évoluent avec l'augmentation des capacités de production des différents systèmes constructifs. Ainsi à l'horizon de 5 ans la capacité de production des caissons préfabriqués en paille passe à 4% (hypothèse haute) (voir presque 10% pour l'hypothèse de base en tenant compte uniquement des chiffres annoncés par les fabricants implantés actuellement) et les bétons biosourcés ne sont quasiment plus limitants.

Et pour les géosourcés ?

Il conviendrait de faire la même analyse pour la filière Terre et la filière Pierre même si a priori pour ces deux filières la ressource ne semble pas limitante.

En effet pour la terre la ressource est disponible a priori mais pour l'utiliser il faut :

- La caractériser: les applications possibles dépendent de la qualité de la terre disponible;
- Des professionnels en capacité de mettre en œuvre : beaucoup d'artisans sont présents en région AURA mais ce sont souvent des TPE parfois unipersonnelle qui peuvent avoir des difficultés à répondre à de gros chantiers
- Développer la préfabrication : le coût de la mise en œuvre est un vrai frein pour la construction en terre , développer la préfabrication peut permettre d'absorber une partie des coûts liés à la mise en œuvre. Ou permettre de proposer des produits plus faciles à mettre en œuvre (notamment BTC et cloison).

Conclusion

L'étude a permis de mettre en avant les points suivants :

- Les filières biosourcées et géosourcées sont bien développées au niveau régional avec une importante présence de professionnels (industriels, artisans poseurs, acteurs de la recherche, etc.)
- Les industriels sont préparés à l'augmentation de la demande et ont pour la plupart des possibilités pour augmenter leur capacité de production à court et moyen terme;
- Les besoins de la Métropole de Lyon d'ici 2030 seraient couverts par les ressources et produits/systèmes constructifs disponibles localement.

En revanche, plusieurs points peuvent constituer des freins à leur bonne mise en œuvre dans les projets :

- Les techniques constructives actuellement développées sur le marché ne sont pas toutes aptes à l'usage pour les typologies de bâtiments à construire dans la métropole (avis technique ou autre preuve d'aptitude à l'usage limité à une certaine hauteur de bâtiment par exemple).
- Les acteurs de l'acte de construire (notamment maître d'ouvrage/ maître d'œuvre) ne sont pas toujours assez sensibilisés / formés et peuvent avoir de la difficulté à trouver l'information et donc sauter le pas de l'utilisation de ces matériaux. Par conséquent, ces acteurs ont besoin d'être accompagnés sur leurs projets par des experts du sujet.
- Les artisans et entreprises de construction doivent encore être formés pour mieux appréhender ces produits bas-carbone et avoir la capacité de répondre aux nouveaux marchés se développant.
- Les disponibilités par ressources sont disparates et il y a donc un enjeu fort à privilégier la mixité des matériaux sur les projets et non pas une filière au profit d'une autre.
- Le coût de certains systèmes (fournitures + pose) représente un frein à leur prescription si on limite la comparaison à l'application. Bien souvent en regardant à une échelle plus large : bâtiment voire étude en coût global on peut trouver des équilibres :
 - Ex 1 : béton de chanvre en remplissage d'une ossature poteaux/dalles béton : le béton de chanvre est plus cher (fourniture et pose) que le béton banché mais il est beaucoup plus léger et donc des économies sont trouvées sur les fondations (moins dimensionnée).
 - Ex 2: Murs en bottes de paille : léger surcout d'un caisson préfabriqué en bois et bottes de paille mais la performance passive du mur en bottes de paille permet des économies sur les équipements de chauffage

La dynamique est engagée et de nouveaux produits arriveront sur le marché dans les prochaines années. Quelques leviers sont encore à actionner pour une intégration plus forte de matériaux biosourcés et plus largement bas carbone dans les futurs projets de la métropole de Lyon. »