

Mémoire de fin d'études: Les isolants biosourcés: des solutions alternatives freinées dans leur intégration au sein du secteur de la construction

Auteur : Gouy, Alexia

Promoteur(s) : Schmitz, Dimitri

Faculté : Faculté d'Architecture

Diplôme : Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24192>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte integral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



Université de Liège - Faculté d'Architecture

Les isolants biosourcés: des solutions alternatives freinées dans
leur intégration au sein du secteur de la construction

*Travail de fin d'études présenté par Alexia Gouy, en vue de l'obtention du
grade de Master en Architecture.*

Sous la direction de Monsieur Dimitri Schmitz
Année académique 2024-2025

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et la chance que j'ai eue de pouvoir entreprendre ces études. Je suis consciente que cette opportunité n'est pas accessible à tout le monde, et je mesure pleinement le privilège que cela représente.

Ce travail de fin d'études marque non seulement l'aboutissement de ce projet, mais bien plus encore : il symbolise la fin d'un parcours de sept années d'apprentissage, durant lesquelles j'ai pu acquérir de nombreuses connaissances et faire de belles rencontres. Je pense notamment à toutes celles et ceux qui m'ont toujours soutenue. Pour cela, merci !

Je souhaite également adresser toute ma reconnaissance à mon promoteur, Dimitri Schmitz, pour sa disponibilité, son écoute et ses précieux conseils. Nos échanges ont nourri ma réflexion et enrichi considérablement ce travail. Merci infiniment.

Un immense merci aussi à ma famille. Malgré les deux échecs que j'ai traversés au cours de mon parcours scolaire, vous ne m'avez jamais lâchée. Votre patience, votre confiance et vos encouragements m'ont portée, même dans les moments de doute. Grâce à vous, je vois enfin le bout du tunnel de ces sept années d'étude. Merci !

Je souhaite également exprimer ma gratitude à Stéfanie pour son illustration.

Je remercie aussi chaleureusement les lectrices de ce travail de fin d'étude, qui y ont consacré de leur temps.

À toutes ces personnes qui ont compté sur ce chemin : merci !

Alexia

Abstract

Le secteur de la construction est aujourd’hui confronté à des enjeux environnementaux majeurs, notamment en raison de sa contribution importante à la pollution et aux émissions de gaz à effet de serre. Dans ce contexte, atteindre la neutralité carbone d’ici 2050 devient une priorité incontournable. Ce travail de fin d’études s’inscrit pleinement dans cette démarche en explorant le rôle des isolants biosourcés, des matériaux aux qualités prometteuses pour réduire l’impact environnemental des bâtiments.

L'étude vise à analyser les obstacles qui freinent leur adoption à grande échelle, mais également à mettre en lumière des leviers susceptibles d'encourager leur utilisation. Pour cela, une double approche est adoptée : d'une part, une revue approfondie de la littérature scientifique sur les matériaux biosourcés, avec un focus particulier sur les isolants ; d'autre part, une série d'entretiens qualitatifs menés auprès d'acteurs clés du secteur un architecte, un entrepreneur et un maître d'ouvrage apportant un éclairage concret sur les défis et opportunités rencontrés.

Ce mémoire se veut ainsi une contribution à la transition écologique dans le secteur de la construction, en proposant des recommandations basées sur un croisement entre théorie et retours d'expérience professionnels.

Utilisation de l'intelligence artificielle

Pour la réalisation de ce travail de fin d'études, j'ai eu recours à plusieurs outils numériques afin de faciliter certaines étapes du processus.

- ChatGPT m'a notamment servi à reformuler certaines parties de mon texte, à améliorer la clarté rédactionnelle et à retravailler certaines tournures de phrase, tout en veillant à conserver le sens et les idées originales. Il m'a également été précieux pour m'aider à faire des liens entre différents articles scientifiques, en synthétisant des informations.
- TurboScribe a quant à lui été utilisé pour la retranscription des interviews, ce qui m'a permis de gagner du temps et d'obtenir des versions écrites facilement exploitables et révisables.
- Google Traduction m'a aidée à traduire certains articles scientifiques en anglais, facilitant ainsi l'accès à des ressources parfois peu accessibles autrement.

Ce qui m'a conduit à explorer ce thème...

Dans un premier temps, j'ai d'abord exploré plusieurs pistes qui, après réflexion, m'ont rapidement fait comprendre que la suite de ma réflexion risquait d'être bloquée, et que je ne pourrais pas exploiter pleinement le sujet. Le temps passait, et je n'avais toujours pas trouvé de thème qui me motive vraiment. C'est en reprenant les propositions de sujets mises à disposition par l'université sur notre plateforme que l'idée des matériaux biosourcés a attiré mon attention.

Je me suis alors rendue compte que je n'avais quasiment aucune connaissance sur ce sujet, et à l'approche de mon stage, il m'a semblé particulièrement pertinent, d'un point de vue tout à fait professionnel, de me pencher dessus pour en apprendre davantage.

Je me suis donc posée plusieurs questions, notamment : quel est l'élément le plus développé dans les matériaux biosourcés? Rapidement, la réponse s'est imposée : l'isolation. C'est ainsi que mon intérêt s'est porté sur les isolants biosourcés, même si au début je ne savais pas encore précisément sur quel aspect me concentrer.

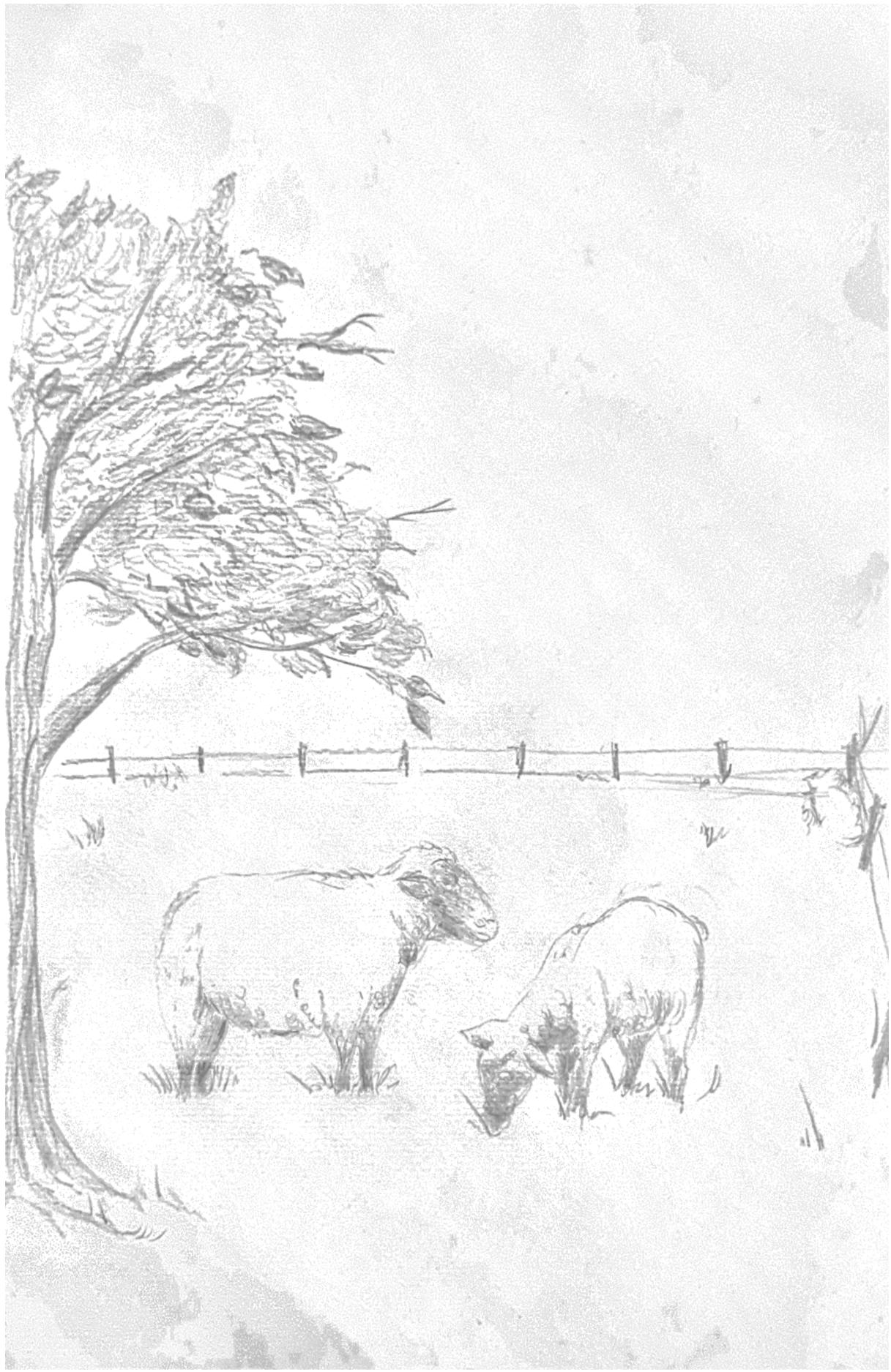
Quelques semaines plus tard, ma sœur et son conjoint rénoyaient une maison. Ils évoquaient le sujet de l'isolation, ce qui a éveillé davantage ma curiosité. Ils n'avaient nullement connaissance des isolants biosourcés et n'avaient pas été informé par leur architecte. C'est à ce moment-là que j'ai compris que j'avais trouvé une orientation pertinente: Quels sont les obstacles aux isolants biosourcés?

Table des matières

1. Introduction	14
1.1 Problématique	14
2. Méthodologie	18
3. Les matériaux biosourcés	22
3.1 Définition.....	22
3.2 Historique	23
3.3 Origine de la biomasse.....	26
3.4 Utilisation des matériaux biosourcés en construction	28
3.5 Avantages des matériaux biosourcés	29
3.6 Cartographie des matériaux biosourcés en Belgique	31
4. Théorie sur les isolants biosourcés.....	34
4.1 Définition de l'isolation selon Larousse ».....	34
4.2 L'importance de l'isolation en construction	37
4.3 Origine de la matière première des isolants.....	38
4.4 Les isolants dits biosourcés.....	39
4.5 Description des différents isolants biosourcés.....	40
- Fibre de bois.....	40
- Laine de mouton.....	42
- Micanthus	44
- Paille	46
- Liège.....	48
- Ouate de cellulose.....	50
- Laine d'herbe.....	52
- Laine de bois.....	54
- Laine de chanvre.....	56
- Laine de coton	58
- Coquillages	60
- Verre cellulaire	62
- Blocs de chaux-chanvre	64
- Lin	66
4.6 Les différents types d'isolants biosourcés en lien avec l'origine de la matière première.....	68
- Isolants d'origine animale	68
- Isolants d'origine végétale.....	69
- Isolants d'origine recyclée	70
4.7 Formes des isolants.....	71
4.8 Mise en situation des types d'isolants en construction.....	72

- Isolation thermique d'une toiture à versant.....	.73
- Isolation thermique d'une toiture plate.....	.74
- Isolation thermique d'un mur.....	.75
- Isolation thermique d'une dalle.....	.76
-Conclusion des tableaux.....	.77
5. Etat de l'art sur les obstacles aux matériaux biosourcés.....	.81
6. Obstacles aux isolants biosourcés.....	.86
6.1 Obstacle technique et condition de mise en oeuvre sur chantier.....	.87
6.2 Obstacle lié au prix.....	.87
6.3 Obstacle du lobbyisme et de la domination des grandes entreprises.....	.88
6.4 Obstacle formation des professionnels du bâtiment.....	.88
6.5 Obstacle cognitif et culturel.....	.89
6.6 Obstacle informationnel: manque de connaissances diffusées et faible sensibilisation....	.89
6.7 Obstacle juridique.....	.89
6.8 Obstacle coût élevé du prototype et des tests.....	.90
7. Enquête auprès des acteurs.....	.96
7.1 Questionnaire.....	.96
7.2 Interview entrepreneur.....	.98
7.3 Interview maître d'ouvrage.....	.100
7.4 Interview architectes.....	.102
7.5 Apports et enseignements tirés des interviews.....	.104
8. Etat de l'art sur les moyens de sensibilisation.....	.111
9. Leviers face aux obstacles.....	.117
9.1 L'affiche.....	.120
9.2 La brochure.....	.122
9.3 Le jeu.....	.124
9.4 La formation.....	.124
9.5 La mise en situation.....	.128
9.6 La vidéo.....	.129
10. Discussion.....	.132
10.1 Confrontation des résultats vis-à-vis de la recherche.....	.132
10.2 Limites de la recherche.....	.135
10.3 Apports de la recherche.....	.137
10.4 Perspective de la recherche137
11. Conclusion.....	.140
12. Bibliographie.....	.144

+ FICHIER ANNEXE



Chapitre 1

Introduction



1. Introduction

1.1 Problématique

Depuis 1750, les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont fortement augmenté, principalement en raison des activités humaines. Le dernier rapport du GIEC de 2023 alerte sur l'urgence d'agir afin de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C et d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 (climat.be, 2023). Pour y parvenir, il est indispensable de mettre en œuvre des stratégies ambitieuses, visant à réduire notre empreinte écologique, à promouvoir les énergies renouvelables et à encourager des modes de vie plus durables. C'est pourquoi l'Union européenne a lancé le Pacte Vert, avec pour objectif une réduction de 55 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2030 (Pacte vert pour l'Europe, s. d.).

Un tournant important dans cette prise de conscience a été le rapport Brundtland de 1987, qui a introduit la notion de développement durable et sensibilisé la société à l'impact de ses actions sur l'environnement (Trachte, 2012). Aujourd'hui, le secteur de la construction représente encore une source majeure de pollution. Toutefois, des solutions émergent, notamment à travers l'utilisation de matériaux biosourcés (Bansard et al., 2021). Grâce à leur faible impact environnemental, ils constituent une alternative durable aux matériaux conventionnels (Bansard et al., 2021).

Face à cette réalité, les réglementations européennes (directive (UE) 2024/1275) Adoptée en 2024, cette directive oblige les États membres à veiller à ce que tous les nouveaux bâtiments soient à émissions nulles.(CoBrACE). Bruxelles vise l'interdiction des logements ayant un certificat PEB de classe F ou G d'ici 2030 (Charron.; et al, 2024). Bruxelles favorise l'implantation de technologies plus efficientes, contribuant ainsi à l'objectif global de neutralité carbone (Charron et al., 2024). En Wallonie, l'objectif est de relever progressivement les exigences minimales de PEB à l'horizon 2050. Contenu du fait que le secteur de la construction représente 38 % de la consommation énergétique et 21 % des émissions de gaz à effet de serre (SPW Energie, 2023). Le plan d'action pour la rénovation énergétique vise à transformer le parc immobilier en un ensemble de bâtiments à haute performance d'ici 2050 (SPW Énergie, 2023).

Dans cette dynamique, la rénovation énergétique occupe une place centrale. Elle répond à des enjeux sociaux, écologiques et économiques mais ne se limite pas à l'amélioration de la performance thermique. En effet, de nombreux critères influencent les décisions des porteurs de projets, comme le coût des travaux, l'esthétique, le confort thermique et acoustique, ou encore l'intégration

harmonieuse dans le paysage bâti (Lefrançois, 2020).

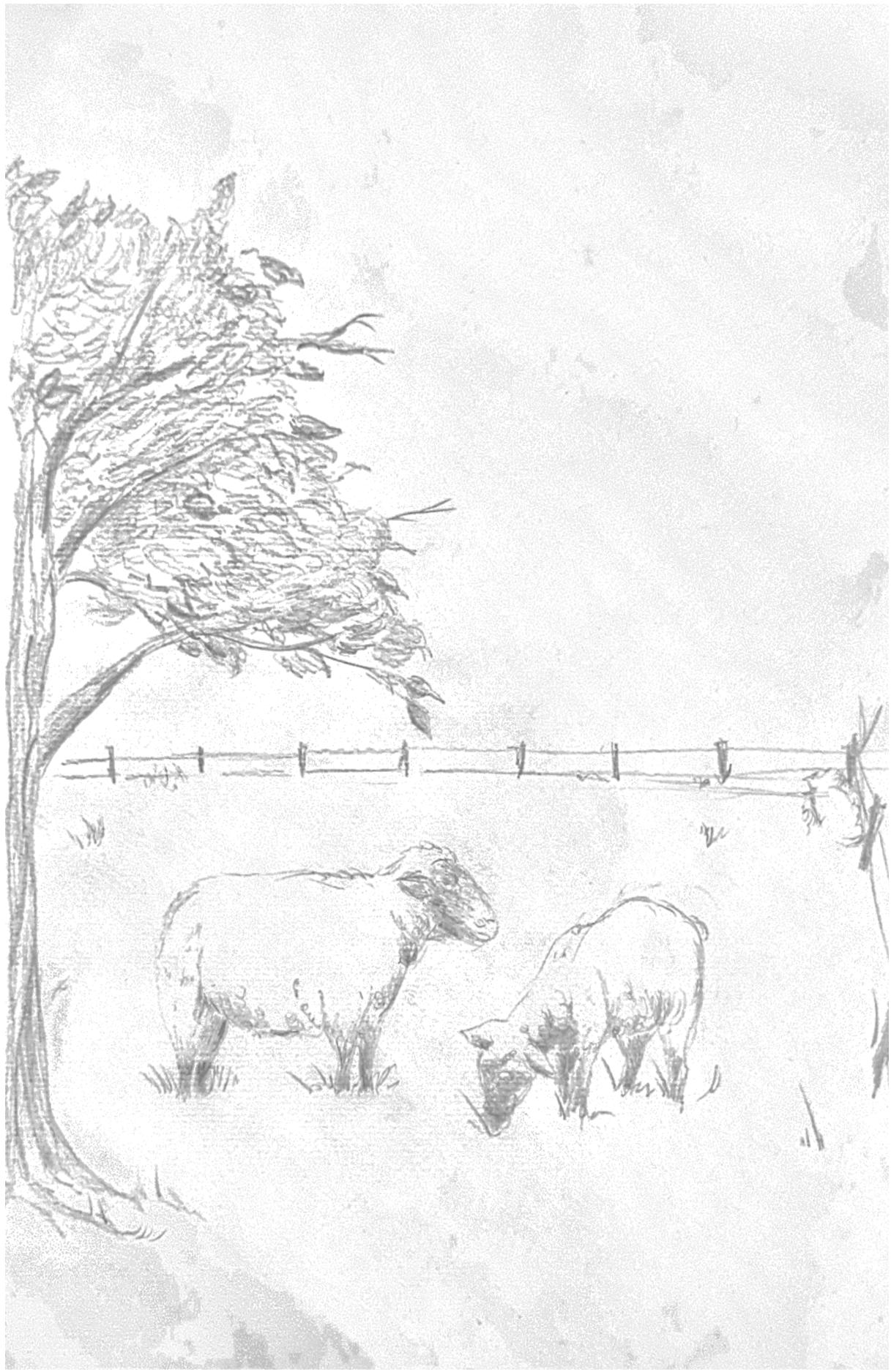
Cependant, en Wallonie, pour atteindre les objectifs climatiques de 2050, l'intensification du rythme des rénovations est impérative. Il faudrait ainsi tripler le nombre de rénovations complètes, atteignant environ 125 rénovations par jour, pour viser un taux annuel de 3 % (SPW Energie, 2023). Le parc immobilier wallon, relativement ancien, nécessite une mise à niveau urgente afin de répondre à ces enjeux climatiques et énergétiques (SPW Énergie, 2023).

Dans cette transition, les isolants biosourcés apparaissent comme une solution clé. Par leur caractère renouvelable, leur capacité à stocker le carbone atmosphérique et leur faible énergie grise, ces matériaux contribuent efficacement à la réduction de l'empreinte environnementale du bâtiment (Derombise, 2017; Cosentino et al. 2023). Ils sont issus de la biomasse qui agit comme un puit carbone et est capable de stocker le CO₂ tout au long de sa croissance jusqu'à sa décomposition. La valorisation de la biomasse en matériaux de construction permet de passer d'un stockage au temps limité à un temps long (Mouga & Barreto Fernandes, s. d.).

Malgré leurs avantages, leur diffusion reste limitée notamment pour cause d'obstacles psychologiques, techniques et/ou financiers (Ducarme, 2024).

Dès lors, une question essentielle se pose :

« Quels sont les obstacles à la généralisation des isolants biosourcés, pourtant alignés avec les enjeux de transition écologique ? »



Chapitre 2

Méthodologie



2. Méthodologie

Afin de comprendre les obstacles à l'adoption des isolants biosourcés dans le secteur de la construction, une démarche en trois temps a été mise en place, articulée autour de trois objectifs principaux.

Objectif 1 : établir un inventaire des obstacles rencontrés dans le secteur de la construction concernant l'utilisation des isolants biosourcés.

Dans le cadre de cet objectif, je m'appuierai sur de la revue de la littérature réalisée à partir de sources scientifiques, d'études académiques, de mémoires, ainsi que de rapports. Cette étape constitue une base essentielle pour dresser un état des lieux rigoureux et structuré des obstacles identifiés à l'usage des isolants biosourcés dans le secteur de la construction. L'analyse de cette documentation permettra de constituer une liste aussi exhaustive que possible des obstacles qu'ils soient techniques, économiques, réglementaires, culturels ou logistiques et qui entravent leur intégration plus large dans les pratiques actuelles de construction.

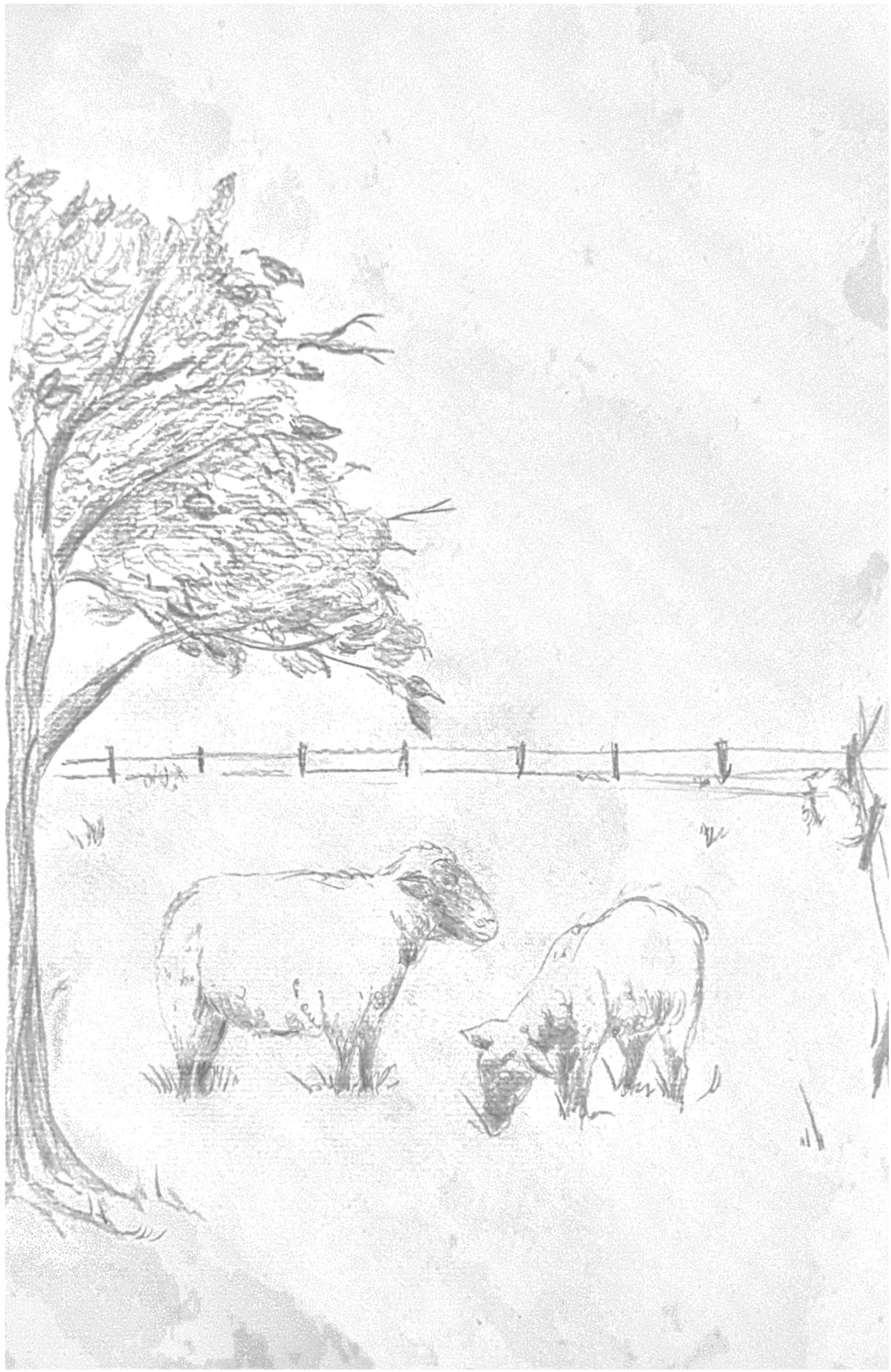
Objectif 2 : identifier et approfondir des obstacles jugés particulièrement déterminant, dont les levées pourraient favoriser une adoption plus large de ces isolants.

La seconde phase de ce travail articule l'analyse documentaire avec une série d'entretiens semi-directifs réalisés auprès d'acteurs directement impliqués sur le terrain, tels que des professionnels du bâtiment, des architectes, ainsi qu'un maître d'ouvrage. Ces échanges visent à approfondir la compréhension des obstacles identifiés dans la littérature, en confrontant les données théoriques à l'expérience concrète des praticiens. Ils permettent également de valider, nuancer ou compléter les constats issus de la revue documentaire. Je porte une attention particulière aux obstacles qui me semblent les plus importants, davantage d'ordre social que réellement techniques ou financiers. Je choisis délibérément les obstacles sur lesquels je souhaite travailler.

Objectif 3 : proposer des leviers pour surmonter les obstacles retenus.

À partir des enseignements tirés des entretiens, croisés avec les résultats de l'analyse documentaire et l'étude comparative de solutions mises en œuvre dans d'autres contextes (en Belgique ou à l'étranger), des pistes d'action seront dégagées. Celles-ci pourront prendre la forme de recommandations de stratégies de sensibilisation. Ces propositions s'appuieront sur les apports de la littérature. Elles feront l'objet d'une analyse critique afin d'en évaluer la pertinence, la faisabilité et les limites. L'objectif final est de contribuer à une intégration plus large

des isolants biosourcés, jusqu'à ce qu'ils puissent être envisagés non plus comme des solutions marginales, mais comme de véritables alternatives courantes aux isolants conventionnels.



Chapitre 3

Les matériaux biosourcés

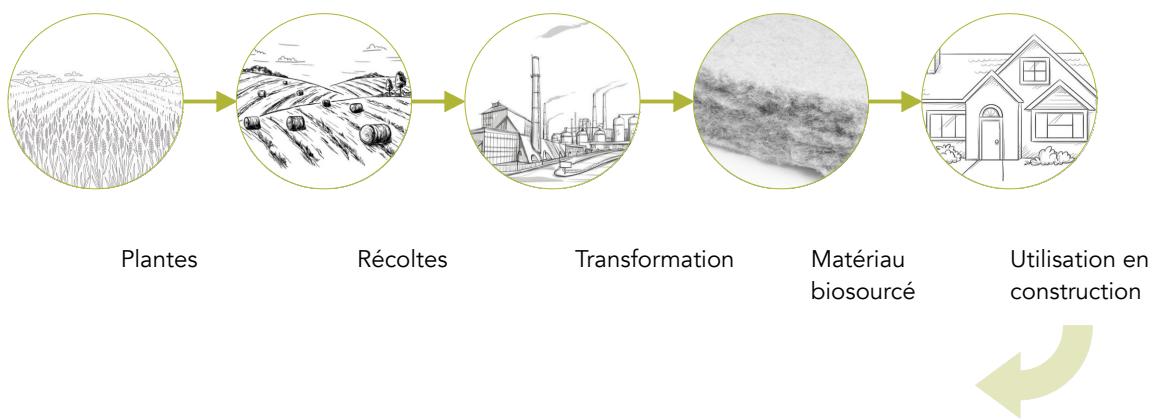


3. Les matériaux biosourcés

3.1 Définition

Tout d'abord, le terme « biosourcé » désigne un matériau fabriqué à partir de matières carbonées provenant de la biomasse. Autrement dit, il s'agit de ressources renouvelables issues de la matière organique, produites de manière continue par des végétaux ou des animaux (Trachte, 2024). À côté de cette définition, on peut également parler de matériaux dits « naturels » lorsque ceux-ci ont subi très peu de transformations, et que leur aspect ainsi que leur composition restent proches de l'état initial de la matière première (Trachte, 2024). Par ailleurs, selon Bos et Stiernon, un matériau de construction biosourcé se définit plus précisément comme un matériau d'origine végétale ou animale, dérivé de la biomasse, et dont la part de matière biosourcée est supérieure à 80 % (Bos & Stiernon, 2022). Cela implique que seules les matières d'origine biologique sont prises en compte, à l'exclusion des ressources provenant de formations géologiques ou de matériaux fossilisés. Ce type de matériau présente généralement des caractéristiques intéressantes, telles que la biodégradabilité, la possibilité d'être composté, et surtout qu'il soit renouvelable(Bos & Stiernon, 2022).

Cycle d'un matériau biosourcé



Dans le cadre d'une rénovation, par exemple, un matériau biosourcé peut présenter l'avantage d'être compostable, renouvelable, et donc plus facilement réintégré dans le cycle naturel.

3.2 Historique

L'utilisation de la biomasse dans la construction ne date pas d'hier. Elle remonte à des temps très anciens, puisque dès la période paléolithique, l'Homme a dû faire face aux contraintes de son environnement et trouver des moyens de se protéger. Il a ainsi commencé à construire des abris rudimentaires à partir des ressources naturelles dont il disposait, comme des peaux de bêtes, des ossements, de la paille ou encore des branches, donnant naissance aux premières formes de huttes (De Beaune, 2010).



Figure 1: Reconstitution des huttes néandertaliennes de Gontsy.
Source: Kroko pour hominides.com; s.d

Plus tard, au cours de la période néolithique, on observe l'apparition des premières constructions utilisant la terre comme matériau principal. Pour la renforcer, on y ajoutait des fibres ainsi que des branches végétales, un mélange appelé le torchis. Cette technique de mise en œuvre est encore largement connue et utilisée aujourd'hui. Cependant, au fil des siècles, la disponibilité des matériaux végétaux a diminué de manière significative, ce qui a conduit à leur remplacement progressif par des matériaux dits géosourcés (Azzoug & Kabeche, 2021).

Par ailleurs, l'usage du bois s'est largement répandu dans la construction des maisons, notamment dans le but de réaliser des structures rectangulaires. Cette forme permettait d'obtenir des murs plus droits et mieux tenus, parfaitement perpendiculaires les uns par rapport aux autres, ce qui améliorait la stabilité et l'organisation des bâtiments. En complément, on retrouve aussi des constructions réalisées en roseau, qui témoignent d'une évolution significative dans la manière d'organiser et de concevoir l'espace bâti (De Beaune, 2010).



Figure 2: Reconstitution habitat néolithique.
Source: Samara: Parc naturel et archéologie ; s.d

Cependant, avec l'avènement de l'industrialisation et la standardisation progressive du secteur de la construction, les matériaux issus de la biomasse ont été peu à peu relégués au second plan. Longtemps perçus comme des solutions archaïques, ils ont été largement abandonnés au profit de matériaux industriels, produits en masse et répondant à une logique de performance et de rentabilité (Azzoug & Kabeche, 2021).

C'est dans les années 1970, à la suite du choc pétrolier, qu'on observe un véritable tournant. La crise énergétique a révélé une forte dépendance du secteur du bâtiment aux énergies fossiles et a provoqué une prise de conscience sur la nécessité de développer des alternatives plus durables. Dans ce contexte, les matériaux naturels et biosourcés réapparaissent dans le débat architectural, non plus comme des reliques du passé, mais comme des solutions porteuses d'avenir. Leur retour s'inscrit alors dans une dynamique de redécouverte, alimentée par des préoccupations écologiques croissantes et par la volonté d'explorer des modes de construction plus respectueux de l'environnement (Le Tallec, 2017).

Aujourd'hui, des efforts sont menés pour améliorer notamment les performances des matériaux biosourcés afin de surmonter les limites et les obstacles rencontrés dans le secteur du bâtiment (Azzoug & Kabeche, 2021).

Avant d'être un choix militant ou innovant, l'usage des matériaux biosourcés était avant tout une évidence pratique et contextuelle. L'architecture vernaculaire, parfois qualifiée de spontanée ou anonyme, illustre parfaitement cette logique. Construire en terre, en pierre ou avec de la paille n'avait rien d'exceptionnel : il s'agissait d'utiliser ce que le site offrait, sans transport ni transformation coûteuse. Ces « ressources spontanées » étaient adaptées au climat, aux habitudes locales, et intégrées dans des techniques évolutives transmises oralement (Rudofsky, 1977/1979).

Dans de nombreux exemples anciens, cette architecture se révèle d'une grande intelligence constructive. Les tours en terre crue du Yémen, les habitats troglodytes de Lo-Yang en Chine du nord ou encore les toitures en chaume montrent la durabilité et la pertinence de ces matériaux biosourcés, même dans des contextes extrêmes (Rudofsky, 1964/1977).

À l'heure où la rénovation cherche à réduire son impact environnemental, la sobriété, l'adaptation au site et l'autonomie locale, principes vernaculaires, peuvent inspirer une réintégration raisonnée de ces ressources. Il s'agit, non de reproduire les formes d'hier, mais de renouer avec une certaine logique de bon sens, aujourd'hui soutenue par des outils modernes comme l'analyse de cycle de vie.

3.3 Origine de la biomasse

La biomasse constitue une ressource disponible en quantités importantes dans la plupart des régions du monde, y compris dans des zones soumises à des conditions climatiques difficiles comme les territoires arides ou semi-arides, représentant donc un potentiel local et accessible (Boyeux, 2016). Aujourd’hui, le secteur de la construction exploite principalement la forêt. Pourtant, d’autres gisements mériteraient davantage d’attention : les produits agricoles, les matières issues du recyclage ainsi que certaines ressources naturelles présentes dans les écosystèmes. Ces gisements restent largement sous-valorisés, alors qu’ils pourraient jouer un rôle principal dans une approche plus durable des matériaux (Boyeux, 2016).

Il est essentiel de rappeler que les usages prioritaires de la biomasse concernent en premier lieu l’alimentation humaine et animale, ainsi que le retour de la matière organique au sol permettant de préserver les fonctions vitales des sols et leur fertilité (Boyeux, 2016). Toutefois, lorsqu’on envisage d’autres utilisations, notamment dans le domaine de la construction, il est préférable d’exploiter la ressource vers la fabrication de matériaux capables de prolonger le stockage du carbone sur le long terme. Cette stratégie s’avère bien plus pertinente que son utilisation à des fins énergétiques, qui, bien que courante, ne permet pas de tirer pleinement parti du potentiel de la biomasse en matière de lutte contre le changement climatique (Boyeux, 2016).

Les cinq origines de la biomasse

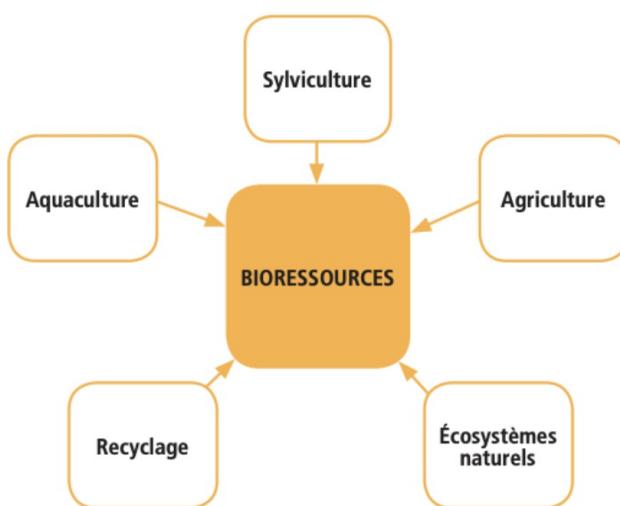


Figure 3: Les cinq origines de la biomasse.
Source: Bernard Boyeux ; 2016.

Sylviculture

La forêt est la principale ressource biosourcée couvrant environ 30 % de la surface terrestre. Au-delà du bois pour le gros œuvre, la fibre de bois sert à fabriquer divers matériaux comme des panneaux isolants (Boyeux, 2016).

Agriculture

Les terres agricoles couvrent 12 % du globe. Leur potentiel dépend des rendements et de l'eau disponible. On y exploite principalement des plantes à fibres (chanvre, lin) mais aussi des sous-produits agricoles (pailles de céréales, cosses de riz, palmes) aux ressources encore peu valorisées (Boyeux, 2016).

Écosystèmes naturels

Peu utilisés dans la construction moderne, ces écosystèmes recèlent pourtant un fort potentiel. Une gestion rigoureuse pourrait rendre ces ressources aussi importantes que la forêt ou l'agriculture. Par exemple, au Maroc, les alfatières pourraient produire un million de tonnes de fibres par an. Certaines espèces invasives, comme le typha au Sénégal, peuvent aussi être transformées en ressources (Boyeux, 2016).

Recyclage

Le recyclage donne une nouvelle vie au papier, carton ou fibres textiles, souvent performants thermiquement, et s'inscrit dans une économie circulaire. Au Québec, plus de 80 % des isolants en vrac sont fabriqués à partir de papier recyclé (Boyeux, 2016).

Aquaculture

Les algues et autres matières issues de l'aquaculture sont encore très peu exploitées, limitées à quelques expérimentations ou savoir-faire vernaculaire (Boyeux, 2016).

Selon Valbiom, la Wallonie produit déjà plusieurs cultures biosourcées : lin, chanvre, ortie, miscanthus, herbe, paille de céréales, colza et lin oléagineux, qui pourraient être mieux valorisées en construction durable (Valbiom, 2021).

3.4 L'utilisation des matériaux biosourcés dans la construction

Dans le cadre de l'utilisation des matériaux biosourcés, on constate qu'ils peuvent intervenir à plusieurs étapes d'un projet de construction, que ce soit pour une maison ou pour tout autre type de bâtiment. Leur usage ne se limite pas à une seule fonction : au contraire, ils peuvent remplir des rôles très variés tout au long du chantier (bâtiments biosourcés, s.d.). On les retrouve dès le gros œuvre, notamment à travers des structures porteuses comme les ossatures bois, qui sont aujourd'hui largement reconnues pour leurs qualités mécaniques et leur faible impact environnemental. Ils sont également utilisés pour les travaux d'isolation, un domaine où les solutions sont particulièrement nombreuses : par exemple, la laine de mouton, le chanvre, la ouate de cellulose ou encore la paille peuvent servir à isoler thermiquement et acoustiquement les parois, tout en apportant une bonne régulation hygrométrique (bâtiments biosourcés, s.d.). Enfin, les matériaux biosourcés peuvent aussi entrer dans la composition de mortiers ou d'enduits, que ce soit à base de chaux, d'argile, de fibres végétales ou animales, et participer ainsi à la finition des surfaces tout en conservant des propriétés respirantes et naturelles. Cette polyvalence montre à quel point ces matériaux peuvent s'intégrer dans une approche globale de construction durable (bâtiments biosourcés, s.d.).

3.5 Avantages des matériaux biosourcés

Les matériaux biosourcés offrent de belles qualités en matière d'isolation et de durabilité, particulièrement adaptés au secteur du bâtiment. Même s'ils ne sont pas tous 100 % biodégradables à cause d'additifs nécessaires pour résister au feu, aux moisissures ou aux insectes, leur impact environnemental reste largement inférieur à celui des matériaux conventionnels, notamment en termes d'empreinte carbone.

Une ressource renouvelable... et souvent locale

Issus de l'agriculture, de la forêt ou de l'élevage, ces matériaux permettent de valoriser des ressources qui seraient parfois considérées comme des déchets. Ils s'inscrivent dans une logique d'économie circulaire et ouvrent la voie à de nouveaux débouchés pour les agriculteurs et les producteurs locaux. Revendus à l'industrie du bâtiment ou à des filières de transformation, ces matériaux représentent un revenu complémentaire et participent à la relocalisation de la chaîne (FFB nationale, 2023).

Un vrai plus en matière de confort

Au-delà de leur performance thermique, ces matériaux ont une forte capacité à réguler naturellement l'humidité et la température. En été, ils protègent de la surchauffe ; en hiver, ils conservent la chaleur. On parle ici de confort d'été une notion de plus en plus importante avec les épisodes caniculaires à répétition (FFB nationale, 2023).

Faible impact carbone

En 2021, le secteur du bâtiment et de la construction a généré 43,8 millions de tonnes de CO₂ équivalent, selon l'Insee. Face à ce constat, les matériaux biosourcés offrent une alternative plus responsable en permettant de construire de manière durable et écologique.

Leur cycle de vie présente une empreinte carbone faible, et leur capacité à stocker le carbone contribue même à la réduction des émissions. Grâce à leurs propriétés naturelles, ces matériaux font du bâtiment un acteur à part entière du cycle de vie et du stockage du carbone (FFB nationale, 2023).

Les matériaux biosourcés participent activement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre grâce à leur capacité naturelle à capter et stocker le carbone. Ce processus débute dès la phase de croissance des plantes, qui absorbent le CO₂ présent dans l'atmosphère par photosynthèse. Ce carbone reste ensuite stocké dans la biomasse tout au long du cycle de vie du

matériaux. Une fois les végétaux récoltés, ils sont transformés en matériaux de construction, puis mis en œuvre dans les bâtiments. Durant toute la phase d'usage, le carbone demeure emprisonné dans les matériaux, ce qui permet de prolonger son stockage pendant plusieurs décennies (Azzoug & Kabeche, 2021) ; (FFB nationale, 2023).

Arrivé en fin de vie, le matériau biosourcé peut suivre différents scénarios. Il peut être réemployé ou recyclé, ce qui prolonge à nouveau son rôle de puits de carbone. En effet, il peut être composté ou stocké dans les sols, ou, dans certains cas, être restitué à l'atmosphère si sa dégradation ou son incinération intervient (Azzoug & Kabeche, 2021) ; (FFB nationale, 2023).

Ce cycle vertueux montre que les matériaux biosourcés ne se contentent pas d'avoir une faible empreinte carbone : ils permettent aux bâtiments d'être acteurs à part entière du stockage temporaire de CO₂ (Azzoug & Kabeche, 2021) ; (FFB nationale, 2023).



Figure 4 : Le cycle de vie des matériaux biosourcés.

Source: Ministère de la Transition écologique; s.d.

3.6 Cartographie des matériaux biosourcés en Belgique

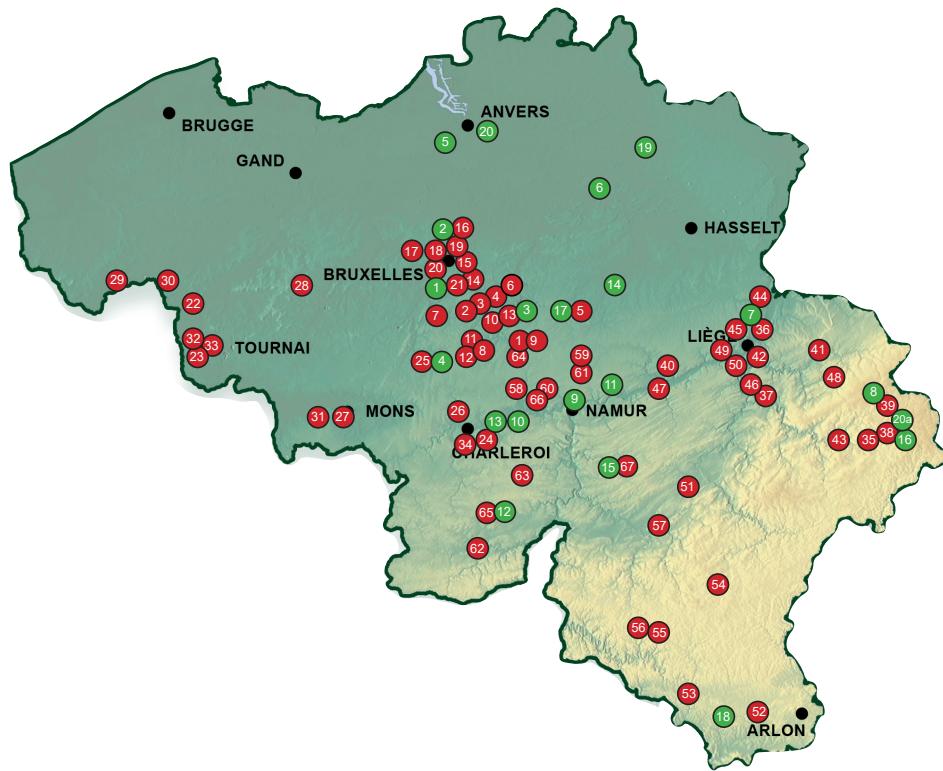
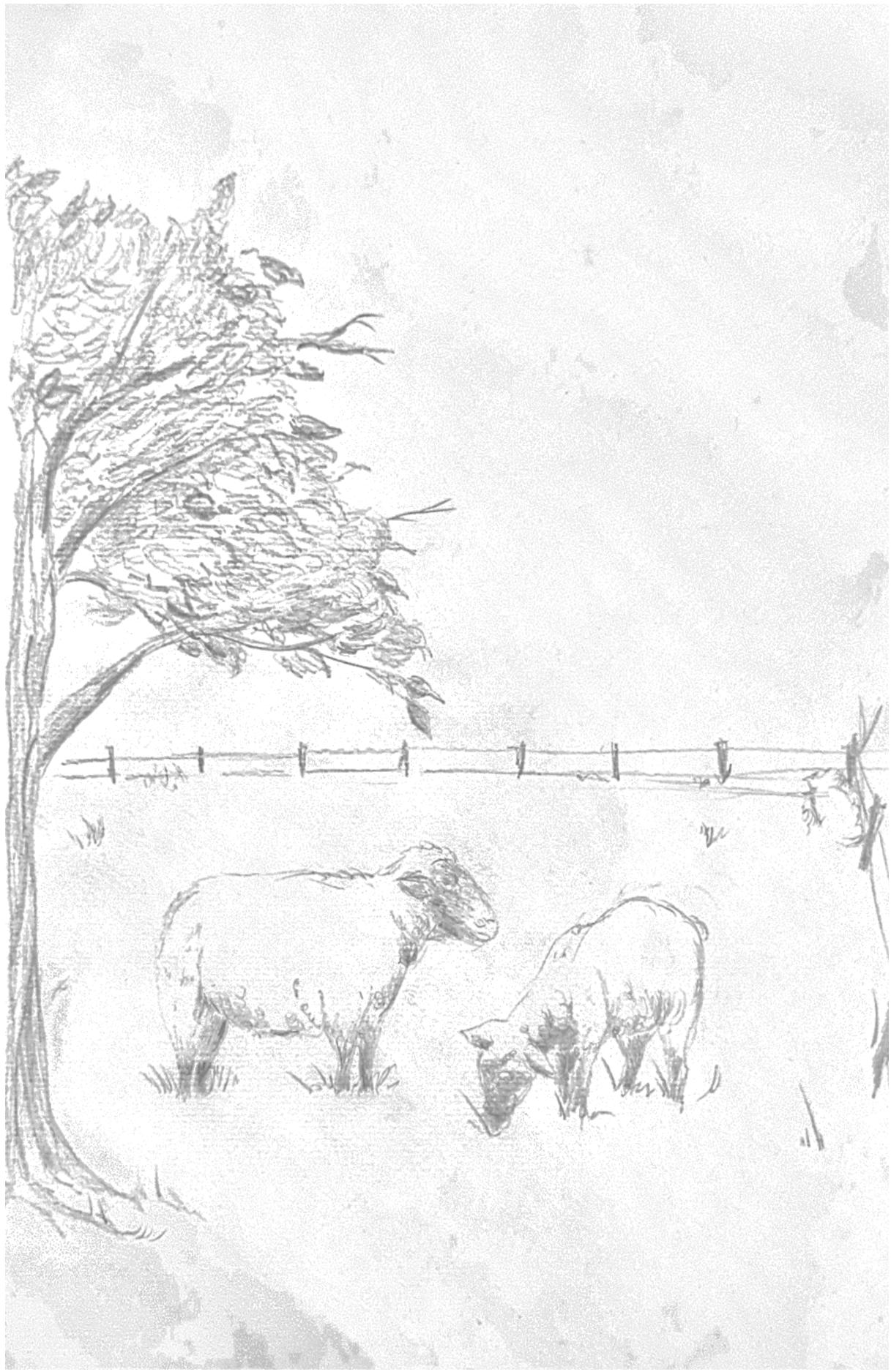


Figure 5 : Cartographie des producteurs et distributeurs d'éco-matériaux sur le marché belge.

Source: Cluster Eco Construction ; s.d.

Il est très intéressant de constater qu'en Belgique, on retrouve une vingtaine de **producteurs** de matériaux biosourcés, allant du ballot de paille à la ouate de cellulose, en passant par le miscanthus. Ces matériaux trouvent leur place dans une filière en pleine expansion, soutenue notamment par des initiatives régionales et des politiques publiques visant à encourager la construction durable (SPW 2022). En référence à la cartographie ci-dessus, il semblerait que le nombre de **distributeurs** soit relativement important, notamment autour de Bruxelles et, principalement, en Wallonie. En revanche, en Flandre, que ce soit au niveau des producteurs ou des distributeurs, l'offre semblerait nettement plus faible.



Chapitre 4

*Théorie sur les isolants
biosourcés*



4. Théorie sur les isolants biosourcés

4.1 Définition de l'isolation selon Larousse

« Ensemble des procédés mis en œuvre pour empêcher le bruit de pénétrer dans un milieu clos ou d'en sortir (isolation acoustique ou insonorisation) ou pour réduire les échanges thermiques entre une enceinte, l'intérieur d'un bâtiment, etc., et le milieu extérieur (isolation thermique) ; fait d'être ainsi isolé » (Larousse, s.d)

4.2 L'importance de l'isolation dans la construction

Aujourd'hui, isoler l'enveloppe d'un bâtiment, qu'il soit neuf ou en rénovation, ne fait plus débat. C'est devenu une évidence, une étape incontournable, encouragée voire imposée par les réglementations thermiques en vigueur dans la majorité des pays européens. L'isolant s'est imposé dans le secteur de la construction comme un matériau à part entière, essentiel pour répondre aux exigences de performance énergétique (Stiernon & Trachte, 2023).

Selon les normes européennes, on considère qu'un matériau est isolant sur le plan thermique lorsque son coefficient de conductivité thermique (λ), mesuré à l'état sec, est inférieur ou égal à $0,07 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Ce matériau pourra être défini par cette valeur, mais aussi par sa résistance thermique, dès lors que son épaisseur est connue. Ce sont ces données permettant d'évaluer la capacité du matériau à ralentir les transferts de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment (Energie plus, s.d.).

Grâce à leurs propriétés thermiques, les matériaux isolants remplissent un ensemble de fonctions qui participent à l'amélioration du confort intérieur. Ils aident à maintenir une température stable dans les espaces de vie, été comme hiver, en réduisant les pertes de chaleur et les surchauffes. En plus de ces performances principales, ces isolants offrent des caractéristiques complémentaires comme la régulation hygrothermique, la résistance au feu ou la capacité à atténuer les bruits d'impact ou les sons aériens (Stiernon & Trachte, 2023).

La qualité d'une enveloppe thermique bien isolée repose donc à la fois sur les propriétés intrinsèques des matériaux utilisés et sur leur mise en œuvre. Il s'agit de répondre de manière cohérente à un ensemble de critères prenant en compte les contraintes du climat local, l'usage du bâtiment et les exigences de confort des occupants (Stiernon & Trachte, 2023).

4.3 Origine de la matière première des isolants (En général)

Les matières organiques d'origine végétale ou animale

Issues de la biomasse, ces matières carbonées sont produites de manière continue par les végétaux ou les animaux, naturellement ou par culture/élevage. Leur cycle de production est relativement court, allant de quelques mois à quelques dizaines d'années les rendant renouvelables. Elles sont biodégradables à l'état naturel, elles s'inscrivent dans une logique circulaire. En plus de leur faible impact environnemental, ces matières organiques participent au développement économique local notamment via les circuits courts (Stiernon & Trachte, 2023).

Les matières organiques synthétiques ou pétrochimiques

Ces composés organiques de synthèse sont produits à partir de ressources fossiles, principalement le pétrole. Bien qu'elles soient également carbonées, elles ne se trouvent pas telles quelles dans la nature. Leur formation est extrêmement lente les rendant non renouvelables. Chimiquement transformées, non biodégradables, elles présentent, cependant, un certain potentiel de recyclage encore peu exploité à ce jour (Stiernon & Trachte, 2023).

Les matières inorganiques ou minérales

Contrairement aux matières organiques, elles ne proviennent pas du vivant. On les trouve directement dans la nature, sous forme de roches, métaux ou minéraux. Leur cycle de formation étant très long, elles sont considérées comme non renouvelables. Non biodégradables, elles disposent toutefois d'un bon potentiel de réemploi ou de recyclage, bien que leur valorisation reste encore marginale (Stiernon & Trachte, 2023).

Les matières issues du recyclage des déchets

Cette catégorie hybride regroupe des matériaux recyclés d'origine organique (végétale, animale ou synthétique) ou minérale. En prolongeant la durée de vie des ressources et en réduisant les déchets, ces matières s'inscrivent pleinement dans une démarche circulaire. Leur valorisation doit être encouragée dans une perspective de sobriété et de gestion durable des ressources (Stiernon & Trachte, 2023).

4.4 Les isolants dits biosourcés

Dans une démarche véritablement respectueuse de l'environnement, il ne suffit plus de sélectionner un isolant sur base de ses seules performances thermiques, techniques ou de son coût. Une approche globale s'impose prenant en compte l'ensemble de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à sa fin de vie (Énergie Plus, s.d.).

Cela implique de s'interroger sur plusieurs aspects fondamentaux :

- 1) L'énergie grise mobilisée pour sa fabrication, sa mise en œuvre et son traitement en fin de vie, qu'elle soit d'origine renouvelable ou non.
- 2) Les émissions associées, telles que les gaz à effet de serre, substances acidifiantes ou polluants affectant la couche d'ozone, et leurs impacts sur l'environnement et la santé humaine.
- 3) Les ressources utilisées pour sa production, notamment les matières premières et la consommation d'eau.
- 4) La présence de substances toxiques, tant lors de la fabrication que de la pose, comme les solvants, les composés organiques volatils (COV).
- 5) Les émissions nocives tout au long de sa durée de vie, telles que le formaldéhyde ou d'autres COV susceptibles d'affecter la qualité de l'air intérieur.
- 6) Sa capacité à être réutilisé ou recyclé à la fin de son usage, notamment lors de la phase de déconstruction.

Prendre en compte l'ensemble de ces critères permettrait de s'orienter vers des isolants plus responsables, souvent qualifiés d'« écologiques », car mieux alignés avec les enjeux environnementaux et de santé publique actuels (Énergie Plus, s.d.).

4.5 Description des différents isolants biosourcés

Fibre de bois

Origine & fabrication

La fibre de bois est issue du recyclage des résidus de scieries, tels que la sciure, les copeaux ou les plaquettes de bois. Ces sous-produits sont défibrés mécaniquement puis associés à un liant végétal ou minéral, afin de former des panneaux rigides ou souples, des rouleaux ou de l'isolant en vrac. Ce procédé de transformation permet de valoriser les déchets de l'industrie du bois tout en limitant l'impact environnemental de la production.

Composition

Les produits isolants en fibre de bois sont composés en général de au moins 80 % de fibres de bois et d'un liant dont la composition peut varier selon le fabricant. Ce liant permet d'assurer la cohésion des fibres et permet de produire des panneaux plus souples et flexibles. Il peut s'agir d'un liant en fibre de polyester, en fibres textiles, du latex,...

Masse volumique

La masse volumique de la fibre de bois varie fortement selon le type de produit. Elle s'étend généralement de 25 à 350 kg/m³.

Performances thermiques

La conductivité thermique des isolants en fibre de bois varie entre 0,036 et 0,049 W/m·K selon la densité et la fabrication.

Comportement face à l'humidité

Les fibres de bois présentent un comportement hygroscopique naturel. Elles absorbent la vapeur d'eau et peuvent contribuer à réguler l'humidité dans les parois, à condition que l'humidité ne soit pas stagnante. La fibre de bois a la capacité de procurer un confort d'été grâce au stockage de la chaleur et au déphasage thermique.

En présence d'eau liquide ou de condensation excessive, des dégradations ou moisissures peuvent apparaître. L'usage d'un pare-vapeur côté intérieur est donc essentiel, tout comme une bonne gestion de la migration de la vapeur.

Comportement acoustique

La fibre de bois offre une bonne isolation contre les bruits aériens (voix, circulation...) et les bruits d'impact.

Résistance mécanique

La résistance à la compression dépend du type de produit : elle est faible pour les isolants en vrac ou les rouleaux souples, mais élevée pour les panneaux rigides, qui peuvent être employés comme support de bardage ou en toiture.

Résistance naturelle

La fibre de bois est considérée comme un matériau putrescible. Elle est sensible à l'eau et vulnérable aux attaques de rongeurs ou d'insectes. Des traitements complémentaires sont souvent appliqués (fongicides, insecticides, ignifugeants) afin de prolonger sa durabilité.

Résistance au feu

Brute, la fibre de bois est classée en Euroclasse E, ce qui correspond à une inflammabilité élevée. Des traitements au phosphate d'ammonium permettent d'améliorer son comportement au feu.

Normes & certifications

Les produits en fibre de bois sont couverts par un agrément technique européen ou un agrément français ACERMI. Ils peuvent bénéficier aussi d'un label écologique et/ou d'une déclaration environnementale.

Sources: (Tout sur l'isolation, 2024); (Stiernon & Trachte 2023)

Laine de mouton

Origine & fabrication

Après la tonte, la laine de mouton est démêlée, trempée, dégraissée et puis rincée. Ensuite, elle est mélangée à un liant synthétique (environ 15 % de polyester) pour former des rouleaux, des panneaux semi-rigides ou de l'isolant en vrac.

Composition

La laine de mouton est constituée majoritairement de kératine, une protéine naturellement présente dans les fibres animales. La composition peut légèrement varier selon l'origine des fibres, leur qualité, et les traitements subis. Le liant ajouté permet d'assurer la cohésion du produit isolant.

Masse volumique

La densité de la laine de mouton se situe en général autour de 15 à 75 kg/m³ en fonction du format. Cela en fait un matériau léger, facile à manipuler, mais peu performant en inertie.

Performance thermique

La conductivité thermique de la laine de mouton varie entre 0,039 et 0,047 W/m·K.

Comportement face à l'humidité

La laine de mouton a la capacité d'absorber et de rejeter l'humidité sans perdre son pouvoir isolant. Elle régule naturellement l'humidité intérieure.

Comportement acoustique

Grâce à sa structure fibreuse, la laine de mouton offre de bonnes performances acoustiques, notamment contre les bruits aériens. Elle peut également être utilisée en complément dans des cloisons ou doublages à visée phonique.

Résistance mécanique

La résistance est faible pour les produits en vrac ou en rouleaux limitant leur emploi à des parois non portantes ou en pose horizontale. Les panneaux semi-rigides sont plus adaptés à une pose verticale.

Résistance naturelle

Non traitée, la laine de mouton est sensible aux attaques biologiques (mites, rongeurs, champignons). C'est pourquoi elle est généralement traitée dès la fabrication avec des produits spécifiques. En l'absence de ces traitements, des désordres peuvent apparaître dans la paroi.

Résistance au feu

La laine de mouton brute est inflammable (euroclasse E). Elle est traitée avec des retardateurs de flamme, souvent à base de sels (phosphate d'ammonium ou borates), pour limiter son inflammabilité. Même traitée, sa réaction au feu reste modérée par rapport aux isolants minéraux.

Normes & certifications

Label produit biosourcé à 84%.

Sources: (Tout sur l'isolation, 2024) ; (Woolconcept, s.d)

Miscanthus

Origine et fabrication

Le miscanthus est une plante qui se présente sous forme de petits brins de 2 à 4 cm. Contrairement à d'autres isolants naturels, la mise en œuvre du miscanthus ne nécessite pas la création de caissons étanches les uns par rapport aux autres. Cette caractéristique permet de réduire la quantité de bois nécessaire pour la structure des caissons. Le tassement du miscanthus dans ces caissons se fait simplement par pression, par exemple en marchant dessus. Grâce à cette fluidité, le miscanthus peut être poussé dans les moindres recoins, évitant ainsi les pertes de densification dans les zones difficiles d'accès. Le matériau peut être déversé à la main, à l'aide de seaux, sacs, petits big-bags de 200 litres, ou directement à l'aide d'un télescopique pour l'isolation des toits.

Composition

Le miscanthus se compose majoritairement de matière sèche, représentant entre 80 et 85 % de son poids total, dont plus de 94 % est de matière organique. Sa cellulose brute constitue environ 43 %, tandis que la lignine représente 24 % et l'hémicellulose 27 %. Il contient également plusieurs minéraux en faible quantité, notamment du calcium (0,13 %), du magnésium (0,09 %), du potassium (0,65 %) et du phosphore (0,08 %). La teneur totale en azote sec est de 0,4 %, tandis que le carbone sec total est de 49 %. Son pH est compris entre 6 et 6,5, avec un rapport carbone/azote élevé de 108.

Masse volumique

Sa masse volumique varie de 130 à 150 kg/m³.

Performances thermiques

Sa capacité thermique et sa densité lui permettent d'atténuer efficacement le flux de chaleur et d'assurer un déphasage important, particulièrement avantageux en été. Il stabilise la température intérieure et réduit les besoins en chauffage et climatisation. Sa conductivité thermique est déclarée à 0,056 W/mK.

Comportement face à l'humidité

Aucune donnée fournie.

Comportement acoustique

Aucune donnée fournie.

Résistance mécanique

Aucune donnée fournie.

Résistance naturelle

Aucune donnée fournie.

Résistance au feu

Aucune donnée fournie.

Normes et certifications

Le miscanthus dispose du Label Produit Biosourcé .

Sources: (Promisc, s.d)

Paille

Origine et fabrication

La paille est un matériau biosourcé issu des résidus agricoles, principalement du blé. C'est une ressource renouvelable, produite localement, à faible impact environnemental car elle nécessite peu de transformation. Elle est utilisée en isolation sous forme de bottes compressées ou de blocs préfabriqués. Cependant, la paille n'est récoltée qu'une fois par an, en été, pouvant poser un problème de disponibilité si elle n'est pas stockée à l'avance.

Composition

L'isolant en paille est constitué uniquement de fibres végétales, sans additifs. Elle peut être conditionnée en bottes standardisées ou en blocs prêts à poser, selon l'usage et la facilité de mise en œuvre recherchée.

Masse volumique

La masse volumique varie selon le type de conditionnement mais se situe en général entre 80 et 120 kg/m³.

Performances thermiques

La conductivité thermique de la paille est comprise entre 0,045 et 0,085 W/m·K, en fonction du sens des fibres.

Comportement face à l'humidité

La paille a la capacité de réguler naturellement l'humidité intérieure grâce à sa structure fibreuse. Très sensible à l'humidité excessive, elle doit impérativement être protégée de l'eau pendant la pose et en service, via des parements adaptés et une bonne ventilation. Si elle est mouillée de façon prolongée, elle risque de pourrir.



Comportement acoustique

La paille offre de bonnes performances acoustiques, notamment contre les bruits aériens. Elle convient bien à des parois épaisses, mais sa performance dépend de l'épaisseur mise en œuvre et de la qualité du montage.

Résistance mécanique

La résistance à la compression est suffisante pour l'isolation de murs lorsqu'elle est bien comprimée et encadrée par une ossature bois. Pour l'isolation de planchers (par exemple en grenier), il faut veiller à ce que la structure porteuse soit capable de supporter la charge car la paille est plus lourde que les isolants classiques.

Résistance naturelle

Si elle est bien protégée de l'humidité, la paille est durable, imputrescible et stable dans le temps. Elle ne se dégrade pas spontanément mais peut attirer les rongeurs pendant le stockage ou si elle est mal compressée lors de la pose. Son caractère biodégradable en fait une excellente solution en fin de vie.

Résistance au feu

Contrairement aux idées reçues, la paille en bottes ne s'enflamme pas facilement. Compressée, elle se consume lentement sans dégager de gaz toxiques surtout si elle est protégée par un parement coupe-feu. Catégorie Euroclasse E.

Normes et certifications

L'isolant en paille est reconnu comme matériau biosourcé éligible aux primes à l'isolation en Wallonie et à Bruxelles.

Sources: (Solvari, s.d.) ; (Stiernon & Trachte, 2023)

Liège

Origine & fabrication

Le liège est issu de l'écorce du chêne-liège, récoltée tous les 9 ans. Pour répondre à la demande, la matière première est souvent importée (Portugal).

Composition

Naturellement constitué de liège expansé ou aggloméré, aucun liant chimique lourd n'est généralement ajouté.

Masse volumique

Elle varie selon la forme : granulés légers ou panneaux semi-rigides plus denses. La densité moyenne des panneaux se situe autour de 70 à 150 kg/m³.

Performance thermique

Sa conductivité thermique se situe entre 0,038 et 0,043 W/m·K, avec des produits certifiés à 0,040 W/m·K (ACERMI). L'épaisseur varie selon la résistance thermique recherchée.

Comportement face à l'humidité

Le liège est naturellement imputrescible et résistant à l'humidité le rendant stable dans le temps même en milieux humides, sans nécessiter de traitement spécifique.

Comportement acoustique

Le liège a une excellente isolation acoustique surtout en tant que résilient contre les bruits d'impacts.

Résistance mécanique

Il a une bonne résistance mécanique, surtout en panneaux expansés, permettant son utilisation dans des zones avec contraintes (dalles, toitures-terrasses).

Résistance naturelle

Le liège est naturellement résistant aux insectes, champignons et moisissures. Sa durabilité est excellente sans traitement chimique.

Résistance au feu

Le liège est inflammable mais il ne propage pas les flammes en cas d'incendie. Il est dans la catégorie Euroclasse E.

Normes & certifications

Certains produits ont un agrément ACERMI et possèdent un label écologique.

Sources: (Tout sur l'isolation, 2024) : (Stiernon & Trachte, 2023)

Ouate de cellulose

Origine & fabrication

La ouate de cellulose est fabriquée à partir de papier recyclé (journaux, chutes d'imprimerie) ou de papier neuf. Le papier est broyé puis traité avec des agents antifongiques, ignifuges et insecticides (sels de bore, borax, etc.). Elle est disponible en vrac pour insufflation ou épandage manuel et en panneaux liés avec des fibres synthétiques ou de coton.

Composition

Elle est composée principalement de cellulose, avec jusqu'à 25 % de fibres synthétiques (polyester) comme liant, et parfois des fibres de coton. Ces traitements garantissent sa durabilité.

Masse volumique

Elle varie entre 25 et 65 kg/m³ pour les flocons, et de 70 à 100kg/m³ pour les matelas et panneaux.

Performance thermique

La conductivité thermique varie entre 0,038 et 0,042 W/m·K à l'état sec.

Comportement face à l'humidité

La ouate de cellulose est un matériau hygroscopique, capable d'absorber et de restituer l'humidité ambiante. Ouverte à la diffusion de vapeur d'eau, elle régule efficacement l'hygrométrie intérieure. Excellente régulatrice d'humidité, elle peut absorber jusqu'à 15 % de son poids en eau sans altérer ses performances isolantes.

Comportement acoustique

Elle offre une bonne isolation acoustique surtout contre les bruits aériens.

Résistance mécanique

En vrac, elle a une faible résistance mécanique et ne supporte pas de charges. En panneaux, elle peut être semi-rigide et posée verticalement, mais sans rôle structurel.

Résistance naturelle

Les isolants en ouate de cellulose sont considérés comme difficilement putrescibles et relativement peu sensibles à l'eau grâce à leurs traitements. Toutefois, ils peuvent rester vulnérables à l'action des rongeurs.

Résistance au feu

À l'état naturel, la cellulose est inflammable. Les traitements ignifuges (sels de bore notamment) améliorent sa réaction au feu. Elle varie de Euroclasse B à E.

Normes & certifications

Une grande variété de ces laines possèdent un agrément ACERMI, un étiquetage Afssset A ou A+ et un label écologique et/ou une fiche de déclaration environnementale.

Sources: (Tout sur l'isolation, 2024) ; (Stiernon & Trachte, 2023)

Laine d'herbe

Origine et fabrication

La laine d'herbe est issue de la valorisation de déchets de tontes agricoles ou industriels. Les fibres d'herbe sont défibrées puis mélangées à des fibres de jute recyclées et un liant synthétique. Le tout est transformé en panneaux semi-rigides destinés à l'isolation thermique et acoustique. Le procédé de fabrication est peu énergivore et s'inscrit dans une logique d'économie circulaire.

Composition

La laine d'herbe est composée à 70 % de fibres d'herbe, à 20 % de fibres de jute recyclées, et à 10 % de fibres de liage synthétique. Cette composition permet d'assurer la cohésion du panneau tout en conservant une bonne proportion de matières végétales.

Masse volumique

L'isolant présente une masse volumique allant de 40 à 45 kg/m³, ce qui en fait un matériau léger, facile à manipuler et à poser.

Performance thermique

La conductivité thermique de la laine d'herbe peut aller de 0,036 de 0,04 W/m·K. La résistance thermique (R) varie selon l'épaisseur du panneau.

Comportement face à l'humidité

La laine d'herbe est un isolant hygroscopique qui absorbe et régule naturellement l'humidité, contribuant ainsi à un bon confort intérieur.

Comportement acoustique

Grâce à sa structure fibreuse et ouverte, la laine d'herbe est également performante en isolation phonique. Elle contribue à amortir les bruits aériens et peut être utilisée dans les cloisons et doublages pour améliorer le confort acoustique des bâtiments.

Résistance mécanique

La laine d'herbe présente une résistance à la traction parallèle aux faces supérieure à 20 kPa, ce qui lui permet de bien se maintenir en place une fois posée.

Résistance naturelle

La laine d'herbe présente une bonne résistance aux moisissures et aux champignons, validée par des tests dans des conditions extrêmes (28°C et 85 % d'humidité relative).

Résistance au feu

L'isolant en laine d'herbe est classé Euroclasse E selon la norme EN 13501-1:2018. Il est donc inflammable et ne convient pas aux applications nécessitant une forte résistance au feu sans traitement complémentaire.

Normes et certifications

Ce matériau possède l'agrément technique européen (ETA), d'un label produit Biosourcé ainsi que des déclarations environnementales et sanitaire sur la plateforme INIES.

Sources: (Gramitherm, s.d)

Laine de bois

Origine et fabrication

La laine de bois est un isolant biosourcé fabriqué à partir de longs copeaux de bois issus de rabotage liés à un liant minéral comme le ciment, la chaux, la magnésite ou le plâtre. Ces composants sont assemblés par un procédé humide, puis moulés à l'épaisseur souhaitée. Il s'agit d'un matériau rigide à distinguer de la fibre de bois qui relève d'un autre procédé et d'usages différents.

Composition

La laine de bois est constituée majoritairement de copeaux longs et fins de bois résineux, généralement issus du rabotage de bois non traités. Ces copeaux représentent environ 50 à 70 % de la masse du produit final. Le reste est composé d'un liant minéral dont la nature peut varier selon les fabricants. Ce liant permet de solidariser les fibres entre elles, tout en améliorant la tenue au feu et la durabilité.

Masse volumique

Sa masse volumique varie généralement entre 140 et 250 kg/m³, ce qui en fait un isolant dense, avec de bonnes capacités d'inertie thermique.

Performance thermique

Sa conductivité thermique se situe entre 0,041 et 0,050 W/m.K selon la densité choisie. Cela en fait un matériau avec des performances thermiques correctes.

Comportement face à l'humidité

La laine de bois doit impérativement être mise en œuvre à l'abri de l'humidité. Si elle est exposée à l'eau ou à l'humidité persistante, ses performances thermiques peuvent diminuer, et des pathologies peuvent apparaître. Elle n'est donc pas adaptée à des milieux très humides sans protections spécifiques.

Comportement acoustique

Ce matériau dispose de bonnes propriétés acoustiques. Certains panneaux spécialement conçus pour cet usage atteignent un coefficient d'absorption acoustique élevé (jusqu'à $\alpha_w = 1$), ce qui en fait un choix pertinent dans les bâtiments publics, tertiaires ou les pièces de vie où le confort sonore est recherché.

Résistance mécanique

La bonne résistance à la compression de la laine de bois en fait un matériau particulièrement adapté aux applications du bâtiment soumises à des contraintes mécaniques.

Résistance au feu

La laine de bois est inflammable (Euroclasse E).

Normes et certifications

Les panneaux en laine de bois répondent à la norme produit EN 13168 et portent le marquage CE. Une Déclaration de Performance (DoP) est obligatoire pour leur commercialisation. Une certification ACERMI peut venir en complément pour valider leurs performances.

Sources: (Tout sur l'isolation, 2024)

Laine de chanvre

Origine & fabrication

La laine de chanvre est issue de la partie fibreuse de la plante (chènevotte). Après défibrage mécanique, les fibres sont conditionnées sous forme de nappes et associées à un liant polyester (10 à 25 %) pour former des matelas fibreux souple. Elle peut contenir d'autres fibres végétales comme le coton, le jute ou le lin. Le matériau est biosourcé, renouvelable et biodégradable.

Composition

Elle est composée de 40 à 80 % de fibres de chanvre, auxquelles sont ajoutés 10 à 25 % de polyester pour lier les fibres. D'autres ajouts (coton, jute, lin) peuvent compléter la composition. Des traitements ignifuges sont parfois appliqués selon les fabricants.

Masse volumique

La masse volumique varie généralement autour de 25 à 110 kg/m³ et dépend du conditionnement (vrac, rouleaux, panneaux).

Performance thermique

La conductivité thermique varie de 0,036 à 0,060 W/m·K selon le conditionnement.

Comportement face à l'humidité

Le chanvre est considéré comme un bon régulateur d'humidité car il a la capacité d'absorber et de restituer l'humidité ambiante. Leur masse volumique souvent plus élevée que celle des isolants conventionnels, leur confère également un bon confort d'été : ils stockent la chaleur et retardent sa transmission, ce qui améliore le déphasage thermique.

Comportement acoustique

Très bon isolant phonique, la laine de chanvre réduit efficacement les bruits aériens.

Résistance mécanique

Les panneaux semi-rigides tiennent bien en pose verticale. Le vrac, plus léger, peut se tasser dans le temps et est à réservé aux parties horizontales (combles, planchers).

Résistance naturelle

Le chanvre est naturellement résistant aux champignons et aux insectes. Il est globalement peu attaqué par les rongeurs. Il est considéré comme plus ou moins putrescible, il est sensible à l'eau.

Résistance au feu

Brut, le chanvre est inflammable. Les produits sont souvent traités avec des retardateurs de flamme, ce qui améliore leur réaction au feu. La classification au feu peut aller jusqu'à Euroclasse E.

Normes & certifications

Leur aptitude à l'usage peut être attestée via des Avis Techniques ou la certification ACERMI. Les fiches de déclarations environnementales et sanitaires sont disponibles sur la base INIES. Les produits peuvent bénéficier aussi d'un label écologique.

Sources: (Tout sur l'isolation, 2024) ; (Stiernon & Trachte, 2023)

Laine de coton

Origine & fabrication

La laine de coton provient du recyclage de textiles usagés, principalement en coton, comme les jeans ou les t-shirts. Ces fibres sont mélangées à un liant synthétique (généralement du polyester) et transformées en panneaux, rouleaux ou produits en vrac. Des traitements antifongiques, insecticides et ignifuges sont appliqués pour en garantir la durabilité.

Composition

Les isolants contiennent environ 60 à 70 % de coton, complétés par 15 à 20 % de polyester servant de liant. Ils peuvent également inclure d'autres fibres textiles comme le polyamide ou l'acrylique. Selon les produits, on trouve parfois des agents de blanchiment ou des adjuvants spécifiques.

Masse volumique

La laine de coton est un matériau léger avec une masse volumique comprise entre 20 et 80 kg/m³.

Performance thermique

La conductivité thermique se situe entre 0,039 et 0,045 W/m·K.

Comportement face à l'humidité

Le coton est hydrophile et absorbe rapidement l'humidité. Il ne convient donc pas aux parois ou locaux très humides. Sa pose doit intégrer une bonne gestion de la vapeur d'eau (pare-vapeur, ventilation) afin d'éviter les désordres.

Comportement acoustique

La laine de coton offre une très bonne absorption des bruits aériens.

Résistance mécanique

La résistance est faible pour les produits souples, suffisante pour une pose verticale en panneaux semi-rigides, mais insuffisante pour les applications nécessitant une portance.

Résistance naturelle

Elle est sensible aux rongeurs et à l'humidité si elle n'est pas traitée. La laine de coton est aussi putrescible. Les produits sont donc systématiquement protégés avec des agents spécifiques, à vérifier dans la fiche technique du fabricant.

Résistance au feu

À l'état brut, la laine de coton est très inflammable (Euroclasse E) et peu résistante.

Normes & certifications

Certains produits ont un agrément technique européen ou un agrément français ACERMI et une déclaration environnementale.

Sources: (Tout sur l'isolation, 2024) ; (Stiernon & Trachte, 2023)

Coquillages

Origine et fabrication

Selon Isoschelp, les coquilles de mollusques proviennent de couches en croissance continue sur les fonds marins, formées naturellement par les mollusques.

La récolte se fait en concertation avec Rijkswaterstaat pour respecter les écosystèmes et éviter la surexploitation. Les coquilles sont aspirées par bateau en mer du Nord, mer des Wadden et dans les eaux zélandaises. Elles sont lavées et triées à bord, puis à nouveau lavées à l'eau douce en entrepôt avant d'être transportées en vrac par camion. Elles sont ensuite soufflées directement dans les vides sanitaires ou ventilés sous les bâtiments.

Composition

Le produit est uniquement composé de coquilles.

Masse volumique

La masse volumique varie entre 250 et 500kg/m³ selon la forme.

Performance thermique

La conductivité thermique varie entre 0,09 et 0,13 W/m·K.

Ce niveau de performance est adapté à des applications spécifiques comme l'isolation des vides ventilés ou des sous-sols, mais moins performant que les isolants fibreux.



Comportement face à l'humidité

Ce matériau est insoluble dans l'eau, ouvert à la diffusion de vapeur, imputrescible, insensible aux moisissures et micro-organismes, idéal en environnement humide comme les sous-sols.

Comportement acoustique

Le matériau présente de bonnes propriétés acoustiques.

Résistance naturelle

Il est résistant aux moisissures, rongeurs, et conditions humides.

Résistance au feu

Ce matériau est incombustible et ininflammable par nature (matériau minéral).

Normes et certifications

Ecoshelp bénéficie d'une déclaration environnementale.

Sources: (Ecoschelp, s.d); (Stiernon & Trachte 2023)

Verre cellulaire

Origine et fabrication

Le verre cellulaire est produit à partir de verre recyclé jusqu'à 70%, de sable de quartz, de feldspath, d'oxyde de fer, de carbonate de sodium et de carbone.

La fabrication est relativement similaire à celle du verre traditionnel : les matières premières sont fondues à environ 1400°C. Après refroidissement, le verre est broyé, puis un agent moussant à base de poudre de carbone est ajouté. Le mélange est à nouveau chauffé entre 700 et 1000°C, ce qui provoque un dégagement interne de gaz et une structure cellulaire fermée, remplie de gaz.

Composition

Il est composé de 70% de verre recyclé et de sable de quartz de feldspath, oxyde de fer, carbonate de sodium et carbone.

Le matériau obtenu est à cellules fermées et remplies de gaz avec une structure de type mousse.

Masse volumique

Le matériau est relativement lourd avec une masse volumique variant de 100 à 200 kg/m³ selon le produit et le conditionnement.

Performance thermique

La conductivité thermique (λ) varie entre 0,038 et 0,090 W/m·K en fonction du produit et du conditionnement.

Comportement face à l'humidité

Le verre cellulaire possède une structure cellulaire fermée qui le rend étanche à la vapeur d'eau et à l'air.

Il est non hygroscopique, non capillaire et possède une bonne capacité d'accumulation thermique.

Comportement acoustique

Ces matériaux offrent une isolation acoustique plutôt moyenne.

Résistance mécanique

Le verre cellulaire présente une résistance à la compression élevée et une bonne stabilité dimensionnelle sous chaleur et en présence d'humidité.

Résistance naturelle

Les matériaux en verre cellulaire sont imputrescibles, insensibles à l'eau et à l'humidité et non dégradables par les rongeurs.

Résistance au feu

Le verre cellulaire est classé incombustible et ininflammable. Euroclasse A1 à A2 .

Normes et certifications

Ces produit peut avoir un Agrément ACERMI, agrément technique. Label écologique et/ou déclaration environnementale disponible.

Sources:(Stiernon & Trachte 2023)

Blocs de chaux-chanvre

Origine et fabrication

Le bloc de chanvre IsoHemp est un matériau biosourcé produit en Belgique. Il est moulé, pressé puis séché à l'air libre, sans apport de chaleur.

Composition

Le bloc est composé à 80 % de chanvre (granulométrie 2 à 20 mm), 9 % de chaux aérienne et 11 % de chaux hydraulique.

Masse volumique

La masse volumique varie entre 320 et 355 kg/m³, en fonction du bloc.

Conductivité thermique

Sa conductivité thermique varie de 0,071 à 0,075 W/m·K selon l'épaisseur.

Comportement acoustique

Le chanvre assure une isolation phonique efficace avec un affaiblissement sonore de 37 à 44 dB, garantissant un confort optimal contre les nuisances sonores.

Résistance à l'humidité

Grâce à sa perméabilité à la vapeur d'eau ($\mu = 2,8$), il régule l'humidité intérieure, limitant les risques de condensation.

Résistance mécanique

Avec une résistance à la compression de 0,2 MPa, le bloc est adapté pour les murs non porteurs, les cloisons et les isolations de sols, mais il ne joue aucun rôle structurel.

Résistance naturelle

Le bloc est imputrescible, résistant aux rongeurs.

Réaction au feu

Il est ininflammable et garantit une résistance au feu comprise entre 45 et 240 minutes, sans dégagement de fumées toxiques.

Normes et certification

Ce produit peut avoir un Agrément technique ATG, Label produit biosourcé, appréciation technique d'expérimentation (ATEx) de cas a, Label Solar Impulse.

Sources:(ISOHEMP, s.d)

Lin

Origine et fabrication

Le lin cultivé, plante annuelle de la famille des linacées, est principalement cultivé en Europe pour ses fibres longues et ses graines oléagineuses. La fabrication des isolants à base de lin passe par plusieurs étapes : rouissage, pressage, défibrage, séchage, grillage et cardage. Les fibres sont ensuite peignées et assemblées en nappes superposées.

Composition

Les isolants en lin sont essentiellement composés de fibres de lin, parfois mélangées à d'autres fibres végétales comme le chanvre, le coton, la cellulose ou la laine de mouton. Selon le fabricant, elles sont collées avec de la féculle de pomme de terre ou thermoliées avec des fibres polyester. Des additifs protecteurs tels que les sels de bore ou le silicate de sodium sont intégrés pour améliorer la résistance au feu, tandis que les traitements antifongiques, insecticides, ignifuges et antistatiques garantissent la durabilité. Parfois, il est ajouté jusqu'à 30 % de textile recyclé dans la composition.

Masse volumique

Selon la forme du produit, la masse volumique varie sensiblement. Pour les ouates en vrac et les matelas, elle se situe entre 20 et 35 kg/m³, tandis que les panneaux semi-rigides peuvent atteindre une masse volumique beaucoup plus élevée, avoisinant les 400 kg/m³.

Performance thermique

La conductivité thermique des isolants en lin est comprise entre 0,037 et 0,045 W/m·K, ce qui en fait un matériau performant pour l'isolation thermique.

Comportement acoustique

Ces matériaux offrent une bonne isolation phonique, en particulier contre les bruits aériens, ce qui en fait un choix intéressant pour le confort acoustique des bâtiments.

Résistance mécanique

La résistance à la compression est faible pour les ouates en vrac et les matelas, tandis qu'elle est moyenne pour les panneaux semi-rigides, ce qui permet leur utilisation dans des applications nécessitant un certain maintien.

Résistance naturelle

Le lin est considéré comme difficilement putrescible, ce qui limite le risque de dégradation biologique. Néanmoins, il reste sensible à l'eau et à l'attaque des rongeurs, sauf lorsqu'il est mélangé à d'autres fibres naturelles.

Résistance au feu

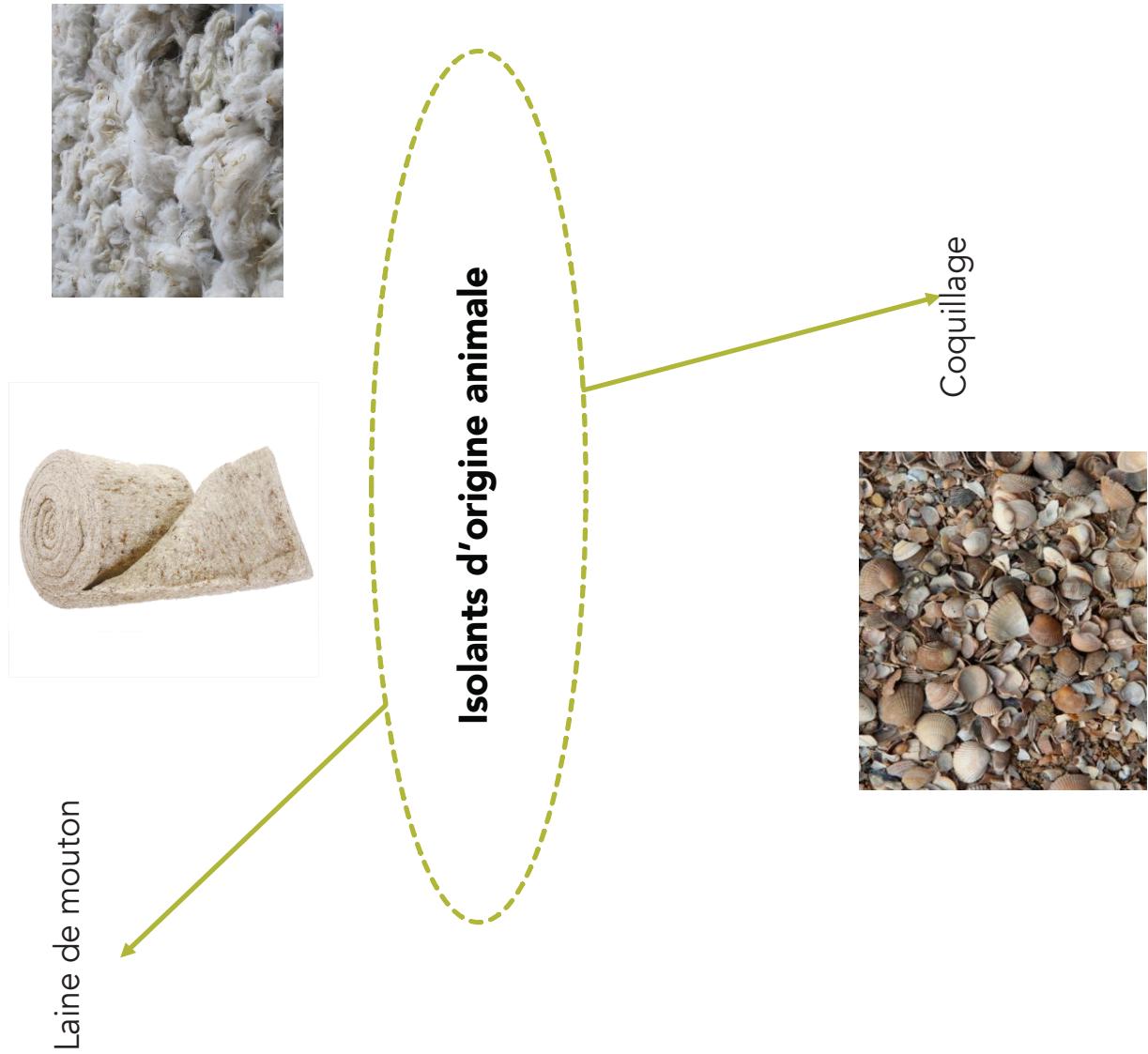
Les isolants en lin sont peu résistants au feu et sont classés très inflammables, avec une classification Euroclasse E.

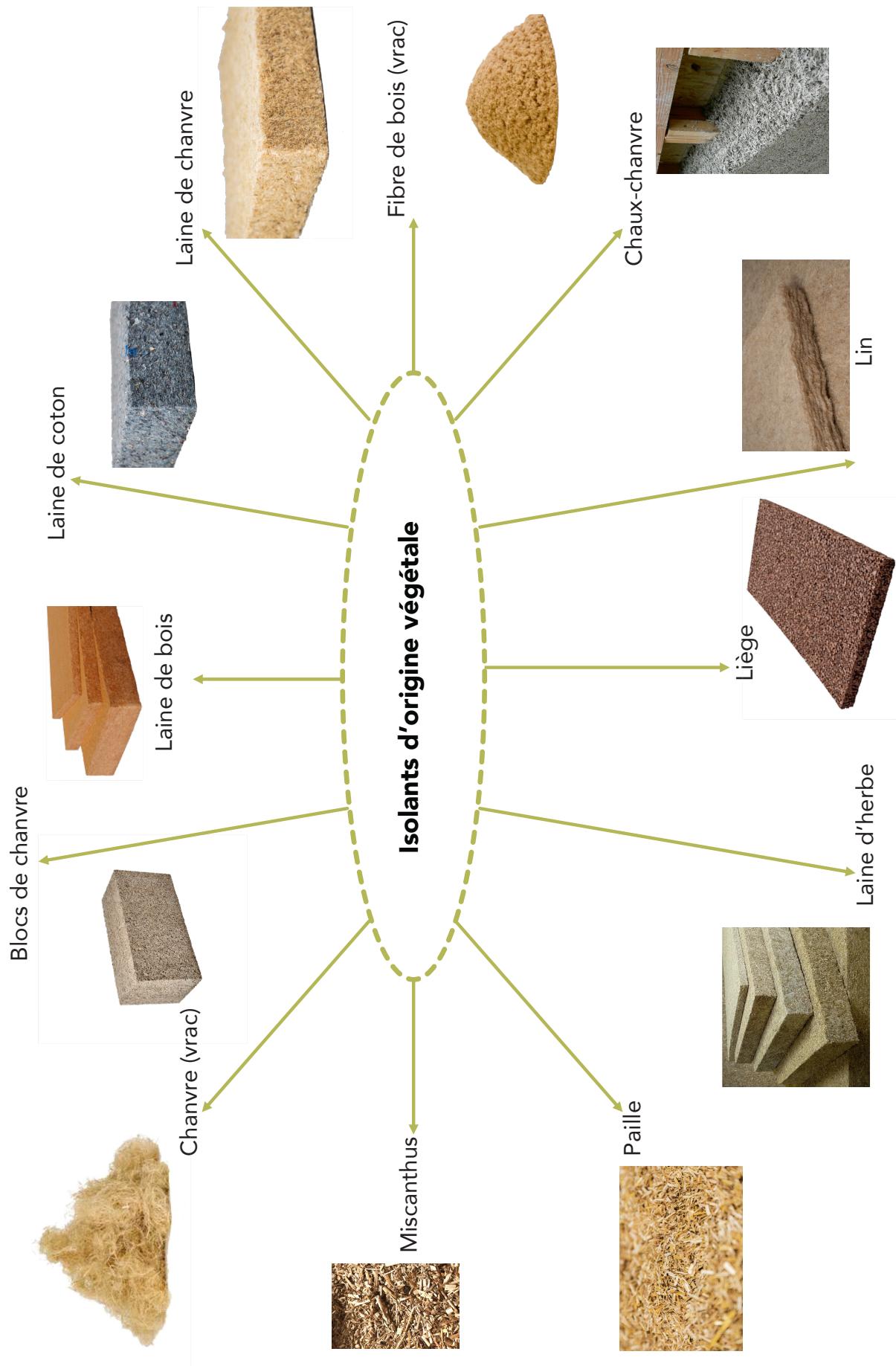
Normes et certifications

Sur le marché, on trouve plusieurs produits à base de lin sous diverses formes : ouate en vrac, rouleaux, feutres, matelas et panneaux semi-rigides. Certains bénéficient d'agrément techniques européens ou français (ACERMI) ainsi que de déclarations environnementales et labels écologiques.

Sources:(Stiernon & Trachte 2023)

4.6 Les différents types d'isolants biosourcés en lien avec l'origine de la matière première.





Verre cellulaire



Laine de coton (si issue de textiles recyclés)



Isolants d'origine recyclée

Ouate de cellulose insufflée



4.7 Formes des isolants (vrac, rigide...)

Les isolants biosourcés se déclinent sous différentes formes, ce qui leur permet de s'adapter aux nombreuses situations rencontrées, tant en construction neuve qu'en rénovation. Cette diversité de formats répond aux exigences spécifiques de chaque paroi, configuration ou technique de mise en œuvre (Cluster Eco Construction, s.d.).

On retrouve ainsi des isolants en vrac, souvent utilisés aussi bien en toiture, en murs qu'en sols. D'autres se présentent sous forme souple, comme les rouleaux ou les panneaux semi-rigides, particulièrement adaptés aux parois verticales, aux planchers ou aux toitures (Cluster Eco Construction, s.d.).

Il existe également des isolants rigides, proposés en panneaux, qui conviennent notamment pour l'isolation des sols, des murs extérieurs ou des toitures, où une bonne résistance mécanique est nécessaire. Certains matériaux, comme la paille, sont disponibles en blocs ou en ballots, permettant une mise en œuvre en remplissage d'ossature, aussi bien pour les murs que pour les toitures (Cluster Eco Construction, s.d.).

Enfin, certains isolants peuvent être appliqués par projection, sous forme humide ou sèche, ce qui permet d'épouser les formes complexes et d'assurer une isolation continue, sans ponts thermiques (Cluster Eco Construction, s.d.).

4.8 Mise en situation des types d'isolants dans la construction

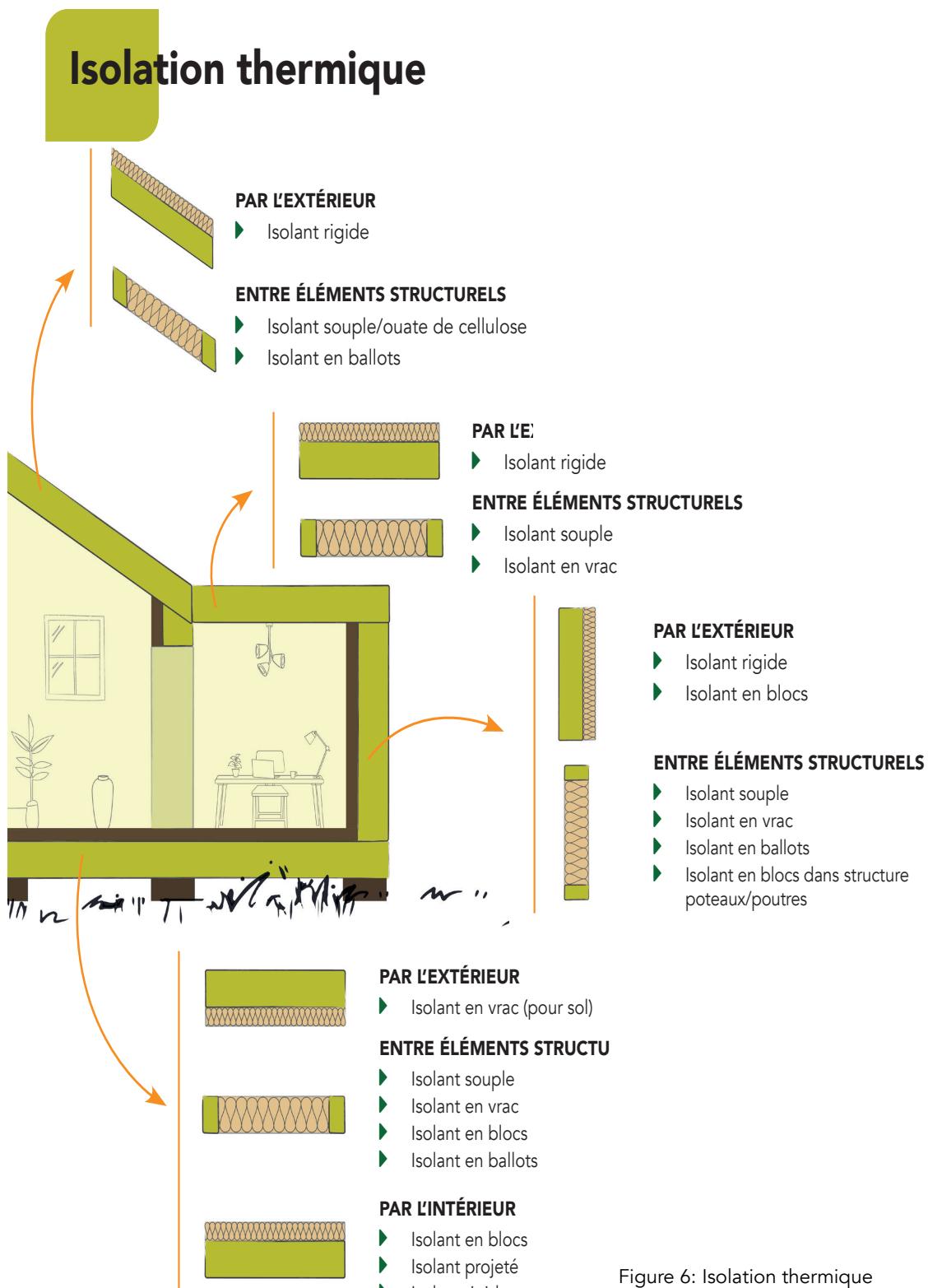


Figure 6: Isolation thermique
Source: Cluster Eco Construction ; s.d.

Isolation thermique d'une toiture à versant

Isolation thermique par l'extérieur	Isolation thermique entre éléments structurels
Isolant rigide <i>Fibre de bois</i> <i>Liège</i>	Isolant souple Laine d'herbe Laine de bois Laine de chanvre Laine de mouton Laine de coton
	Isolant en vrac Ouate de cellulose insufflée
	Isolant en ballots Paille

Isolation thermique d'une toiture plate

Isolation thermique par l'extérieur	Isolation thermique entre éléments structurels
Isolant rigide Fibre de bois Liège	Isolant souple Laine d'herbe Laine de bois Laine de chanvre Laine de mouton Laine de coton
	Isolant en vrac Ouate de cellulose insufflée Fibre de bois Laine de mouton Miscanthus Paille Liège Chaux-chanvre Chanvre

Isolation thermique d'un mur

Isolation thermique par l'extérieur	Isolation thermique entre éléments structurels
Isolant rigide	Isolant souple
Fibre de bois Liège	Laine d'herbe Laine de bois Laine de chanvre Laine de mouton Laine de coton
Isolant en blocs	Isolant en vrac
Blocs de chanvre	Ouate de cellulose insufflée Fibre de bois Laine de mouton Miscanthus Paille Liège Chaux-chanvre Chanvre
	Isolant en ballots
	Paille
	Isolant en blocs (dans structure poteaux/poutres)
	Blocs de chanvre

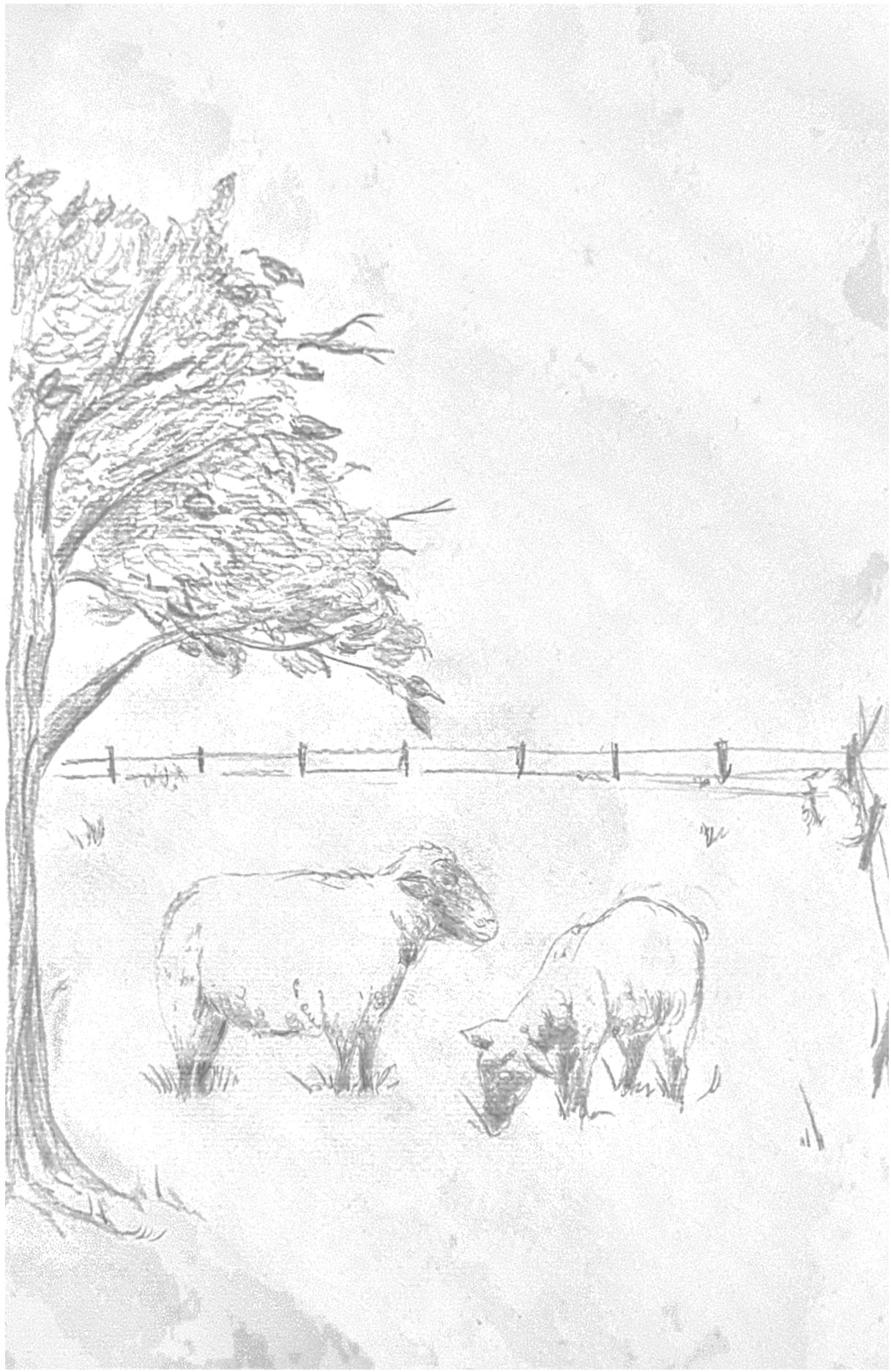
Isolation thermique d'une dalle

Isolation thermique par l'extérieur	Isolation thermique entre éléments	Isolation thermique par l'intérieur
Isolant en vrac Coquillages Verre cellulaire	Isolant souple Laine d'herbe Laine de bois Laine de chanvre Laine de mouton Laine de coton	Isolant en blocs Blocs de chanvre
	Isolant en vrac Ouate de cellulose insufflée Fibre de bois Laine de mouton Miscanthus Paille Liège Chaux-chanvre Chanvre	Isolant projeté Chaux-chanvre
	Isolant en ballots Paille	Isolant rigide Fibre de bois Liège
	Isolant en blocs Blocs de chanvre	

Apports des tableaux

Ces tableaux me paraissent particulièrement intéressants, car ils offrent une vue d'ensemble claire et synthétique sur les isolants biosourcés, tout en précisant les endroits où ils peuvent être utilisés dans un bâtiment. Pour une personne qui commence à s'intéresser au sujet, ou qui est déjà en phase de réflexion pour construire ou rénover, cela représente un gain de temps considérable : en un seul coup d'œil, elle peut identifier les matériaux qui correspondent le mieux à ses besoins. Ces tableaux permettent également de mettre en lumière la polyvalence des isolants biosourcés, qui ne se limitent pas à une seule application mais peuvent, dans bien des cas, remplacer efficacement un isolant traditionnel, avec en plus des avantages environnementaux.

Au-delà de l'information qu'ils fournissent, ces tableaux pourraient devenir un véritable support de décision s'ils étaient utilisés conjointement avec des fiches techniques détaillées pour chaque isolant. Ces fiches viendraient compléter la vision globale en apportant des données précises sur les performances thermiques, la durabilité, le coût ou encore la provenance du matériau. L'association des deux outils permettrait ainsi à toute personne qu'il s'agisse d'un particulier, d'un architecte ou d'un artisan de s'orienter plus facilement vers une solution adaptée à son projet, en fonction de ses priorités et contraintes.



Chapitre 5

*Etat de l'art
sur les
obstacles
aux matériaux
biosourcés*



5. Etat de l'art sur les obstacles aux matériaux biosourcés

Dans une perspective de transition écologique, l'intérêt pour l'utilisation des matériaux biosourcés en construction ne cesse de croître, porté notamment par des acteurs engagés comme l'agence Trait Vivant, qui promeut l'usage quasi exclusif de ressources biosourcées et géosourcées peu transformées telles que la paille, la terre ou le bois (Ehrlich & Vermes, 2021). Cette approche dépasse la simple sélection des matériaux pour inclure une vision globale du bâtir, considérée comme un levier fondamental de la transition écologique, capable de changer durablement les pratiques du secteur (Ehrlich & Vermes, 2021). L'agence s'illustre dans la mise en œuvre de projets réalisés principalement en bottes de paille, privilégiant des ressources simples et accessibles ainsi que des processus constructifs adaptés (Ehrlich & Vermes, 2021).

Par ailleurs, elle développe une pédagogie forte, fondée sur la transmission des savoirs par le biais d'enseignements dans les écoles d'architecture, de chantiers participatifs et d'une approche « hors les murs » qui favorise l'apprentissage par l'expérience (Ehrlich & Vermes, 2021). Cette pédagogie permet de répondre à une méconnaissance des matériaux biosourcés souvent pointée comme un obstacle à leur diffusion, en impliquant directement les étudiants, les professionnels et les citoyens (Ulrich, 2019). La multiplication des expériences collectives sur le terrain traduit un engouement qui dépasse les limites des formations académiques classiques et témoigne d'une volonté croissante de s'approprier ces nouveaux savoir-faire (Ehrlich & Vermes, 2021).

Sur le plan technique, de nombreuses recherches se concentrent sur la durabilité des matériaux biosourcés et la validation de leurs performances dans le temps. Par exemple, Guillaume Delannoy a mené une étude approfondie sur un isolant en béton de chanvre, mettant en évidence la nécessité de valider les protocoles de vieillissement en testant des formulations afin de mieux comprendre le comportement à long terme de ces matériaux (Delannoy, 2019). Ce manque de recul constitue un obstacle important, car il limite la confiance des acteurs du secteur dans ces solutions nouvelles (Delannoy, 2019). Par ailleurs, le programme Mabionat, développé conjointement par l'Ifsttar et le Cerema, a proposé une méthode d'analyse basée sur la consultation des professionnels du bâtiment dans le but d'identifier les leviers pour améliorer la performance environnementale des matériaux biosourcés tout au long de leur cycle de vie (Caré et al., 2018). Ces travaux soulignent la nécessité de poursuivre la recherche, notamment sur les propriétés hygrothermiques, la durabilité et la résistance mécanique des matériaux.

biosourcés, aspects encore trop peu documentés (Caré et al., 2018). Cette carence de données est régulièrement citée comme un obstacle à l'adoption, car les acteurs préfèrent s'appuyer sur des matériaux traditionnels bien éprouvés (Caré et al., 2018).

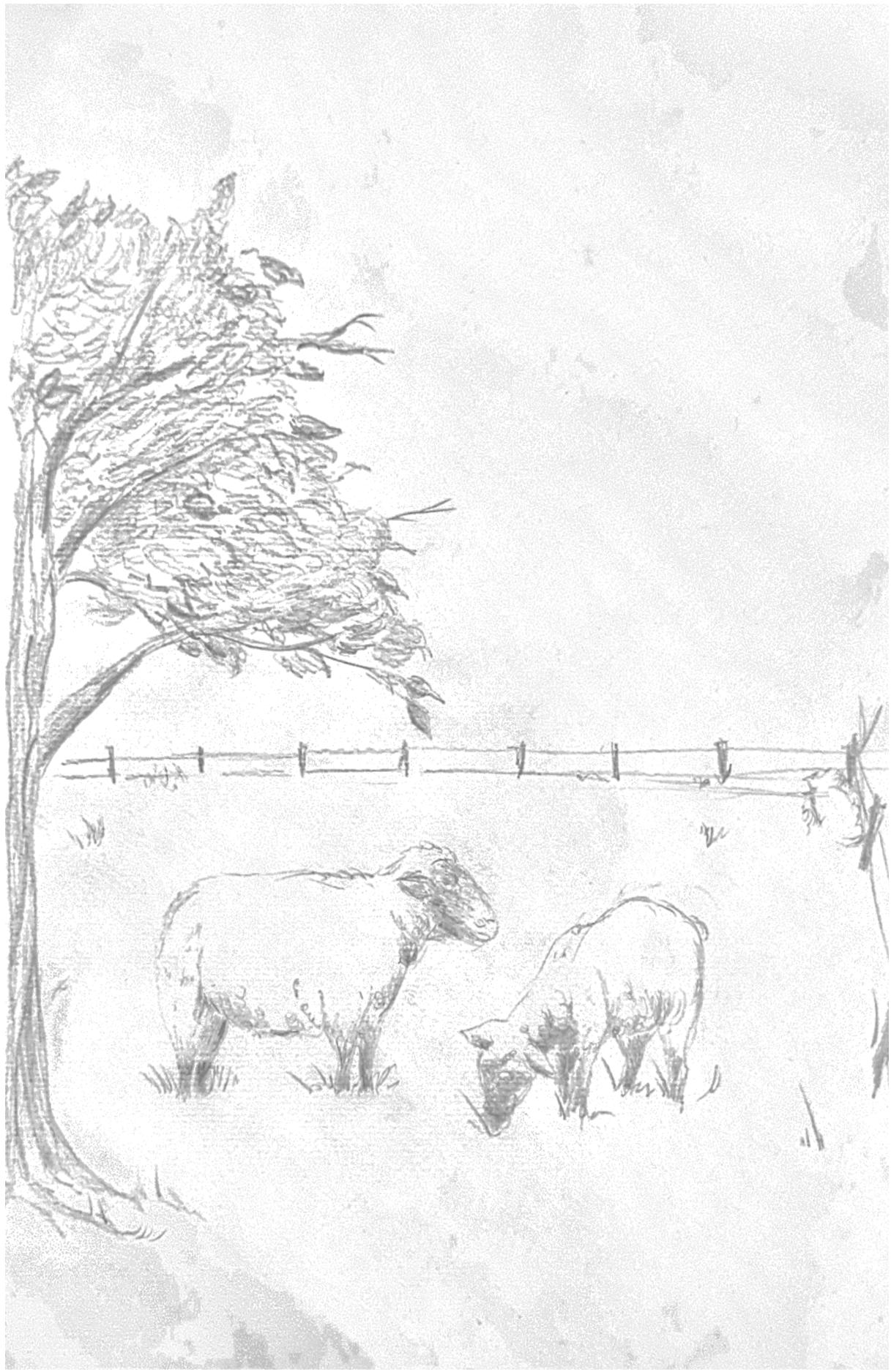
Du point de vue réglementaire et industriel, la structuration des filières biosourcées fait également face à des obstacles notables. Juliette Le Taillec, dans son mémoire sur la filière chanvre, montre que des obstacles réglementaires persistent, notamment liés à la reconnaissance officielle des performances techniques et à la validation des caractéristiques hygrothermiques, freinant la montée en puissance de la filière (Le Taillec, 2017). Elle souligne aussi le rôle déterminant, parfois contraignant, des acteurs industriels majeurs qui influencent la structuration du marché selon leurs intérêts (Le Taillec, 2017). De même, Julien Lamoulie, dans son ouvrage consacré aux matériaux biosourcés, analyse les contraintes normatives et met en avant les besoins cruciaux en termes de caractérisation technique, de rédaction de règles professionnelles adaptées et de normalisation afin de garantir la fiabilité et la sécurité des ouvrages construits avec ces matériaux (Lamoulie, 2013). Le retard dans la mise en place de ces cadres réglementaires et techniques est un obstacle important puisqu'il limite l'intégration des matériaux biosourcés dans la construction (Lamoulie, 2013).

Les obstacles socio-économiques sont également largement documentés. Des enquêtes menées au Nigeria auprès de 69 professionnels du bâtiment révèlent que la perception d'un coût élevé, le manque d'information et l'absence d'outils adaptés pour évaluer les matériaux durables constituent des obstacles majeurs à leur adoption (Adeyemo et al., 2019). Ces résultats sont corroborés par l'étude de Peter Oluwole Akadiri qui, à travers un questionnaire et des études de cas, confirme que ces obstacles persistent au niveau des projets achevés (Akadiri, 2015). En Île-de-France, Françoise Allièse, après avoir interrogé 60 professionnels du secteur et 115 ménages, révèle que le coût perçu et le déficit d'information sont les obstacles les plus importants, tandis que la sensibilisation des professionnels reste un levier déterminant pour encourager l'usage des matériaux biosourcés (Allièse, 2023). Au Québec, Marie-Hélène Fugère, dans son mémoire, synthétise les différents obstacles identifiés dans la littérature, parmi lesquels figurent les coûts élevés, les contraintes logistiques, les obstacles législatifs et techniques, ainsi que la résistance au changement ralentissant l'intégration des matériaux biosourcés dans les politiques municipales (Fugère, 2021).

Par ailleurs, des études expérimentales montrent que les matériaux biosourcés présentent des performances thermiques prometteuses. Une recherche récente comparant divers isolants biosourcés paille, fibre de banane, fibre Alfa, coquilles

d'arachide, ou mélange VSS au béton traditionnel révèle une amélioration sensible des performances thermiques et une diminution notable des besoins en climatisation (Abbassi et al., 2025). Cependant, les auteurs mettent en garde contre les défis liés à la rentabilité économique et à la structuration du marché, appelant à une meilleure organisation de la production, à des règles incitatives et à un recours à plus grande échelle pour assurer la viabilité économique de ces matériaux (Abbassi et al., 2025). De même, Élodie Héberlé, dans une synthèse commandée par la DHUP et la DREAL Centre-Val de Loire, montre que dans le cadre de la rénovation du bâti ancien, les isolants biosourcés traités sont souvent mieux adaptés que les isolants classiques pour gérer l'humidité excessive (Héberlé, 2016). Cependant, ces résultats reposent essentiellement sur des essais en laboratoire ou sur des modélisations numériques avec peu de retours d'expérience terrain limitant limite l'adoption et la confiance des utilisateurs (Héberlé, 2016).

Enfin, les analyses qualitatives menées par Jocelyn Ulrich à partir d'entretiens semi-directifs avec des professionnels du bâtiment révèlent que les principaux obstacles sont d'ordre socio- politique, notamment un déficit de prise en compte des enjeux environnementaux, une résistance culturelle au changement et un manque de formation des artisans à la pose des matériaux biosourcés (Ulrich, 2019). À l'échelle européenne, une enquête en ligne menée auprès d'experts du secteur confirme ces difficultés, pointant la complexité d'obtention du marquage CE, les coûts élevés, le déficit de compétences et la lenteur d'appropriation par les décideurs (Franchino et al., 2024). Ces constats montrent que malgré leurs avantages reconnus, les matériaux biosourcés restent freinés par des contraintes multiples, non seulement techniques ou économiques, mais aussi liées à un manque de sensibilisation et de formation. C'est pourquoi la sensibilisation apparaît comme un levier majeur, particulièrement dans la formation d'architecte ne se limitant pas à concevoir mais aussi à informer, accompagner et convaincre les différents acteurs (Ulrich, 2019). En effet, la sensibilisation doit viser tant le grand public que les professionnels, car le désintérêt ou la méconnaissance sont souvent liés à une habitude de recourir aux matériaux classiques, à un déficit d'information ou à une absence de volonté d'engager des formations complémentaires (Ulrich, 2019). De plus, les maîtres d'ouvrage peuvent aussi être peu sensibilisés ou réticents, par crainte de surcoûts ou d'innovations mal maîtrisées (Ulrich, 2019).



Chapitre 6

Obstacles aux isolants biosourcés



6. Obstacles aux isolants biosourcés.

Bien que la filière du biosourcé tente de se faire une place au sein du secteur de la construction, tant pour des raisons de conviction que dans une volonté de répondre aux enjeux environnementaux actuels, force est de constater qu'elle peine encore à se développer réellement. Malgré l'intérêt croissant que l'on peut observer dans certains milieux, elle reste confrontée à un certain nombre de blocages qui ralentissent sa diffusion à plus grande échelle. Ces blocages, que l'on appelle communément des obstacles, méritent d'être examinés de manière attentive. Il est donc intéressant de se pencher sur ceux-ci afin de mieux comprendre les obstacles qui subsistent encore aujourd'hui et qui limitent l'intégration plus large de ces matériaux dans les pratiques courantes du secteur.

Écohabitation a mené en 2014 une étude sur l'habitation écologique au Québec et a mis en évidence certains obstacles à l'utilisation de matériaux biosourcés. Même si cette étude ne concerne pas directement la Belgique, il reste néanmoins intéressant d'en observer les résultats, car le panel de obstacles recensés peut fournir un aperçu pertinent et révélateur. Cela permet d'avoir une première idée des obstacles potentiels que l'on peut également retrouver ailleurs, et d'alimenter ainsi une réflexion plus large sur les difficultés rencontrées par cette filière, quelle que soit la région concernée.

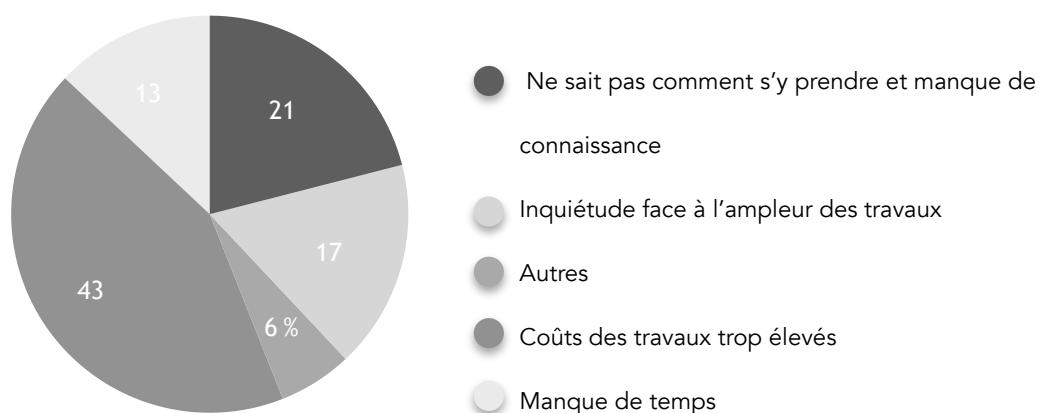


Figure 7: Etude sur les freins au biosourcé
Source: Ecohabitation 2014

6.1 Obstacle technique et condition de mise en œuvre sur chantier

Parmi les obstacles fréquemment évoqués concernant la diffusion des matériaux biosourcés dans le secteur de la construction, les conditions spécifiques de leur mise en œuvre sur chantier occupent une place importante. En effet, les architectes qui souhaitent intégrer ces matériaux se heurtent souvent à des réticences exprimées par les entreprises du bâtiment. Ces dernières soulignent régulièrement un surcoût prévisible, lié à une mise en œuvre plus exigeante techniquement ou à un allongement du temps de pose nécessaire pour assurer une bonne qualité d'exécution.

Les compétences particulières requises pour manipuler et poser correctement ces matériaux ne sont pas systématiquement maîtrisées par les ouvriers, ce qui alimente une certaine inquiétude quant à la capacité à respecter les critères de qualité tout en tenant les délais impartis (Roux, 2018). Sur le terrain, il apparaît que certains matériaux biosourcés, comme la laine de bois utilisée dans l'isolation thermique par l'extérieur (ITE), nécessitent plus de soin et un temps de travail plus long que les matériaux conventionnels, tels que le polystyrène par exemple. Cette réalité se traduit par une offre limitée d'entreprises réellement formées à ces techniques, ce qui conduit à des délais d'intervention plus longs et à des devis souvent plus élevés (Allièse, 2022).

Ces contraintes d'ordre technique constituent ainsi un obstacle tangible à la généralisation des matériaux biosourcés, en particulier dans le cadre des travaux de rénovation où les spécificités propres à chaque chantier sont souvent importantes et exigent une adaptation constante (Allièse, 2022). En parallèle, les préférences économiques des maîtres d'ouvrage influencent également la situation : ceux-ci sont généralement plus enclins à investir dans des éléments visibles du bâtiment, comme les finitions, que dans des couches isolantes, surtout lorsque l'isolant biosourcé doit être plus épais pour garantir une performance thermique équivalente. Cette contrainte d'épaisseur peut s'avérer problématique dans des espaces restreints, limitant ainsi le recours à ces matériaux (Allièse, 2022).

6.2 Obstacle lié au prix

Les maisons écologiques réalisées avec des matériaux biosourcés sont souvent perçues comme coûteuses, voire nettement plus onéreuses que les constructions classiques utilisant des matériaux conventionnels (Fugère, 2021). Pierre Possémé, représentant de la Fédération Française du Bâtiment (FFB), souligne ainsi que « *un mur en chanvre coûte environ 40 % plus cher qu'un mur en briques, et jusqu'à deux fois plus cher qu'un mur en parpaings* ».

De plus, il rappelle qu' « *en 2006, la laine de chanvre était évaluée à un prix deux à trois fois supérieur à celui de la laine de verre ou de la laine de roche* » (Possémé, s.d.).

Ces données contribuent à renforcer l'idée que, malgré leur durabilité et leurs qualités environnementales, les matériaux biosourcés restent financièrement moins accessibles pour une large part de la population, ce qui constitue un obstacle non négligeable à leur adoption dans le secteur de la construction.

6.3 Obstacle du lobbyisme et de la domination des grandes entreprises

Dans le secteur de la construction, le marché des matériaux est largement dominé par de grandes chaînes et des acteurs industriels majeurs exerçant un pouvoir commercial et administratif difficilement compétitif pour les petites entreprises familiales ou artisanales (Fauteux et Cosgrove, 2020). Ce déséquilibre se double d'une situation où la production locale de matériaux écologiques, encore très fragmentée et dispersée, peine à gagner en visibilité et en parts de marché. Cette faiblesse structurelle laisse ainsi le champ libre aux grandes surfaces et aux géants industriels, qui captent l'essentiel des bénéfices (Fauteux et Cosgrove, 2020).

Or, ces grands acteurs ne se contentent pas de dominer économiquement : ils s'appuient sur un lobbying particulièrement actif pour préserver leurs intérêts. En influençant les normes, les aides publiques ou les dispositifs réglementaires, ils contribuent à maintenir un système défavorable à l'émergence de filières écologiques alternatives. Ce lobbying freine l'accès au marché pour les matériaux biosourcés et ralentit leur reconnaissance institutionnelle (N. Séguin, conversation téléphonique, 12 février 2021 ; Fugère, 2021).

6.4 Obstacle formation des professionnels du bâtiment

Cet obstacle est fortement lié à un déficit structurel en matière de formation. En effet, la formation initiale ainsi que la formation continue consacrent encore très peu de place aux matériaux biosourcés. Malgré l'existence de quelques initiatives locales ou sectorielles visant à intégrer ces thématiques, les contenus liés aux matériaux biosourcés restent souvent marginaux dans les cursus classiques et ne font pas partie des enseignements centraux (Le Tallec, 2017). Ce manque d'intégration s'ajoute à un désintérêt général pour les métiers du bâtiment, visible chez les jeunes comme chez les professionnels en activité ou en reconversion.

Ces derniers montrent souvent peu d'enthousiasme à l'idée de se former à de nouvelles pratiques ou techniques, ce qui contribue à freiner l'adoption des matériaux biosourcés (Le Tallec, 2017).

Par ailleurs, la formation peine également à suivre le rythme des évolutions rapides qui traversent le secteur. Les exigences en termes de performance énergétique, les nouvelles normes environnementales ou encore les analyses du cycle de vie des matériaux évoluent constamment, tandis que les contenus pédagogiques proposés restent fréquemment en décalage avec ces enjeux actuels (Groupe AGÉCO, 2019 ;

FTQ-Construction, 2018b ; AQMAT, 2018). Former aux matériaux biosourcés ne se limite donc pas à transmettre un savoir-faire technique. Il s'agit aussi, et surtout, de développer une véritable éthique de la construction, ainsi que de fournir aux professionnels les outils nécessaires pour accompagner efficacement la transition écologique du secteur (AQMAT, 2018 ; Groupe AGÉCO, 2019).

6.5 Obstacle cognitif et culturel

L'appropriation des matériaux biosourcés dans le secteur du bâtiment est un processus long, qui nécessite en moyenne une vingtaine d'années pour une intégration complète dans les usages courants (Roux, 2018). Pendant cette phase de transition, ces matériaux restent souvent perçus comme abstraits ou incertains, tant par les professionnels que par les particuliers. Cette perception d'incertitude est alimentée par plusieurs facteurs : le caractère innovant de ces matériaux, leur coût potentiellement plus élevé, ainsi que les techniques spécifiques requises pour leur mise en œuvre (Fugère, 2021).

Face à cette situation, un certain inconfort ou une méfiance s'installe, poussant ainsi artisans, entreprises ou auto-constructeurs à privilégier les matériaux conventionnels. Ces derniers sont en effet plus familiers, plus faciles à mettre en œuvre et largement disponibles sur le marché, ce qui limite les risques perçus (Fugère, 2021). De fait, les habitudes déjà ancrées, la peur de l'inconnu et la volonté de réduire les risques constituent des obstacles puissants à l'adoption des matériaux biosourcés, malgré les nombreux bénéfices environnementaux qu'ils offrent.

6.6 Obstacle informationnel: manque de connaissances diffusées et faible sensibilisation

Cet obstacle culturel est également étroitement lié à un manque général de connaissances partagées parmi l'ensemble des acteurs de la filière. En effet, les prescripteurs, les artisans et les clients se révèlent souvent peu informés des performances réelles et des conditions spécifiques d'utilisation des matériaux biosourcés (Allièse, 2022). Cette situation complique l'orientation des clients vers des professionnels compétents, alors que les artisans eux-mêmes restent souvent méfiants quant à la durabilité des matériaux et aux exigences liées à leur mise en œuvre. Par conséquent, une pédagogie constante est nécessaire afin d'expliquer clairement les bénéfices et les particularités des biosourcés (Allièse, 2022).

Même les architectes ne disposent pas toujours d'une formation suffisante ou ne sont pas pleinement convaincus par ces solutions. Le processus de vente et d'intégration de ces matériaux repose donc sur un accompagnement important, ce qui freine d'autant leur diffusion à grande échelle (Allièse, 2022).

6.7 Obstacle juridique

Depuis le 1er juillet 2018, la loi Peeters-Borsus impose que tous les acteurs du secteur de la construction architectes, entrepreneurs et autres prestataires souscrivent une assurance

responsabilité décennale. Cette assurance engage leur responsabilité pendant une durée de dix ans pour tout dommage compromettant la solidité de l'ouvrage ou le rendant impropre à sa destination, conformément à l'articles 1792 du Code civil (Conteville & Den Hartigh, 2009).

Cette garantie a pour but de protéger efficacement le maître d'ouvrage ainsi que l'usager face aux aléas pouvant survenir dans le cadre de la construction. Elle établit une présomption de responsabilité de plein droit du constructeur ou du concepteur dès lors qu'un désordre relève de ce régime de responsabilité (Conteville & Den Hartigh, 2009).

Cependant, dans les faits, les compagnies d'assurance conditionnent fréquemment la souscription de cette garantie à l'utilisation de matériaux conventionnels ou certifiés par des organismes officiels, tels que le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Or, les matériaux biosourcés sont généralement considérés comme non conventionnels, utilisant des techniques moins courantes, voire parfois ancestrales, ce qui les place hors du cadre habituel des assurances (Le Tallec, 2017).

Le principal problème réside dans le fait que les assureurs restent souvent réticents à couvrir les ouvrages réalisés avec des matériaux biosourcés. Ces matériaux sont perçus comme innovants et, par conséquent, considérés comme présentant un risque accru (Conteville & Den Hartigh, 2009). Cette perception renforce les difficultés rencontrées par les professionnels souhaitant recourir à ces matériaux : ils doivent souvent engager des démarches longues, coûteuses et complexes pour obtenir une assurance décennale couvrant leurs chantiers.

Cette contrainte est d'autant plus lourde pour les petites entreprises, qui manquent fréquemment des ressources nécessaires pour gérer ces procédures administratives et financières (Le Tallec, 2017).

Au final, ce cadre juridique strict contribue à freiner la diffusion des matériaux biosourcés dans le secteur de la construction, en renforçant la prédominance des matériaux conventionnels, qui sont plus facilement assurables et perçus comme présentant moins de risques.

6.8 Obstacle coût élevé du prototypage et des tests

Lorsqu'un nouveau produit écologique est conçu dans le but d'être commercialisé, il doit obligatoirement passer par une série d'étapes de validation. Cela implique de le soumettre à différentes instances privées ainsi qu'à des centres de recherche spécialisés, qui sont chargés de réaliser une batterie complète de tests techniques. Ces essais ont pour objectif principal de vérifier la conformité du produit aux normes en vigueur, mais aussi de garantir ses performances, sa qualité ainsi que sa fiabilité en tant qu'éco-matériau. Ce n'est qu'une fois cette série de tests validée avec succès que les

instances gouvernementales peuvent procéder à l'homologation officielle du produit, étape indispensable pour sa mise sur le marché (N. Séguin, conversation téléphonique, 12 février 2021 ; Fugère, 2021).

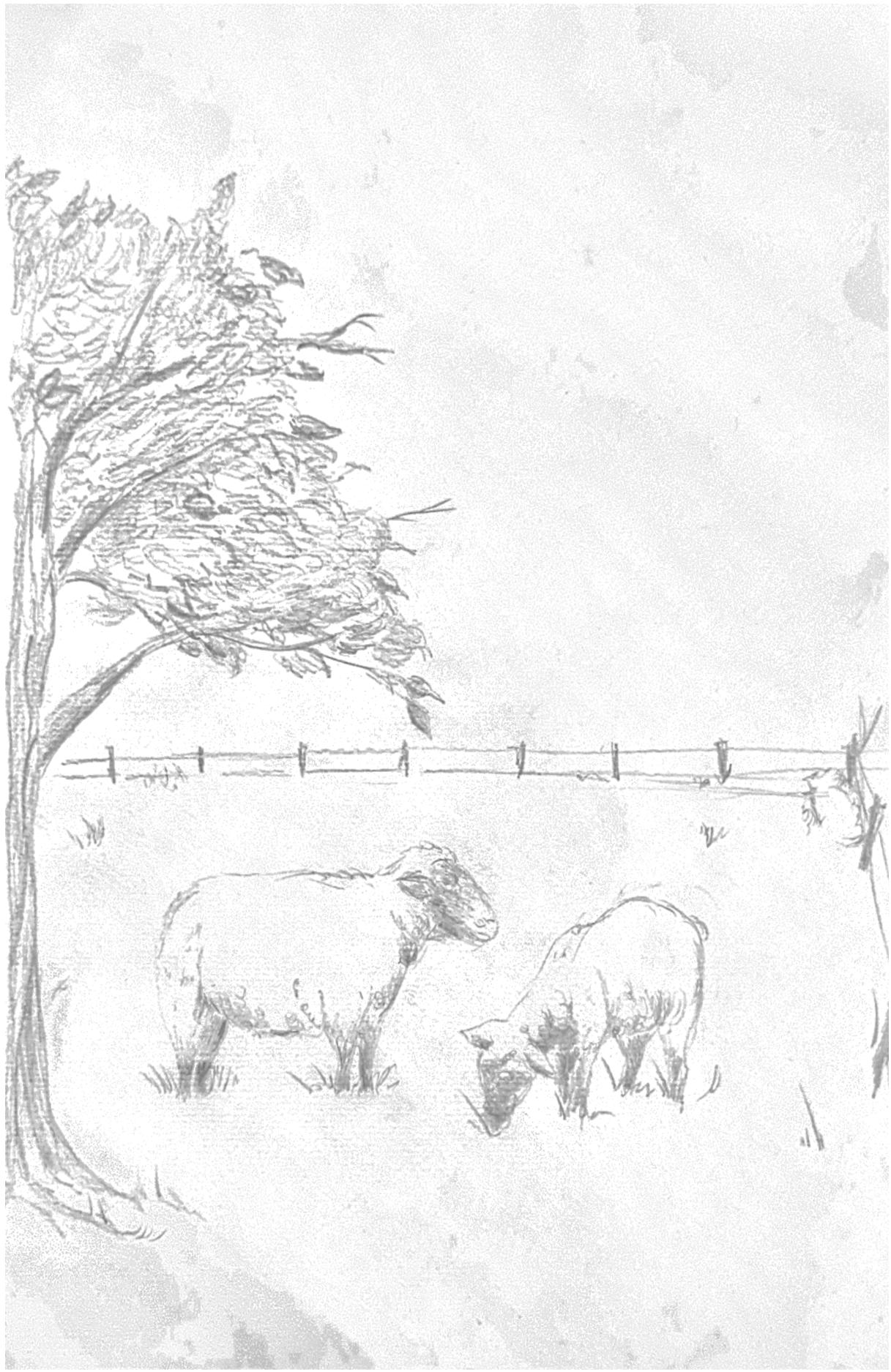
Toutefois, les coûts élevés liés au développement et au prototypage représentent un investissement lourd pour une petite structure. Cet obstacle financier est d'autant plus critique que le marché des éco-matériaux reste émergent et la demande encore limitée, ce qui rend leur rentabilité incertaine (B. Lavigne et M. Dumont, conversation téléphonique, 26 janvier 2021 ; Fugere, 2021).

Après avoir dressé un inventaire des principaux obstacles à l'utilisation des isolants biosourcés dans le secteur de la construction, ce sont particulièrement ceux liés au manque de connaissance, à la formation insuffisante, ainsi qu'aux obstacles cognitifs et culturels, qui ont retenu mon attention. Je trouve en effet regrettable que cette filière, pourtant porteuse d'enjeux environnementaux majeurs, ne se développe pas davantage, notamment parce qu'une part importante des acteurs concernés n'en ont pas encore une connaissance suffisante. À cela s'ajoutent un déficit de formation adaptée et une certaine réticence qui freinent encore l'adoption de ces solutions. Pour moi, il est primordial de s'attarder sur ces obstacles spécifiques, car ils représentent à la fois des obstacles et, paradoxalement, des leviers potentiels pour dynamiser la filière des isolants biosourcés.

Il me semble en effet que travailler à lever ces blocages pourrait contribuer à faire évoluer les mentalités, améliorer la compréhension et stimuler l'intérêt pour ces matériaux, au bénéfice d'une transition écologique plus effective dans la construction. Ce constat ouvre ainsi naturellement la voie à une réflexion plus approfondie sur les moyens de sensibiliser efficacement l'ensemble des acteurs du secteur.

Dans la continuité de ce travail, les chapitres suivants se pencheront donc plus spécifiquement sur les méthodes et outils permettant de sensibiliser les professionnels, les maîtres d'ouvrage et le grand public à l'intérêt des isolants biosourcés. La sensibilisation apparaît en effet comme un levier essentiel pour dépasser les obstacles identifiés, en développant la connaissance, en améliorant la perception et en favorisant l'appropriation de ces solutions. Cette démarche explorera ainsi les stratégies et canaux de communication adaptés, dans l'objectif de créer un environnement favorable à une adoption plus large et durable des isolants biosourcés, que ce soit en rénovation ou en construction neuve.

C'est donc un passage clé qui vise à transformer les bonnes intentions en actions concrètes, et à permettre à cette filière d'asseoir sa place dans les pratiques courantes du bâtiment, au service d'un avenir plus respectueux de l'environnement.



Chapitre 7

Enquête auprès des acteurs



7. Enquête auprès des acteurs

7.1 Questionnaire (questions voir annexe)

Après m'être documentée plus en profondeur sur le sujet, j'ai eu envie de confronter mes connaissances à la réalité du terrain, en recueillant des avis et retours d'expérience directement auprès de personnes concernées. J'ai donc réalisé un questionnaire que j'ai diffusé sur une plateforme de réseaux sociaux, dans plusieurs groupes dédiés à la construction et à l'isolation. Ces groupes affichaient des communautés très variées, allant de 1 000 à 80 000 membres, ce qui m'a laissée penser que j'allais pouvoir toucher un public large et récolter un bon nombre de réponses. Mon intention était de m'adresser en priorité aux consommateurs, pour mieux comprendre leurs perceptions, leurs habitudes, mais aussi leurs éventuelles réticences face à l'usage des isolants biosourcés.

Je m'attendais à un taux de participation relativement élevé vu la taille cumulée des groupes, qui rassemblaient ensemble près de 154 000 personnes. Pourtant, à ma grande surprise, je n'ai obtenu que 26 réponses. Ce faible taux de participation s'est avéré décevant par rapport à mes attentes, et a forcément limité la portée des conclusions que je pouvais en tirer.

Un autre élément important à souligner, est que je souhaitais initialement citer principalement des personnes vivant en Belgique, puisque c'est ce contexte national qui m'intéresse dans mon travail. Or, il s'est avéré que ces groupes étaient très majoritairement composés de Français. En analysant les réponses, je constate qu'elles se répartissent à peu près équitablement entre la France et la Belgique, avec 13 réponses belges et 13 françaises. Ce partage géographique pose cependant problème, car la situation du biosourcé en France est assez différente de celle que l'on observe en Belgique que ce soit en termes de soutien institutionnel, de disponibilité des matériaux ou encore de réglementation. Ces retours français, bien qu'intéressants, n'ont pas réellement de pertinence dans ma réflexion axée sur le contexte belge.

Malgré ces limites, je considère que la réalisation de ce questionnaire a tout de même été utile. Elle m'a permis de tester mes hypothèses, de me confronter à la réalité d'un échantillon, aussi restreint soit-il, et de prendre conscience de certaines difficultés liées à la diffusion d'un questionnaire sur les réseaux sociaux, comme la représentativité géographique ou la mobilisation des participants. Même s'il ne peut pas être considéré comme significatif ni statistiquement valable, il fait partie intégrante de ma démarche de recherche.

Par ailleurs, il est important de préciser que ce questionnaire a été conçu au moment où je travaillais encore exclusivement sur la rénovation, puisque c'était mon angle de départ. Ce n'est qu'au fil de l'avancement de mes recherches que j'ai décidé d'élargir mon champ d'étude à la construction en général. Ce changement d'orientation m'a semblé pertinent pour ne pas me restreindre à certaines réalités et pour mieux comprendre l'ensemble des enjeux liés à l'utilisation des isolants biosourcés dans le bâtiment, qu'il s'agisse de rénovation ou de neuf. Ce changement d'approche s'est donc fait progressivement.

L'analyse des réponses aux questions que vous trouverez en annexe mettent en évidence éléments particulièrement intéressants. Tout d'abord, j'ai pu constater que la majorité des personnes interrogées ont réalisé leurs travaux elles-mêmes, en autonomie. Cela pourrait s'expliquer par le coût élevé de la construction ou de la rénovation à l'heure actuelle, qui pousse beaucoup de particuliers à se lancer eux-mêmes dans les travaux, afin de réduire les frais liés à la main-d'œuvre.

Ensuite, une question a révélé que les critères jugés importants lors de la rénovation sont le coût, la performance thermique et l'utilisation de matériaux naturels. Sur les personnes ayant choisi le choix de matériaux naturels comme critère prioritaire, on observe une différence marquante entre la France et la Belgique : sur 10 personnes, 7 sont françaises contre seulement 3 belges. Cela mettrait une nouvelle fois en lumière le décalage entre les deux pays en ce qui concerne la sensibilité aux matériaux biosourcés. Ce résultat confirmerait l'idée que la Belgique accuse encore un certain retard dans l'adoption de ces matériaux.

Une autre question portait sur l'origine du choix d'isolant. Et ici aussi, les réponses ont été révélatrices, notamment du côté belge. Quatre personnes belges ont indiqué que leur choix s'était basé sur la recommandation de leur entrepreneur. Cela montre que les professionnels du bâtiment jouent un rôle important dans les décisions liées à l'isolant, et qu'une grande partie des particuliers font confiance à leur avis plutôt que d'opter pour un choix technique ou environnemental.

Les autres réponses, que ce soit en Belgique ou en France, mentionnent principalement des recherches personnelles ou des connaissances acquises par Internet, ce qui montre aussi que certains prennent le temps de se renseigner eux-mêmes.

La question suivante portait sur la visibilité des isolants biosourcés : « Trouvez-vous qu'ils ont aujourd'hui une grande visibilité ? ». La majorité des réponses, qu'elles viennent de Belgique ou de France, penchent clairement vers le « non » même si

les raisons évoquées varient d'une personne à l'autre et reflètent des perceptions diverses.

En effet, certaines personnes expliquent que ces isolants manquent de visibilité, mais que si l'on s'y intéresse vraiment, on peut tout de même trouver des informations via Internet. Autrement dit, il faut déjà avoir une sensibilité au sujet et faire l'effort de chercher pour accéder à ces données souvent dispersées. D'autres estiment que la visibilité commence tout doucement à progresser, qu'elle est en train d'émerger, mais que le chemin reste encore long avant qu'ils soient véritablement reconnus à plus grande échelle.

Un autre point souvent mentionné est la très faible présence de ces matériaux dans les grandes surfaces de bricolage. Les isolants traditionnels, bien connus et souvent moins chers, qui sont mis en avant et facilement accessibles. Cette visibilité inégale joue un rôle important dans les choix des consommateurs, en particulier pour ceux qui ne sont pas déjà sensibilisés ou informés sur les alternatives biosourcées.

Enfin, certains répondants vont plus loin en évoquant le manque de connaissance du grand public sur les isolants biosourcés et leurs nombreux bénéfices. Ils pointent aussi la présence de lobbys qui, selon eux, freinent encore le développement et la démocratisation de ces matériaux dans le secteur de la construction. Ce dernier aspect semble refléter un certain sentiment de frustration face au manque de soutien ou de reconnaissance de ces alternatives plus durables, bien que les avis puissent varier selon les personnes.

7.2 Interview entrepreneur (retranscription voir annexe)



L'entrepreneur interrogé, âgé d'environ 58 ans, dirige une entreprise active aussi bien sur le marché public que privé. Son champ d'intervention est particulièrement large, allant de la construction d'infrastructures d'envergure telles que des gares, à la réalisation d'immeubles résidentiels ou de maisons individuelles, en passant par des travaux spécialisés de restauration de monuments classés. Cette diversité d'activités lui confère une vision globale et nuancée des pratiques et contraintes du secteur de la construction.

L'entrepreneur interrogé explique qu'il connaît plusieurs isolants biosourcés : les blocs de chanvre, la fibre de bois et les panneaux en fibre de bois compactée appelés Héraklith. Il constate qu'ils sont de plus en plus demandés dans les cahiers des charges publics, car, avec l'Europe, les matériaux biosourcés et le circuit court sont fortement valorisés pour l'obtention de subsides. Cependant, dans les marchés publics, il observe que le critère du prix reste prioritaire, et comme les isolants biosourcés sont plus chers que les matériaux traditionnels, ils sont rarement choisis. Leur coût plus élevé s'explique à la fois par le prix des matériaux et par une mise en œuvre plus complexe, encore peu maîtrisée. Par exemple, pour les blocs de chanvre, le temps de pose est d'environ une heure cinquante par mètre carré au lieu d'une heure, ce qui augmente le prix unitaire et freine leur utilisation.

Il souligne aussi un manque de connaissance sur ces produits, sauf pour la fibre de bois en Héraklith, qui est bien maîtrisée. Les panneaux Héraklith, montés en tenons-mortaises, sont couramment utilisés en isolation sous les plafonds de parkings, lorsqu'une zone moyennement froide ou non chauffée se situe sous un logement, car ils forment une barrière thermique efficace. En revanche, les fibres de bois classiques sont plus coûteuses et moins compactes, ce qui rend l'application de crépi plus difficile et leur mise en place dans les greniers moins agréable. Tout ce qui complique la pose entraîne une réticence vis-à-vis de ces matériaux.

Il cite l'exemple d'un promoteur privé qui a voulu utiliser des blocs de chanvre pour un appartement en construction. Bien que l'entrepreneur ait accepté de les poser, l'expérience a été décevante : après le surfaçage, il restait des incertitudes sur la possibilité d'enduire, sur la stabilité dans le temps, et donc une certaine méfiance. Pour l'entrepreneur, si un isolant se tasse avec le temps, cela crée un pont thermique, ce qui est problématique. Les professionnels préfèrent des matériaux

dont la durabilité est connue, sauf pour certains clients qu'il nomme "bobo écolos" veulant tester sans toujours avoir les réponses techniques nécessaires.

Pour acquérir le savoir-faire, son entreprise s'appuie sur son bureau d'études, consulte les fiches techniques et profite de l'abonnement à Buildwise qui fournit des notes d'information technique et des mises à jour sur les nouveaux systèmes. Selon lui, pour qu'un matériau entre dans les habitudes, il faut l'imposer dans les marchés publics afin de permettre des essais à grande échelle. Une fois les problèmes éventuels identifiés et corrigés, et après validation par des organismes comme Buildwise ou Seco sur la base de plusieurs années de tests, le matériau pourra pénétrer le marché privé. Mais ce processus est long, car le changement de matériau dans la construction est toujours lent : personne ne veut prendre de risque sur des ouvrages conçus "pour la vie".

Il rappelle que la dernière adoption massive d'un matériau a concerné les blocs silico-calcaires, dont l'intégration a pris des années malgré leurs avantages (pose rapide, coût réduit, bonnes performances thermiques, phoniques et mécaniques). En France, d'ailleurs, ils ne sont toujours pas utilisés.

Plus les isolants biosourcés seront testés, plus la production augmentera, et plus les prix baisseront. Il donne l'exemple d'une pénurie passée de panneaux PUR qui avait conduit à utiliser de la fibre de bois, mais celle-ci manquait de résistance à la compression.

Actuellement, le seul produit vraiment intégré aux pratiques est le panneau Héralith en fibre de bois compactée, accepté partout et utilisé en bardage bois intérieur, en extension de garage ou comme support derrière des cloisons pour accrocher des meubles. Pour les autres matériaux, le manque de connaissance empêche leur utilisation. Il conclut que si la Belgique n'est pas contrainte de réagir, elle ne mènera pas les expérimentations nécessaires, le niveau de risque perçu ne baissera pas, et aucun nouveau matériau ne sera adopté. De plus, l'isolant biosourcé est selon lui le matériau le plus difficile à remplacer dans une maison.

«On ne met pas une heure au mètre carré comme d'habitude, on met une heure cinquante, parce que c'est un peu le bordel. Donc il est clair que ça augmente le prix unitaire de l'élément. Et c'est un recul, évidemment, par rapport à ces produits-là. »

« Pour qu'un matériau passe dans les habitudes, il faut l'imposer dans les marchés publics. Le public peut tester, voir les problèmes, et si ça fonctionne, ça rentre dans les mœurs. »

« Oui, un manque de connaissance parfaite de ce produit-là, de sa durée dans le temps... ça nous ennuie ! »

Extraits interview

7.3 Interview maître d'ouvrage (retranscription voir annexe)



La maîtresse d'ouvrage interrogée est une femme d'environ 35 ans, avocate de profession. Elle se distingue par son intérêt pour l'éologie et les modes de vie durables, qu'elle cherche à intégrer dans son quotidien. Curieuse et réfléchie, elle accorde de l'importance à la qualité de son environnement et projette de fonder une famille dans les années à venir.

La personne interrogée explique que, pour elle, les isolants biosourcés sont une très bonne option, car ils réduisent l'impact environnemental de la construction et améliorent le confort thermique, notamment face aux fortes chaleurs de plus en plus fréquentes en Belgique. Elle souligne également leur plus grande durée de vie. Lorsqu'elle a pensé sa maison, elle voulait une "maison du futur" et a adopté une démarche proactive : se renseigner sur les avantages et inconvénients, ne pas se contenter des choix imposés par le constructeur, et éviter les isolants classiques comme le polyuréthane ou la laine de verre. Sensible au réchauffement climatique et à l'avenir de ses enfants, elle voulait construire de la façon la plus écologique possible, tout en sachant que cela coûterait probablement plus cher.

Un premier obstacle a été de trouver un constructeur prêt à utiliser des isolants biosourcés. Elle a contacté un premier entrepreneur connu en Belgique, mais leur interlocuteur a réagi négativement à l'idée de poser de la fibre de bois, allant jusqu'à s'en moquer. Elle s'est ensuite tournée vers Tpalm utilisant déjà des blocs en terre cuite (mieux que le bloc béton selon elle), mais restait au départ réticent aux isolants biosourcés. Le projet a pris du retard à cause du permis, et entre-temps, le directeur de Tpalm a changé : le nouveau responsable connaissait bien les isolants naturels (laine de mouton, etc.) et a accepté que leur maison soit la première du groupe à être isolée en fibre de bois.

L'entreprise voulait utiliser une fibre de bois moins chère venue d'Allemagne ou de Pologne, mais le couple avait choisi le Steico Therm Dry pour ses qualités, et Tpalm a finalement accepté, avec un surcoût important. Les ouvriers ont dû suivre une formation spécifique pour la pose. L'architecte a dû être épaulé par d'autres corps de métiers et le conjoint a surveillé le chantier quotidiennement pour garantir la qualité : il a même dû corriger lui-même certaines parties où l'isolant n'était pas jointif dans les combles.

Selon elle, les constructeurs devraient proposer les isolants biosourcés en option, en expliquant leurs avantages par rapport aux isolants classiques, tout en donnant le surcoût précis. Les architectes, surtout les jeunes, devraient être formés et informer les clients sur les différentes solutions existantes avec leurs coûts. Elle estime que l'État devrait imposer des quotas écologiques dans la construction, par exemple via un système de cotations comme pour le PEB, limitant les quantités de béton ou de terre cuite.

Elle pense aussi que si les entreprises négociaient directement avec des fabricants comme Steico et généralisaient l'usage des biosourcés, elles obtiendraient de meilleurs prix. Elle cite également la ouate de cellulose comme un excellent isolant, capable de combler tous les interstices grâce à une pose par insufflation.

Au total, ils ont payé entre 30 000 et 40 000 € de plus que pour une maison isolée traditionnellement. Elle rappelle toutefois que les isolants conventionnels ont aussi leurs défauts : par exemple, un proche a dû retirer toute sa laine de verre après des problèmes de glissement et d'infestation de rongeurs dans une vieille ferme.

« Mais on savait que ça coutait plus cher. »

« Il faut que les jeunes architectes soient formés à ça. »

« Moi, je pense que l'Etat devrait imposer un quota écologique aux maisons et dire qu'elle doit au moins avoir telle cotation. »

« Les ouvriers Tpalm sont partis en formation pour apprendre à poser l'isolant. »

« C'était notre premier frein, en fait, c'est de trouver un constructeur qui accepte de le faire. »

Extraits interview

7.4 Interview architectes (retranscription voir annexe)



Les architectes interrogés sont un homme d'environ 30 ans et une femme âgée de 45 ans, tous deux parents. Leur bureau d'architecture intervient aussi bien sur des marchés publics que privés, avec une grande diversité de projets : maisons individuelles, immeubles résidentiels, grandes surfaces commerciales, ou encore aménagements spécifiques comme des terrains de padel. Leur approche est particulièrement axée sur l'esthétique des réalisations et sur le respect du budget, qui constituent pour eux des priorités dans la conception et la réalisation des projets.

Les personnes interrogées expliquent qu'ils utilisent parfois des isolants biosourcés, mais rarement, principalement à cause de leur coût. Lorsqu'ils chiffrent un bâtiment, il faut que la demande vienne du client, et la majorité de ceux-ci ne sont pas sensibles à cet aspect. Ce n'est pas une priorité pour le bureau, dont les valeurs principales sont de respecter le budget, d'optimiser l'espace et de soigner l'esthétique. Ils précisent qu'il existe des isolants performants non biosourcés, surtout moins chers.

Ils ont déjà utilisé un isolant biosourcé en soufflage (une sorte de cellulose agglomérée) dans des murs avec coulisse, mais signalent qu'il peut se tasser avec le temps, ce qui le rend moins pérenne que le polyuréthane. Ils citent l'exemple d'un client initialement motivé par l'éologie, pour qui une variante en Grammitherme a été proposée. Face au surcoût, le client a finalement opté pour du réemploi d'isolants issus de déstockage, une alternative "ressourcée" mais non biosourcée.

Le manque de recul technique et de savoir-faire des entrepreneurs freine aussi l'usage. Les entreprises qui maîtrisent ces matériaux sont rares, et comme les prescripteurs ne les mentionnent pas souvent, la filière ne se développe pas. C'est un cercle vicieux. Les entrepreneurs, peu familiers, appliquent souvent une marge supplémentaire par crainte de dépassements de temps et de coûts.

Pour ce bureau, le budget reste un obstacle majeur. Si un isolant biosourcé coûte 30 % de plus qu'un classique, cela réduit la surface habitable possible avec un budget donné. Les isolants biosourcés ont en général un lambda plus faible, nécessitant plus d'épaisseur, une mise en œuvre différente, et restent bien plus chers (parfois jusqu'à cinq fois le prix pour la même cloison). La question des dimensions pose aussi problème : remplacer 12 cm de polyuréthane par 30 cm de fibre de bois n'est pas toujours possible physiquement.

L'équipe du bureau serait éventuellement ouvert à se former si des formations et reconnaissent que c'est "le futur", mais ne sont pas pleinement convaincus de l'utilité par rapport aux contraintes techniques. De plus, la praticité joue un rôle : il est plus simple pour eux de remplacer un isolant existant par du polyuréthane compact que de s'adapter à une laine de roche épaisse.

Selon eux, pour favoriser l'usage des biosourcés, le prix doit baisser et des solutions plus compactes doivent être développées. Les jeunes architectes pourraient apporter ces solutions tout en restant dans des prix raisonnables. Pour l'instant, le bureau reste dans ses habitudes, influencé aussi par les grands fabricants (Knauff, Isover...) qui commencent à proposer des produits plus "propres" mais non biosourcés.

« Ces clients-là ne sont pas sensibles à ça, et pour nous, ce n'est pas notre priorité. En tout cas, pas ici au bureau : ce n'est pas une de nos valeurs fortes. »

« Si tu mets déjà 30 % dans les isolants, soit 30 % de plus qu'un isolant classique, ça te fait des mètres carrés en moins, au bout du compte, quand tu construis. »

« En fait, je ne sais pas... Il y a peut-être des trucs super compacts, mais je ne me suis pas beaucoup renseignée. Je reste dans mes traditions. »

« Le lambda d'un isolant biosourcé est, pour l'instant, toujours inférieur à celui d'un isolant synthétique. »

« La mise en œuvre technique aussi, parfois.
Parce que les gens ne savent pas comment faire, et il n'y a pas assez de recul. »

Extraits interview

7.5 Apports et enseignements tirés des interviews

Les témoignages du maître d'ouvrage, de l'architecte et de l'entrepreneur révèlent un constat partagé : malgré leurs atouts environnementaux et, dans certains cas, un meilleur confort thermique, les isolants biosourcés peinent encore à s'imposer dans la construction. Tous reconnaissent leur intérêt écologique et, pour certains, leur durabilité, mais se heurtent à un obstacle majeur : le coût. Pour l'architecte comme pour l'entrepreneur, l'écart de prix avec les isolants conventionnels reste dissuasif pour la majorité des clients, surtout lorsque le budget est restreint. Le maître d'ouvrage interrogé, qui a accepté un surcoût conséquent par conviction écologique, demeure donc une exception.

Au-delà du prix, le manque de savoir-faire constitue un obstacle important. La mise en œuvre est souvent plus longue, plus technique et moins connue, ce qui crée un cercle vicieux : la faible demande entraîne peu de formation, et le manque de formation entretient la faible demande. Les professionnels hésitent également à recourir à des matériaux dont la durabilité est encore peu documentée, par crainte de défauts comme le tastement. Cette prudence est renforcée par l'inertie du secteur, attaché à des solutions éprouvées depuis des décennies.

Certaines contraintes techniques jouent aussi un rôle : l'épaisseur souvent nécessaire pour atteindre des performances thermiques équivalentes rend l'utilisation plus complexe, notamment en rénovation.

Pour les trois interlocuteurs, un développement plus large passe par plusieurs leviers : une baisse des prix grâce à une production accrue, une montée en compétences des architectes et entrepreneurs, et une meilleure information des clients sur les avantages et les coûts réels. Le rôle des politiques publiques est également jugé crucial, par exemple via l'intégration des isolants biosourcés dans les marchés publics, la mise en place de quotas écologiques ou de systèmes de cotation environnementale. Sans action coordonnée sur ces différents leviers, leur usage restera cantonné à des projets pionniers ou à des maîtres d'ouvrage particulièrement motivés.

Certaines limites de l'enquête tiennent aussi au profil des personnes interrogées. L'entrepreneur, âgé de près de 60 ans, n'a probablement pas la même approche qu'un confrère de 30 ans, plus susceptible d'avoir été sensibilisé à ces matériaux durant sa formation initiale ou de se tenir informé des innovations récentes. De même, l'une des architectes, âgée de 45 ans, n'a pas été formée à ces solutions et reconnaît rester fidèle à ses habitudes de travail. Le bureau dans lequel elle exerce

n'est d'ailleurs pas particulièrement orienté vers ce type de préoccupations, ce qui limite leur intégration dans les projets.

Il est intéressant de souligner que ces trois acteurs sont interdépendants : si le maître d'ouvrage ne formule pas la demande, l'architecte ne proposera pas l'option, et l'entrepreneur ne la mettra pas en œuvre. Ce fonctionnement circulaire contribue à freiner leur diffusion.

Ainsi, je me questionne profondément sur mon futur en tant que professionnelle de la construction et de l'architecture. Si personne n'est demandeur et que peu de démarches sont entreprises pour se former aux isolants biosourcés, vais-je être capable de prendre l'initiative moi-même ? Suis-je prête à consacrer du temps et de l'énergie à suivre des formations spécialisées, à expérimenter de nouvelles solutions et à proposer ces matériaux dans mes projets, même si cela implique des résistances, des surcoûts ou un ralentissement des chantiers ?

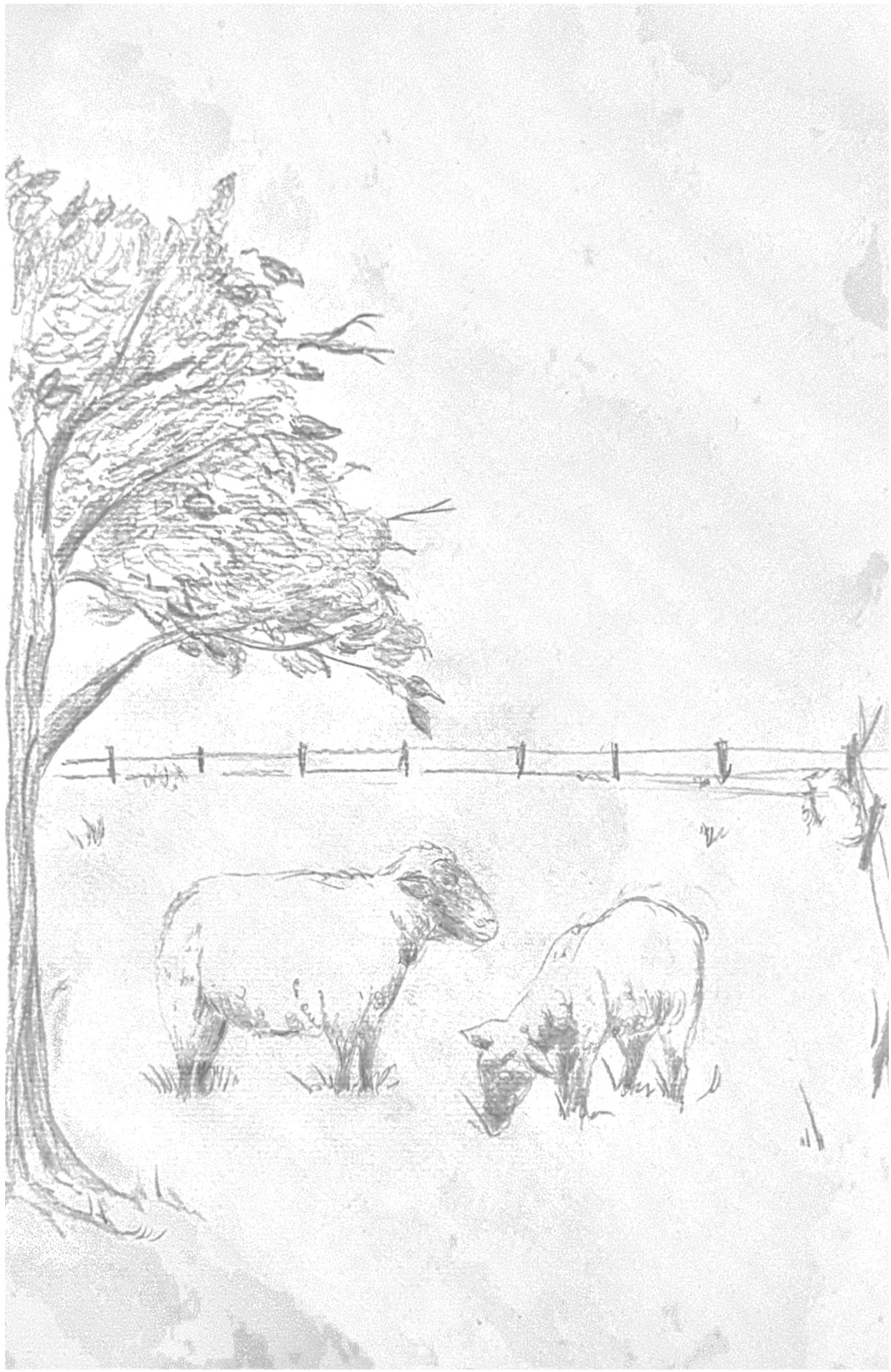
Je réfléchis également à la manière dont je pourrais convaincre mes clients et partenaires de tester ces matériaux : comment leur présenter les avantages techniques et le confort apporté par ces solutions, sans que cela soit perçu comme un risque inutile ? Suis-je prête à développer une pédagogie adaptée et à défendre mes choix face aux habitudes bien ancrées des différents acteurs ?

Je me questionne sur le rôle que je veux jouer dans la construction : est-ce que je vais me limiter à suivre les pratiques majoritaires et les matériaux classiques, ou vais-je chercher à expérimenter, apprendre de nouvelles techniques et explorer des solutions innovantes, quitte à prendre des risques professionnels et logistiques ? Cette réflexion m'amène à envisager mes projets comme un terrain d'expérimentation et de montée en compétences, plutôt que comme un simple respect des standards.

Je prends également conscience que le succès de ces isolants repose sur la coopération entre maître d'ouvrage, architecte et entrepreneur. Si le maître d'ouvrage n'est pas demandeur, l'architecte ne proposera pas, et l'entrepreneur ne les mettra pas en œuvre. Cette co-dépendance crée un cercle difficile à rompre.

Cela sous-entend aussi : pourquoi faire autrement alors que tout le monde fait pareil ? Quand on est jeune architecte, on cherche à se faire un nom et on a tendance à suivre l'exemple de notre mentor. Ce constat rend la prise d'initiative encore plus exigeante, mais souligne l'importance de développer un esprit critique et un courage professionnel pour expérimenter et promouvoir les solutions biosourcées malgré les habitudes du secteur.

Enfin, ce questionnement devient un moteur professionnel : il m'encourage à expérimenter des techniques nouvelles, à me tenir informée des évolutions du secteur, et à évaluer concrètement les solutions qui peuvent apporter une vraie plus-value dans mes projets. Il s'agit d'accepter que la nouveauté implique des défis, des remises en question et un apprentissage constant, et de décider si je veux m'y investir activement ou rester dans le cadre plus sûr des pratiques établies.



Chapitre 8

État de l'art sur la sensibilisation



8. État de l'art sur la sensibilisation.

Dans la seconde partie de ce travail de fin d'études, je vais réaliser un nouvel état de l'art, cette fois orienté vers les différentes formes de sensibilisation face à un certain nombre d'obstacles récurrents, tels que le manque de connaissances, la réticence au changement, le manque de formation. L'objectif ici est de comprendre comment ces obstacles ont été abordés et travaillés dans d'autres secteurs d'activité, au-delà du seul domaine de la construction et des isolants biosourcés.

Cet état de l'art s'appuiera sur une littérature scientifique , ce qui me permettra de construire une analyse argumentée, fondée sur des sources solides et des expériences documentées. Il est donc tout à fait normal que ce chapitre ne traite pas directement des isolants biosourcés en tant que tels. Il ne s'éloigne cependant pas du sujet principal, puisqu'il vise à identifier des mécanismes de sensibilisation qui pourraient, par la suite, être transposés et adaptés pour soutenir le développement de cette filière encore peu visible.

Ce détour méthodologique constitue une étape intermédiaire essentielle dans le déroulement de mon travail, puisqu'il me permettra de m'inspirer de leviers déjà expérimentés ailleurs, dans des contextes parfois très différents mais confrontés à des problématiques similaires. En croisant ces approches, je pourrai proposer dans les chapitres suivants, des pistes concrètes pour encourager l'adoption des isolants biosourcés, notamment en agissant sur les leviers de sensibilisation et de changement de perception.

Dans le domaine de la sensibilisation, les approches et outils déployés sont nombreux et variés s'adaptant soigneusement aux publics visés ainsi qu'aux thématiques abordées, qu'il s'agisse de questions sociales, environnementales ou sanitaires. Par exemple, Torres et Tremblay ont mis au point un jeu de rôle conçu spécifiquement comme un outil de sensibilisation et de transfert des connaissances dans le cadre du projet intitulé « *Ensemble et bien logé !* ». Cette approche immersive va bien au-delà de la simple transmission de savoirs : elle offre aux participants une meilleure compréhension des priorités et des préoccupations des différents acteurs impliqués dans le domaine du logement. Ainsi, le jeu agit non seulement comme un levier puissant pour favoriser une compréhension mutuelle entre les participants, mais également comme un révélateur efficace des diverses représentations sociales en présence (Torres & Tremblay, 2016). Cette idée d'un outil ludique capable de susciter à la fois l'empathie et la réflexion critique trouve un écho direct dans les travaux de Bonenfant et Couturier soulignant que, malgré les critiques récurrentes souvent adressées aux jeux vidéo telles que la violence, le sexism, la dépendance ou encore la collecte problématique de données personnelles, une nouvelle génération de jeux engagés fait son apparition. Ces jeux innovants ont pour vocation de faire réfléchir les joueurs et joueuses, de stimuler leur empathie, ainsi que de favoriser une compréhension plus approfondie et nuancée des réalités sociales et environnementales. Le jeu y est ainsi présenté comme un média expressif à part entière, doté de fonctions éthiques, artistiques et sociales, capable de susciter une véritable ouverture aux autres et de proposer un regard critique sur le monde contemporain (Bonenfant & Couturier, 2023).

Par ailleurs, l'adaptation du message au public ciblé s'avère être une condition indispensable pour assurer l'efficacité des actions de sensibilisation menées. À ce sujet, Briquet insiste sur l'importance capitale de définir de manière claire et précise les objectifs, le message ainsi que le public cible dans le cadre de la conception d'une vidéo pédagogique consacrée au changement climatique. En effet, le choix du format, du ton à adopter qu'il soit scientifique, humoristique ou engagé ainsi que des supports visuels utilisés, dépendent étroitement de ces éléments fondamentaux. Son évaluation a d'ailleurs démontré que des formats courts et bien ciblés permettent une meilleure compréhension globale du sujet par les spectateurs (Briquet, 2021). Cette nécessité d'adapter les messages à la diversité des publics et des contextes est par ailleurs confirmée par Chocat, qui recommande quant à lui de privilégier des messages brefs, visuels et parfois teintés d'humour afin de capter efficacement l'attention dans un environnement saturé d'informations concurrentes. Pour éviter que ces messages ne tombent dans des

simplifications excessives, il préconise une stratégie de communication par touches successives, où chaque message cible un seul aspect précis. Il recommande aussi de proposer plusieurs niveaux de lecture, allant du plus simple au plus approfondi, afin que chaque individu puisse accéder à l'information selon son propre degré de connaissance et d'intérêt (Chocat, 2017). De son côté, Roucaud met en avant l'importance majeure des images qu'elles soient fixes ou animées considérées comme des leviers puissants de mobilisation autour des enjeux liés à l'eau et, plus largement, à l'environnement. Elle insiste tout particulièrement sur la nécessité d'adapter ces messages visuels aux différentes dimensions cognitives, sociales et environnementales des publics visés, ce qui facilite grandement la vulgarisation et la compréhension de sujets souvent complexes (Roucaud, 2021).

Dans le champ spécifique de la sensibilisation environnementale, l'éducation et la formation apparaissent comme des piliers absolument essentiels. À cet égard, Turrian et Glauser présentent le projet pédagogique intitulé « *À la recherche des arbres remarquables* » mobilisant élèves du primaire et du secondaire dans des activités mêlant approches scientifiques, sensorielles et émotionnelles. Ce projet valorise également les savoirs locaux en favorisant la rencontre avec des professionnels forestiers, tout en conférant aux élèves un rôle actif, notamment lorsque certains arbres identifiés peuvent bénéficier d'une protection officielle. Cette démarche contribue non seulement à renforcer la sensibilisation à la biodiversité forestière, mais aussi à alimenter les inventaires biologiques cantonaux, qui sont des outils précieux pour l'élaboration des politiques environnementales (Glauser & Turrian, 2013). Parallèlement, Bougrain-Dubourg rappelle que si la protection de la biodiversité a longtemps été réservée aux experts, elle nécessite aujourd'hui une mobilisation large et collective, passant par l'usage des médias, des campagnes marquantes et des symboles forts, mais surtout par un développement accru de l'éducation et de la formation, domaines encore insuffisamment engagés à ce jour (Bougrain-Dubourg, 2012). Dans une perspective plus académique et spécialisée, Albergel et ses collègues expliquent que la sensibilisation à la désertification dans l'enseignement supérieur s'appuie sur des formations pointues, telles que le master international Desert Studies proposé à la Ben-Gurion University en Israël ou la formation doctorale offerte à l'université de Sassari en Sardaigne. Ces formations sont complétées par des initiatives globales, à l'image de la DNI Academy, mise en place par le réseau DesertNet International pour démocratiser et renforcer l'accès à cette expertise à l'échelle mondiale (Albergel & al.; 2024).

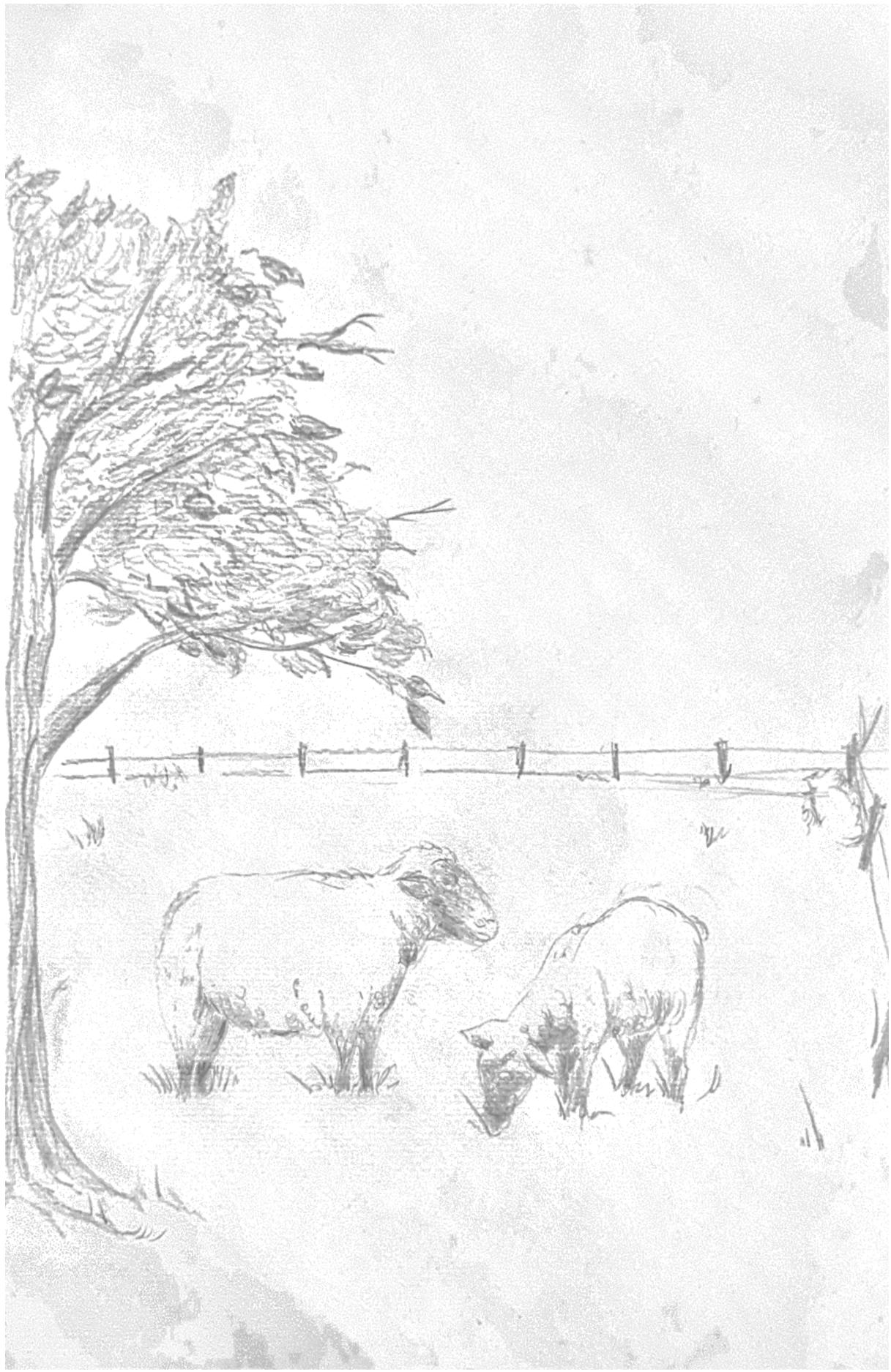
L'engagement individuel dans des comportements écoresponsables fait appel à une multitude de stratégies complémentaires. Dupré, Dangeard et Meineri

identifient notamment la communication persuasive, particulièrement efficace lorsqu'elle est relayée par des pairs, favorisant ainsi une identification facilitant la réception et l'acceptation du message. Ils soulignent également le rôle déterminant des incitations, en particulier financières, avec l'exemple notable de la redevance incitative qui, lorsqu'elle est maintenue sur le long terme, peut modifier durablement les pratiques des individus. L'engagement progressif, en initiant par des actes préparatoires simples, facilite l'adoption ultérieure de comportements plus contraignants. Par ailleurs, la mobilisation directe des personnes concernées optimise la diffusion des informations et renforce le sentiment d'implication collective. La signature d'une charte formalisant un engagement commun constitue un outil intéressant pour renforcer la cohésion autour des pratiques écologiques partagées. Enfin, la pratique de la rétroaction régulière, qui consiste à informer continuellement les usagers de leurs performances environnementales, notamment grâce aux nouvelles technologies de l'information, s'avère être un levier particulièrement puissant pour amplifier l'impact des stratégies mises en œuvre (Dangeard & al.; 2015).

Dans le secteur de la santé, les interventions combinent souvent plusieurs canaux et modes de communication afin d'optimiser la participation et l'adhésion des populations cibles. Lamore et ses collègues ont ainsi montré que les interventions reposant uniquement sur l'envoi de lettres personnalisées et d'informations simples sont efficaces, surtout lorsqu'elles sont répétées régulièrement, mais que l'autodépistage par kit, à condition d'être bien adapté au contexte, est encore plus performant. Les interventions combinées, mêlant lettres, brochures et rappels téléphoniques, surpassent généralement les interventions à mode unique, même si les rappels téléphoniques restent particulièrement efficaces pour certaines pathologies spécifiques. L'accompagnement individuel par des infirmières ou des « patient navigators » permet d'améliorer les connaissances, de lever les obstacles et d'augmenter la participation, y compris dans les populations les plus vulnérables. Les interventions éducatives en groupe, qui incluent parfois les proches ou ciblent spécifiquement les hommes, contribuent aussi à renforcer les connaissances et l'adhésion, malgré quelques limites méthodologiques relevées dans certaines études (Cambon & al.; 2017). En parallèle, Gagneur met en avant l'entrevue motivationnelle, une méthode basée sur un dialogue empathique, respectueux et non jugeant valorisant les ressentis et les doutes des parents hésitants à la vaccination. Cette démarche favorise la confiance, diminue la résistance, et guide progressivement les personnes vers une décision éclairée, un processus utilisé avec succès dans le cadre du programme PromoVac au Québec et désormais recommandé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (Gagneur, 2020).

Les formations aux soins informés sur les traumatismes (TIC) illustrent également la nécessité d'une sensibilisation bien pensée et structurée. Goldstein et ses collaborateurs ont évalué une formation d'une durée de six heures, répartie en trois modules, dispensée auprès d'étudiants en médecine. Cette formation a permis de combler un déficit initial de connaissances tout en suscitant un réel intérêt pour l'intégration des TIC dans la pratique clinique future (Goldstein & al.; 2018). De façon similaire, Chokshi et Goldman ont étudié une formation obligatoire de quatre heures à destination de résidents en médecine interne, notant des gains significatifs tant au niveau des connaissances que de la confiance dans la prise en charge des patients traumatisés. Néanmoins, ils insistent sur le fait que l'intégration concrète des TIC en pratique dépend fortement de facteurs contextuels tels que le temps disponible, les ressources humaines et matérielles, ainsi que le soutien apporté par les superviseurs et collègues (Chokshi & Goldman, 2021).

Enfin, pour toucher un public plus large, Waz a conçu une affiche de prévention destinée à promouvoir la consultation dite « pré voyage » auprès du grand public. Cette campagne vise à sensibiliser tous les patients, considérés comme de potentiels voyageurs, à l'importance cruciale de consulter un professionnel de santé avant tout départ. L'affiche a été pensée pour une diffusion large et stratégique, dans des lieux très fréquentés tels que les cabinets médicaux, les agences de voyages, les aéroports, ainsi que dans l'espace public, notamment à l'approche des périodes de vacances, par exemple sur les abris-bus (Waz, 2023). Par ailleurs, Chevrier met en avant un partenariat original entre une orthophoniste et un atelier théâtre à Nancy, visant à aider les enfants à mieux exprimer et comprendre leurs émotions grâce aux outils et techniques du théâtre. Le jeu théâtral offre un cadre sécurisant où les enfants peuvent s'exprimer librement, grâce notamment à l'interprétation de rôles, aux improvisations ainsi qu'aux exercices corporels et de mimique. Cette approche favorise une meilleure expression émotionnelle, ce qui constitue un socle fondamental pour leur développement personnel et social (Chevrier, 2018).



Chapitre 9

*Leviers face aux
obstacles*



9. Leviers face aux obstacles.

Suite à la réalisation de l'état de l'art consacré aux mécanismes de sensibilisation, je vais proposer différents leviers susceptibles de favoriser le développement de la filière des isolants biosourcés. Cependant, il est essentiel de souligner qu'une stratégie de sensibilisation ne peut pas être uniforme. En effet, les individus ne réagissent pas tous de la même manière aux messages ou aux supports utilisés. Que l'on s'adresse à un homme, une femme, une personne non binaire, à une personne jeune, plus âgée, étudiante, professionnelle ou encore issue d'un autre contexte culturel ou social, il est nécessaire d'adapter le discours, la forme et le canal de communication. Chacun perçoit, comprend et ressent les informations différemment selon son parcours, ses valeurs ou encore ses besoins. Ainsi, pour que la sensibilisation soit réellement efficace et suscite l'intérêt, voire le passage à l'action, elle doit être pensée en fonction du public visé, en intégrant cette diversité de profils et de sensibilités. C'est à cette condition que les leviers proposés pourront réellement avoir un impact sur la perception et l'adoption des isolants biosourcés.

9.1 L'affiche

Ainsi, une manière d'agir concrètement sur cet obstacle pourrait être la création d'une affiche diffusée dans l'espace public, par exemple dans les abris-bus ou sur des panneaux d'affichage urbains. Ce type de support visuel, facilement visible et accessible, permettrait de capter l'attention des passants et de susciter leur curiosité. En attirant l'œil par un visuel percutant ou un message marquant, l'affiche pourrait inciter les individus à s'interroger, à remettre en question leurs habitudes et, potentiellement, à entreprendre des recherches personnelles pour en apprendre davantage sur les isolants biosourcés.

Au-delà de cette fonction de déclencheur, l'affiche pourrait intégrer un premier niveau d'information claire et vérifiée par exemple, un chiffre-clé, un avantage concret ou une comparaison parlante afin de fournir un contenu pédagogique immédiat et fiable. L'ajout d'un lien ou d'un QR code vers une ressource accessible (par exemple le Cluster Eco Construction) permettrait ensuite d'orienter ceux qui souhaitent approfondir le sujet vers des informations complémentaires ou des initiatives locales.

Ce mode de sensibilisation présente également l'avantage d'être simple à mettre en œuvre, peu coûteux, et aisément reproductible.

Enfin, en occupant l'espace public de façon répétée et visible, ce type d'affichage contribue à faire évoluer les représentations collectives : il participe à la normalisation des matériaux biosourcés, encore trop souvent perçus comme marginaux. Il pourrait constituer un premier pas dans un dispositif de communication plus large, complété par des brochures, des vidéos, des ateliers ou des visites de chantier, visant à accompagner durablement la montée en connaissance du grand public sur ces solutions constructives.

ISOLANT BIOSOURCÉ



**POLLUER
OU ISOLER...**

**IL FAUT
CHOISIR.**



9.2 La brochure

Une brochure constitue un outil de communication particulièrement intéressant, car elle permet de transmettre rapidement un message essentiel, tout en incitant le lecteur à approfondir ensuite le sujet par ses propres recherches. Bien entendu, des brochures sur les isolants biosourcés existent déjà. Toutefois, en dehors de certains salons spécialisés comme Batibouw ou Bois & Habitat, on ne peut pas dire qu'elles soient réellement mises en avant dans l'espace public.

Il serait pourtant pertinent de les retrouver dans des lieux du quotidien, là où le public ne s'y attend pas forcément, mais où le message peut résonner plus fort. Par exemple, dans une salle d'attente de médecin, une brochure pourrait aborder les bienfaits de ces isolants sur la qualité de l'air intérieur ou la santé globale des occupants. Un autre lieu stratégique pourrait être celui des établissements scolaires ou universitaires, là où se forment les citoyens et professionnels de demain.

En tant qu'étudiante en fin de cycle universitaire, je pense qu'il aurait été pertinent de retrouver ce type de brochure au sein même de la faculté d'architecture. Peut-être qu'elles y sont déjà, mais mal positionnées, car je ne me souviens pas en avoir vu. Nous passons la majorité de notre temps dans les ateliers de projet, et c'est justement dans ces espaces stratégiques que ces brochures pourraient être placées. Il suffirait d'attirer l'œil au bon moment, dans un lieu propice à la réflexion, pour éveiller la curiosité.

À mes yeux, ce type d'initiative entre dans une forme de prévention et de sensibilisation. Car si moi-même, en tant que future architecte, je n'ai que trop peu entendu parler de cette filière au cours de mon cursus, c'est bien qu'il y a encore du chemin à faire. Rendre ces supports plus visibles, plus accessibles et mieux ciblés pourrait donc jouer un rôle fondamental dans la diffusion de ces pratiques plus durables.





Figure 6: Isolation thermique
Source: Cluster Eco Construction ; s.d

Figure 4 : Le cycle de vie des matériaux biosourcés.
Source: Ministère de la Transition écologique; s.d

9.3 Le jeu

Bien que Bonenfant et Couturier évoquent la sensibilisation par le biais du jeu vidéo, il me semble difficile, à mon échelle, de proposer une solution concrète adaptée aux isolants biosourcés, ne disposant pas des compétences nécessaires à la conception d'un jeu. Cependant, ce type de sensibilisation pourrait parfaitement s'intégrer dans un jeu connu du grand public basé sur la simulation de la vie quotidienne. Dans ce jeu, les utilisateurs conçoivent des maisons, les aménagent, choisissent les matériaux et gèrent les besoins de personnages virtuels. Ce genre de plateforme a grandement participé à populariser l'intérêt pour l'architecture domestique et la personnalisation des intérieurs.

Dès lors, pourquoi ne pas y intégrer des matériaux biosourcés, accompagnés d'explications accessibles sur leurs caractéristiques et leurs avantages ? Le jeu deviendrait alors non seulement un outil de divertissement, mais aussi un moyen d'apprentissage ludique. Même si les plus jeunes utilisateurs ne saisissent pas immédiatement la signification de termes comme "biosourcé" ou "écoconception", cela permettrait d'introduire ces notions dans leur univers dès le plus jeune âge, posant ainsi les bases d'une familiarisation progressive avec ces enjeux environnementaux.

D'un autre côté, il serait également intéressant d'envisager des jeux physiques, à destination des jeunes enfants, afin de semer les premières graines de connaissance dès le plus jeune âge. Par exemple, un jeu de type *jeu des paires* pourrait être décliné autour des isolants biosourcés : les enfants associeraient des images de matériaux comme la laine de mouton, le chanvre, la ouate de cellulose ou encore la paille à leur nom respectif. Ce type d'activité ludique permettrait une première familiarisation avec ces termes et ces matières, sans nécessiter de compréhension technique poussée. L'objectif ne serait pas de transmettre des notions complexes, mais plutôt de susciter une curiosité, de faire entendre ces mots et d'ancrer leur présence dans le quotidien de l'enfant. Ainsi, ces termes ne leur seront pas totalement inconnus plus tard, ce qui pourrait favoriser une meilleure réception lorsqu'ils les rencontreront de nouveau dans un contexte plus technique ou professionnel.

En complément des jeux destinés aux plus jeunes, il serait pertinent d'imaginer un jeu de plateau pédagogique, accessible à un public plus large. Ce jeu, composé de cases, de pions et de dés, fonctionnerait selon une mécanique simple : à chaque tour, le joueur tire une carte question portant sur le thème des matériaux

biosourcés. Si la réponse est correcte, il avance du nombre de cases indiqué sur la carte ; dans le cas contraire, il reste sur place ou recule d'une case, selon les variantes possibles. Ce type de dispositif ludique permettrait non seulement de sensibiliser de manière interactive à la diversité des isolants biosourcés, mais aussi de transmettre des connaissances sur leurs avantages, leurs caractéristiques techniques, ou encore leur impact environnemental. En rendant l'apprentissage amusant et collectif, ce jeu pourrait s'adresser aussi bien à des élèves qu'à un public familial ou associatif, et constituer un outil de médiation efficace pour faire connaître cette filière encore trop méconnue.

Exemple jeu des paires



Exemple jeu de plateau



9.4 La formation

Formation étudiante

Goldstein et ses collaborateurs ont évalué une formation qui a permis de combler un déficit initial de connaissances chez les participants (Goldstein et al., 2018). À mes yeux, cela montre à quel point la formation est un outil indispensable pour sensibiliser les étudiants à un sujet donné ici, les isolants biosourcés. Si je parle plus personnellement, je suis sur le point d'achever mon cursus universitaire et je ne peux m'empêcher de constater que, bien que cela ne puisse pas être généralisé, je n'ai pas réellement été informée ni sensibilisée aux enjeux environnementaux liés au secteur de la construction, ni aux alternatives durables telles que les matériaux biosourcés.

Je ne peux donc pas dire que je termine mes études avec des connaissances solides sur ce sujet, ce que je trouve regrettable au vu de l'urgence environnementale et des responsabilités du secteur de la construction. L'année prochaine, je commencerai mon stage professionnel, sans pour autant me sentir préparée sur ces questions. Pourtant, je suis convaincue que le changement peut venir des jeunes générations : nous avons un rôle clé à jouer dans cette transition et il est essentiel que nous soyons formés et sensibilisés dès maintenant car ce sont nos pratiques futures qui façonneront le secteur.

Dans cette optique, il me semble important de repenser la place de ces thématiques dans les programmes de formation. Nous avons bien un cours qui s'en rapproche, mais celui-ci reste très généraliste et ne traite pas en profondeur des isolants biosourcés ni des enjeux spécifiques qui y sont liés. Cela fait que l'enjeu central du cours celui de sensibiliser à des pratiques plus durables se dilue et perd une partie de son impact.

Il serait donc pertinent d'imaginer, par exemple, un cours entièrement dédié aux mises en œuvre durables et aux méthodes de construction respectueuses de l'environnement, ou encore organiser des rencontres avec des professionnels engagés dans la filière biosourcée. Des visites d'entreprises spécialisées dans ces matériaux pourraient également renforcer cette sensibilisation. En intégrant ces dimensions dès les études, on offrirait aux futurs architectes une meilleure compréhension des enjeux, mais aussi des pistes concrètes d'action.

Il serait peut-être aussi intéressant dans la mesure du possible d'encourager, voire de rendre obligatoire, l'utilisation d'isolants ou de matériaux biosourcés dans les cours de projet. Cela inciterait les étudiants à se documenter, à comparer les options disponibles et à les intégrer dans leurs propositions architecturales. En plus

de développer leurs connaissances techniques, cette pratique leur permettrait de se confronter directement aux possibilités et aux limites de ces matériaux, les ancrant ainsi davantage dans leurs futurs réflexes professionnels.

Formation des professionnels

En ce qui concerne la formation professionnelle continue, notamment pour les architectes et les entrepreneurs, il est essentiel de se former et de s'informer activement sur les isolants biosourcés. N'ayant pas été sensibilisés à ces matériaux durant leur cursus initial, cela repose aujourd'hui principalement sur leur volonté personnelle de combler ce manque de connaissances. Ce déficit, combiné à une certaine réticence au changement, rend l'évolution des pratiques plus lente. En effet, ces matériaux étant encore récents pour une partie de la profession, avec un retour d'expérience plus limité, ils impliquent aussi un bouleversement des habitudes bien ancrées. Or, le changement est souvent une étape difficile, en particulier lorsque l'on travaille selon les mêmes méthodes depuis vingt ans.

Cependant, il est à espérer que les architectes en fin de carrière aient encore la curiosité et l'ouverture nécessaire pour se former aux nouvelles manières de construire, même à l'approche de la retraite. Quant aux jeunes architectes, ceux qui exercent depuis moins de dix ans par exemple, ils se situent encore dans une phase de transition où les mentalités sont plus facilement malléables. Ce public constitue, selon moi, une véritable passerelle vers une pratique plus durable et plus en phase avec les enjeux environnementaux actuels. Il est donc primordial d'encourager et de soutenir leur formation afin d'ancrer dès maintenant ces nouvelles approches dans le paysage de la construction.

9.5 La mise en situation

Dans le domaine de la santé, les interventions s'appuient fréquemment sur une combinaison de plusieurs canaux et modes de communication afin de maximiser la participation et l'adhésion des populations cibles. Cambon et ses collègues ont ainsi démontré que l'auto-dépistage par kit, lorsqu'il est bien adapté au contexte, s'avère encore plus efficace (Cambon & al., 2017). Et si, dans notre cas, ce « kit » prenait la forme d'échantillons d'isolants biosourcés ? Imaginons que nous mettions notre kit en situation concrète : cela pourrait prendre la forme d'une maison « témoin », où l'on pourrait observer les matériaux à l'état brut mur, toiture, dalle sans aucune finition. Par ailleurs, pour les personnes ne pouvant pas s'y rendre physiquement, un mini kit pourrait être louer avec l'ensemble des informations. Cette présentation permettrait de voir les isolants en pratique, directement dans leur environnement d'usage. Devant chaque type d'isolant, on pourrait retrouver une fiche détaillée présentant l'exploitation d'origine, les performances techniques, les zones de la maison où ils sont généralement utilisés, ainsi que leur coût.

Ce dispositif ne se limiterait pas à un simple espace d'exposition ; il deviendrait aussi un outil pédagogique très accessible, notamment pour les écoles. En rendant la théorie plus concrète et immersive, il offrirait une alternative bien plus stimulante qu'un cours magistral traditionnel. Par ailleurs, la maison serait ouverte au grand public, offrant ainsi une occasion unique de découvrir en direct les différents isolants biosourcés disponibles sur le marché belge, et de les voir en action dans un cadre réel. Les visiteurs pourraient ainsi mieux choisir celui qui correspond le mieux à leur projet de construction ou de rénovation. Et pourquoi pas repartir avec quelques échantillons pour toucher, sentir et se familiariser davantage avec la matière ? Pour ma part, avant de faire mon TFE, je n'avais jamais eu l'occasion de toucher des isolants bistournés, et j'ai trouvé ça vraiment intéressant de pouvoir sentir et manipuler la matière.



9.6 La vidéo

Briquet réalise une vidéo pédagogique dans laquelle elle définit clairement les objectifs, le ton et le format afin d'améliorer la compréhension du sujet (Briquet, 2021). La vidéo constitue, selon moi, un biais de communication particulièrement intéressant, car certaines personnes privilégient l'image en mouvement à la lecture de brochures ou de prospectus. En y réfléchissant, je constate qu'il n'existe quasiment pas de publicités sur ce thème, que ce soit à la télévision, sur les réseaux sociaux ou sur les plateformes de partage de vidéos, pourtant largement utilisées pour se former, s'inspirer ou partager du contenu.

Il serait pertinent de concevoir un format publicitaire diffusé dans les créneaux télévisés où le spectateur ne peut pas avancer le programme. Ce dispositif obligerait l'audience à visionner le contenu, ce qui pourrait susciter un sentiment d'implication et inciter à rechercher davantage d'informations en ligne.

Par exemple, une vidéo pourrait débuter par une scène hivernale, où une famille grelotte dans une maison mal isolée. La scène basculerait ensuite vers la même famille, confortablement installée dans une maison bien isolée grâce à l'utilisation d'isolants biosourcés. Des éléments naturels tels que le bois, les plantes, le chanvre ou la laine pourraient apparaître progressivement et s'intégrer visuellement dans les murs, illustrant le lien entre confort et choix de matériaux durables.

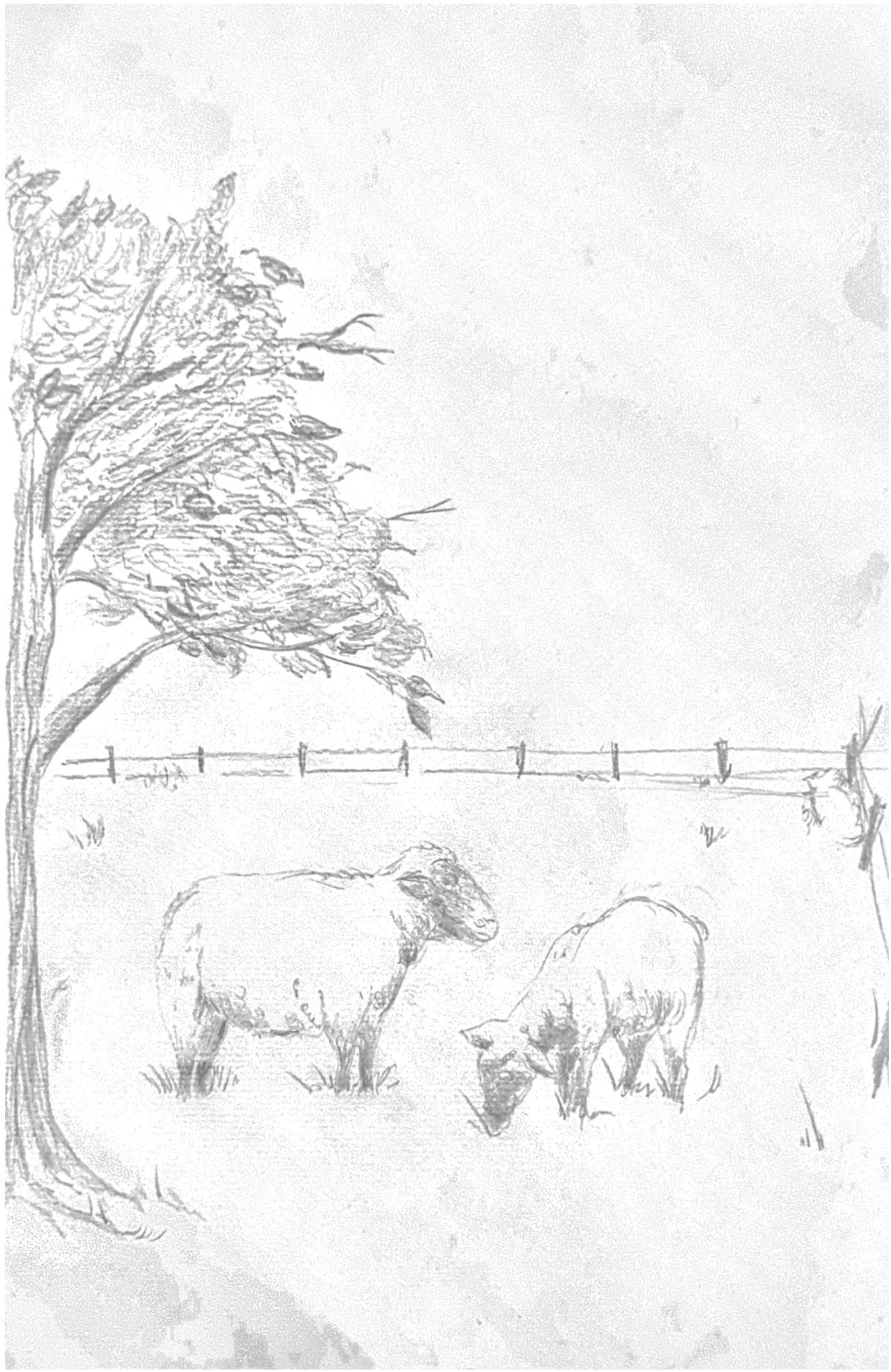
Le message à l'écran :

« Gardez la chaleur là où elle doit être : chez vous.

Avec les isolants biosourcés, nature et confort font la paire. »



Affiche générée avec une IA



Chapitre 10

Discussion



10. Discussion

10.1 Confrontation des résultats vis-à-vis de la recherche.

En confrontant mes résultats, et notamment les leviers que je propose, je peux mettre en évidence l'intérêt de créer des affiches visibles dans des lieux publics tels que les abribus ou sur des panneaux publicitaires. Pour ma part, je n'en ai jamais vu qui abordent le sujet des isolants biosourcés, ce qui renforce l'intérêt de cette idée. Cependant, il est essentiel de souligner que, même si un tel outil peut capter l'attention, la motivation personnelle reste primordiale. Une affiche peut éveiller la curiosité, mais si la personne qui la voit ne poursuit pas par des recherches ou un approfondissement, l'impact restera limité. Il s'agit donc d'une première étape, destinée à conscientiser et à « donner la puce à l'oreille » au public.

Un autre levier intéressant est la brochure. Bien conçue et placée à des endroits stratégiques, elle peut contribuer à combler le manque de connaissances et à réduire la réticence au changement. Cependant, il est important de cibler correctement sa diffusion. Distribuer ce type de brochure dans des salons comme Bois & Habitat peut sembler pertinent, mais ce public est généralement déjà sensibilisé aux constructions moins polluantes. Pour toucher des personnes moins informées, il faudrait privilégier des lieux comme les salles d'attente chez le médecin, où les visiteurs disposent de temps pour feuilleter la documentation, ou encore les écoles, par exemple dans les classes de projet. Les étudiants, curieux et souvent en recherche d'inspiration, pourraient ainsi découvrir de manière spontanée ces informations et développer une sensibilité accrue à l'utilisation de matériaux biosourcés.

La formation représente pour moi le levier le plus puissant. Comment espérer faire progresser une filière si les étudiants en architecture n'y sont pas ou peu sensibilisés au cours de leurs études ? Sans enseignement dédié à « l'architecture de demain », les futurs diplômés sortiront de l'université sans réelle conscience de l'importance des matériaux durables. Or, l'étudiant est lui-même un levier : une fois en stage, il peut introduire le biosourcé au sein du bureau où il travaille et tenter de sensibiliser ses collègues, y compris les architectes expérimentés, souvent attachés à leurs habitudes de construction et n'ayant pas reçu de formation sur le sujet.

La sensibilisation peut commencer dès le plus jeune âge. Introduire des jeux simples et ludiques comme le jeu des pairs dans les écoles permet de semer des mots et des idées qui résonneront plus tard, lorsque l'enfant les réentendra. Pour les adolescents, un jeu de plateau éducatif peut être un support efficace : remplacer des questions classiques, comme « Quelle est la capitale de la

Belgique ? », par « Qu'est-ce que la biomasse ? » permet de diffuser des connaissances sur le sujet de façon ludique. Néanmoins, comme pour les autres leviers, cela suppose une certaine motivation personnelle, car encore faut-il que la personne ait envie d'acheter et d'utiliser ce type de jeu.

La vidéo publicitaire constitue également un outil intéressant de sensibilisation. Diffusée à la télévision, elle s'impose au spectateur pendant les coupures publicitaires, l'obligeant à en prendre connaissance. Ce format pourrait s'inspirer des campagnes de prévention routière, avec un message clair et marquant, par exemple : « Isoler biosourcé ? Faites le bon choix ! »

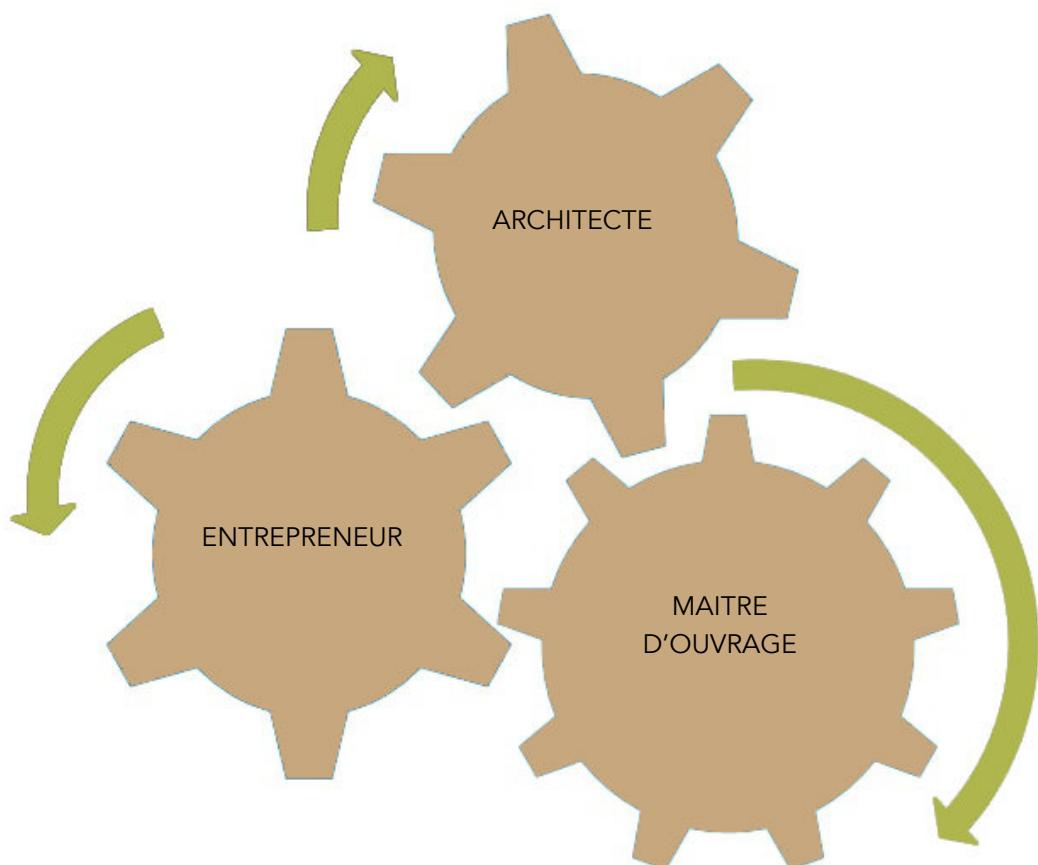
Il est important de rappeler que la diffusion des isolants biosourcés repose sur une forte co-dépendance entre maître d'ouvrage, architecte et entrepreneur. Chacun de ces acteurs joue un rôle spécifique, mais aucun ne peut, à lui seul, faire progresser significativement la filière. Le maître d'ouvrage est souvent le déclencheur initial : s'il ne formule pas de demande ou ne montre aucun intérêt pour ces matériaux, l'architecte n'aura ni incitation ni justification pour les proposer. À son tour, l'architecte agit comme intermédiaire et traducteur : il peut sensibiliser le maître d'ouvrage et orienter les choix techniques, mais il dépend également de l'entrepreneur pour que les solutions qu'il préconise soient mises en œuvre correctement. L'entrepreneur, enfin, est responsable de la réalisation concrète : s'il n'a pas la compétence, l'expérience ou la confiance nécessaire dans ces matériaux, même la meilleure proposition de l'architecte restera théorique.

Cette interconnexion crée un cercle vertueux potentiel, mais fonctionne aussi comme un engrenage : chaque maillon entraîne le suivant. Ainsi, lorsque l'un d'eux manque de motivation, de connaissance ou de compétence, l'ensemble du mécanisme ralentit et la diffusion des isolants biosourcés s'en trouve freinée. Par exemple, un maître d'ouvrage sensibilisé pourrait demander un isolant biosourcé, mais si l'architecte ignore les solutions possibles ou si l'entrepreneur refuse de les installer pour des raisons techniques ou économiques, le projet ne verra pas le jour. De même, un architecte curieux et formé peut tenter d'influencer ses clients, mais il ne pourra pas tout faire sans coopération du maître d'ouvrage et sans la compétence de l'entrepreneur.

Cette co-dépendance se double d'un aspect générationnel : les plus jeunes architectes ou entrepreneurs, souvent plus ouverts aux nouvelles pratiques,

peuvent jouer un rôle d'impulsion dans le cercle. Mais leur influence reste limitée si les maîtres d'ouvrage ne s'engagent pas, ou si les collègues plus expérimentés, moins enclins au changement, ne soutiennent pas les initiatives. Ainsi, la diffusion des isolants biosourcés dépend autant de la volonté individuelle que de la coordination et de l'ouverture à l'expérimentation de l'ensemble des acteurs impliqués.

En conclusion, tous ces leviers présentent un fort potentiel pour accroître la connaissance et l'utilisation des isolants biosourcés. Cependant, leur efficacité dépendra toujours de la motivation individuelle : sans un minimum de curiosité et de volonté de s'informer, même les meilleurs outils resteront limités dans leur impact. De plus, il apparaît clairement que la généralisation de ces matériaux ne pourra se faire que si le maître d'ouvrage, l'architecte et l'entrepreneur coopèrent et partagent une vision commune, indépendamment des générations et des habitudes professionnelles.



10.2 Limites de la recherche

Ce travail, bien que riche en enseignements, présente plusieurs limites qu'il convient de souligner afin d'en préciser la portée.

La première concerne le facteur temps. La durée impartie pour mener cette recherche a été relativement courte, ce qui a inévitablement influencé l'ampleur et la profondeur des analyses. Avec un délai plus conséquent, il aurait été possible d'approfondir l'enquête de terrain, en interrogeant un nombre plus important d'acteurs clés de la filière architectes, entrepreneurs, maîtres d'ouvrage afin de recueillir une diversité plus large de points de vue. Une telle démarche aurait permis de disposer d'un panel d'observations plus représentatif et, par conséquent, d'obtenir une vision plus nuancée et complète des réalités de l'utilisation des matériaux biosourcés en rénovation.

La deuxième limite tient aux données recueillies via le questionnaire. Bien qu'elles soient globalement intéressantes et apportent des éléments utiles à la réflexion, elles présentent certaines contraintes. D'une part, elles ne concernent pas exclusivement le territoire belge, ce qui peut réduire leur pertinence dans un contexte national précis. D'autre part, sur le plan local, seules treize réponses ont pu être collectées. Ce nombre restreint ne permet pas d'atteindre un caractère exhaustif et rend difficile toute généralisation. Cela étant dit, ces résultats restent un indicateur pertinent et apportent un éclairage concret sur certaines perceptions et pratiques, tout en mettant en évidence des tendances à explorer plus en profondeur.

Une autre limite importante de ce travail réside dans le fait qu'il se concentre principalement sur certains obstacles, notamment la méconnaissance, la réticence au changement et les barrières culturelles. Bien que ces aspects soient essentiels, il existe d'autres obstacles majeurs à prendre en compte, tels que les questions liées au prix des matériaux, les aspects juridiques ou encore le coût élevé des prototypes. De plus, certaines pistes, comme l'instauration de mesures réglementaires contraignantes par exemple l'obligation d'intégrer ces matériaux dans les marchés publics n'ont pas été développées dans le cadre de ce travail, alors qu'elles pourraient constituer un levier puissant pour accélérer leur diffusion et leur intégration dans les pratiques constructives à l'échelle nationale. Ainsi, limiter l'analyse à ces quelques obstacles constitue une contrainte du TFE, qui ne couvre pas la totalité des obstacles pouvant freiner le développement et l'adoption des isolants biosourcés.

Enfin, la troisième limite concerne les leviers d'action proposés. Si leur élaboration repose sur les constats et besoins identifiés lors de l'étude, leur faisabilité réelle et leur pertinence opérationnelle restent à valider. Sans retour critique de la part de professionnels du secteur, d'instances publiques ou d'organismes de formation, il est difficile de savoir dans quelle mesure ces leviers pourraient être appliqués efficacement sur le terrain. Avec davantage de temps, il aurait été envisageable de tester ces propositions auprès d'un panel ciblé d'acteurs, d'en évaluer l'impact potentiel et, le cas échéant, d'ajuster leur contenu et leur forme afin de les rendre plus percutantes et adaptées aux réalités du terrain.

En somme, ces limites n'enlèvent rien à la valeur du travail effectué, mais elles rappellent que ce mémoire constitue une étape exploratoire. Il ouvre la voie à des recherches complémentaires qui permettraient de consolider les données, d'élargir la réflexion et d'affiner les solutions proposées, dans l'objectif d'encourager concrètement l'usage des matériaux biosourcés en rénovation.

De plus, une autre limite réside dans la nature des sources utilisées. La bibliographie mobilisée repose majoritairement sur des sites internet, ainsi que sur des thèses et mémoires, tandis que les articles scientifiques à comité de lecture y sont proportionnellement moins représentés. Cette situation s'explique par la difficulté à trouver un nombre suffisant de publications scientifiques récentes et pertinentes sur le sujet dans le contexte étudié. Il est important de le signaler, car cette proportion peut influencer la profondeur et la portée des analyses réalisées.

10.3 Apports de la recherche

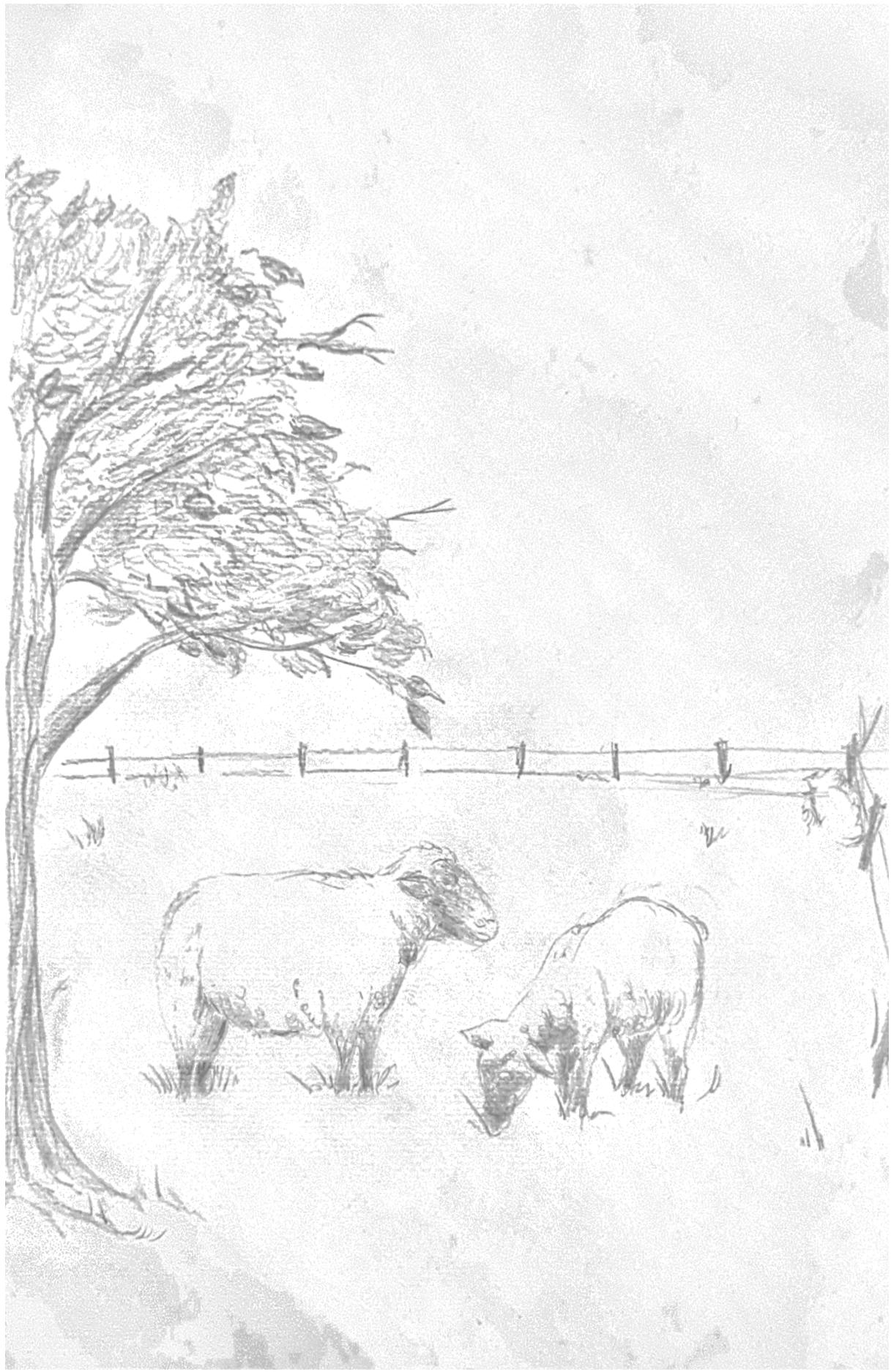
Ce travail apporte une contribution originale à la compréhension et à la promotion des isolants biosourcés dans le contexte de la construction en Belgique. À la différence de la majorité des études disponibles, qui se concentrent sur des données européennes ou internationales, cette recherche croise une revue approfondie de la littérature scientifique avec des données qualitatives issues d'entretiens menés auprès d'acteurs locaux : un maître d'ouvrage, un architecte et un entrepreneur. Ce croisement permet d'ancrer l'analyse dans la réalité du terrain et d'identifier des obstacles et leviers spécifiques au contexte belge.

L'étude met en lumière des obstacles déjà documentés dans la littérature, tels que la réticence culturelle au changement dans les pratiques constructives ou l'absence de formation dédiée aux matériaux biosourcés dans les cursus d'architecture. Elle montre également que certains leviers peuvent être déployés à différentes échelles, allant de la sensibilisation du grand public via l'affichage et les campagnes vidéo, jusqu'à la formation spécialisée pour les futurs architectes. L'importance d'un maillage stratégique entre communication, éducation et politiques incitatives est ainsi soulignée.

L'apport principal réside dans la formulation de propositions concrètes, structurées et adaptées au contexte local, qui relient la théorie c'est-à-dire les obstacles identifiés dans la littérature et les enquêtes à la pratique, par le biais de leviers testables sur le terrain.

10.4 Perspective de la recherche

Ce travail constitue ainsi une base exploitable pour des expérimentations futures et pour l'élaboration d'outils de sensibilisation ciblés, qu'ils soient destinés aux professionnels du bâtiment ou au grand public. Ces actions, en s'appuyant sur des données concrètes et des retours d'expérience, pourraient non seulement contribuer à une diffusion plus large et mieux structurée des isolants biosourcés dans la construction, mais aussi renforcer leur crédibilité technique, leur accessibilité économique et leur acceptation culturelle. À terme, cette dynamique pourrait favoriser une transition plus rapide vers des pratiques constructives durables, alignées avec les objectifs environnementaux et sociaux actuels.



Chapitre 11

Conclusion



11. Conclusion

En partant de la problématique centrale de ce travail de fin d'études « Quels sont les obstacles à la généralisation des isolants biosourcés, pourtant alignés avec les enjeux de transition écologique ? » et au regard des enjeux majeurs auxquels fait face le secteur de la construction, notamment en termes de pollution et d'émissions de gaz à effet de serre, il est apparu essentiel d'explorer des solutions efficaces permettant de réduire l'impact environnemental des bâtiments. Par ailleurs, dans un contexte global où les ambitions de neutralité carbone à l'horizon 2050 se veulent ambitieuses et incontournables, il devenait d'autant plus pertinent de s'intéresser aux matériaux qui pourraient contribuer à ces objectifs.

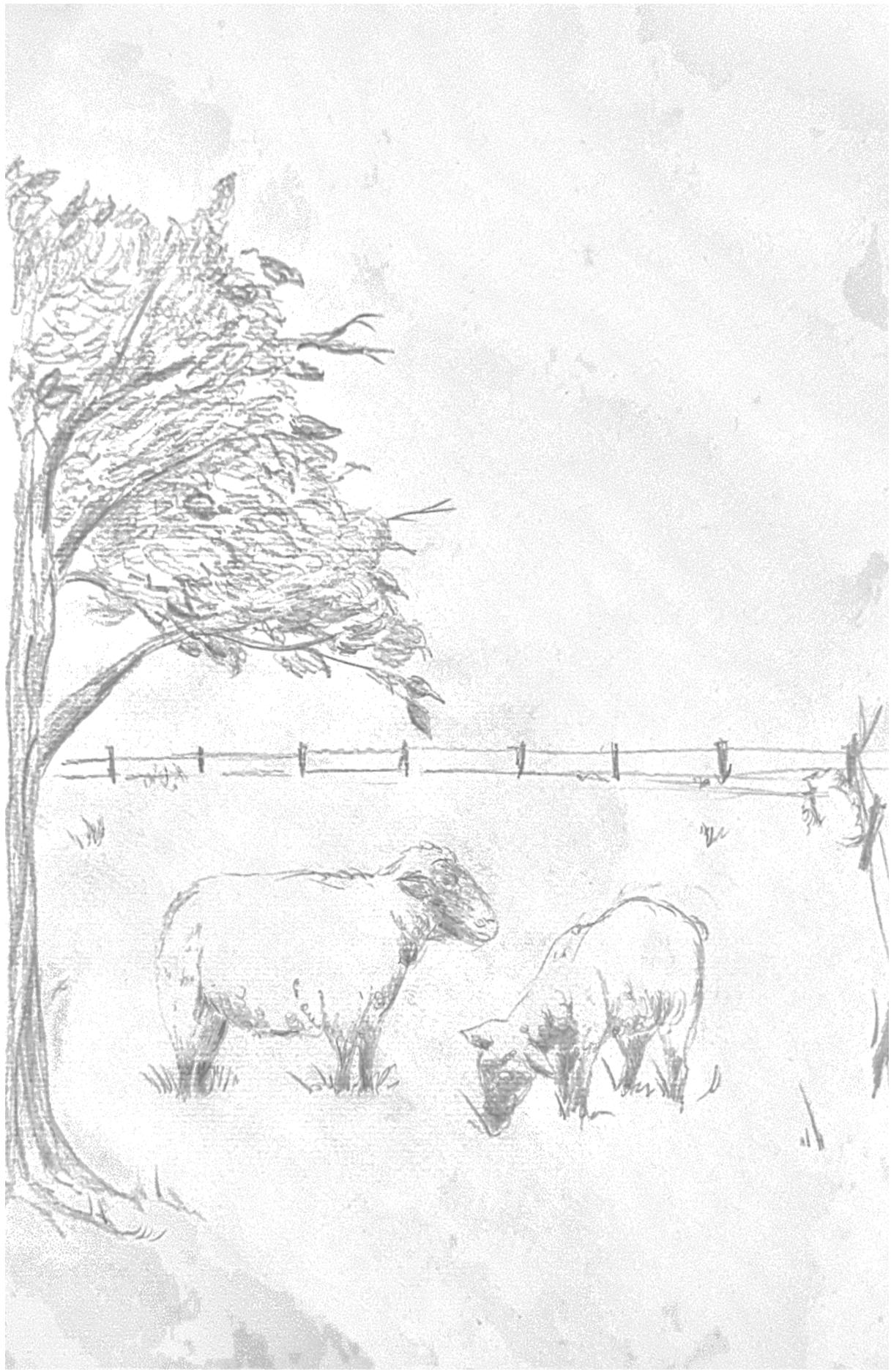
Les isolants biosourcés regroupent une large variété de matériaux pouvant provenir de différentes origines : animale (la laine de mouton), végétale (le chanvre, la fibre de bois ou le lin), ou encore issus du recyclage (le coton recyclé ou la ouate de cellulose). Leur polyvalence leur permet d'être mis en œuvre dans différents éléments de l'enveloppe du bâtiment, que ce soit en toiture, dans les murs ou encore au niveau des dalles. Cette diversité d'origines et d'applications confère à ces isolants un potentiel intéressant pour répondre aux besoins variés du secteur de la construction, tout en réduisant l'empreinte environnementale liée aux matériaux traditionnels.

Ce travail s'est donc spécifiquement concentré sur l'utilisation des isolants biosourcés représentant une alternative écologique aux matériaux traditionnels, mais qui restent encore trop peu présents sur le marché. Dans cette optique, une analyse approfondie a permis d'identifier un ensemble d'obstacles qui freinent leur développement et leur adoption plus large. Ces obstacles sont multiples et complexes, allant de la méconnaissance générale des isolants biosourcés à une certaine réticence culturelle et au refus du changement dans les pratiques constructives établies. S'y ajoutent des obstacles d'ordre économique, tels que le prix parfois plus élevé, ainsi que des contraintes juridiques et réglementaires qui n'ont pas été pleinement abordées.

En ciblant plus précisément les obstacles liés à la connaissance et à l'acceptation, cette recherche a combiné une revue détaillée de la littérature scientifique avec la collecte de données qualitatives issues d'entretiens réalisés auprès d'acteurs locaux clés : un maître d'ouvrage, un architecte et un entrepreneur. Cette approche méthodologique a permis d'ancrer l'analyse dans la réalité du terrain et d'enrichir la compréhension des blocages spécifiques rencontrés dans le contexte belge.

Sur cette base, plusieurs leviers ont été identifiés et proposés comme moyens d'améliorer la visibilité et l'adoption des isolants biosourcés. Ces leviers incluent notamment la diffusion d'affiches publicitaires dans des lieux stratégiques, la mise à disposition de brochures informatives, l'utilisation de jeux éducatifs destinés à sensibiliser dès le plus jeune âge, la réalisation de vidéos de sensibilisation pour toucher un large public, ainsi que la mise en place de formations spécialisées destinées aux futurs professionnels de la construction. Ces actions ont pour objectif principal de susciter l'intérêt, de renforcer la motivation individuelle et collective, et de favoriser une prise de conscience accrue des enjeux liés aux isolants biosourcés. En effet, la réussite de cette transition vers des pratiques plus durables repose en grande partie sur l'adhésion volontaire et la volonté des acteurs concernés. Tous ces acteurs sont co-dépendants les uns des autres.

Ainsi, ce travail ouvre des perspectives intéressantes pour la recherche future et pour la mise en œuvre d'actions concrètes. Il contribue à poser les bases d'une meilleure compréhension des obstacles et des leviers liés aux isolants biosourcés, dans une démarche visant à favoriser leur développement et leur adoption plus large. À terme, cela participe à faire évoluer le secteur de la construction vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement, en adéquation avec les objectifs climatiques et les exigences de durabilité auxquelles il doit répondre.



Chapitre 12

Bibliographie



12. Bibliographie

Livres/revues

Chocat, B. (2015). L'eau à découvert : Comment communiquer et sensibiliser le grand public sur les enjeux liés à l'eau? CNRS Éditions. <https://books.openedition.org/editionsrnrs/9746>

Dupré, M., Dangeard, I., & Meineri, S. (2014). Comment sensibiliser localement à des pratiques écoresponsables ? Gestion, 39(4), 151-155. <https://doi.org/10.3917/riges.394.0151>

Evon, P. (2020, mai 4). Les matériaux biosourcés, une alternative pour l'avenir. Revue SESAME. <https://revue-sesame-inrae.fr/les-materiaux-biosources-une-alternative-pour-lavenir/>

Lefrançois C. (2020). Maison écologique: construire ou rénover ? Les bonnes questions à se poser.: Terre vivante, ISBN2360985434

Trachte, S & Stiernon, D. (2023). Isolants thermiques en rénovation : Réaliser un choix équilibré entre confort, performance énergétique, approche environnementale et gestion circulaire des ressources.

Rapports scientifiques

FFB. (12 septembre 2023). Pourquoi utiliser des matériaux biosourcés dans les bâtiments. <https://www.ffbatiment.fr/techniques-batiment/performance-environnementale-batiments/materiaux-biosources/dossier/pourquoi-utiliser-des-materiaux-biosources-dans-les-batiments>

Articles scientifiques

Albergel, J., Dantec, V., Migheili, Q., Billet, P & Cornet, A. (2024, janvier). Comment se former? Quae Open Access. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2024-01/010089198.pdf

Bonenfant, M., & Couturier, A. (2023). Le jeu comme praxis de sensibilisation et de conscientisation. Sciences du jeu, 19. <https://doi.org/10.4000/sdj.5272>

Bougrain-Dubourg, A. (2012). La biodiversité. Annales des Mines - Responsabilité et environnement, N° 68(4), 107-112. Cairn.info.

Boyeux, B. (2016). Fiche technique PRISME - Les matériaux de construction

biosourcés. Institut de la Francophonie pour le Développement Durable. <https://www.ifdd.francophonie.org/publications/fiche-technique-prisme-les-materiaux-de-construction-biosources-2/>

Bretagne, E., Bréard, J., Massardier, V., & Verney, V. (2012). Ecomatériaux : Les matériaux passent au vert. *Matériaux & Techniques*, 100(5), Article 5. <https://doi.org/10.1051/matech/2012051>

Chokshi, B., & Goldman, E. (2021). Using Trauma-Informed Care in Practice : Evaluation of Internal Medicine Resident Training and Factors Affecting Clinical Use. *The Permanente Journal*, 25(4), 1-7. <https://doi.org/10.7812/TPP/21.032>

de Beaune, A-S (2010). Aux origines de la construction. (p. 77). Picard. <https://shs.hal.science/halshs-00730320>

Gagneur, A. (2020). L'entrevue motivationnelle : Un outil particulièrement efficace pour atténuer la réticence à la vaccination. *L'agence de la santé publique du Canada*, 46(4), 104-109. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v46i04a06f>

Goldstein, E., Murray-García, J., Sciolla, A. F., & Topitzes, J. (2018). Medical Students' Perspectives on Trauma-Informed Care Training. *The Permanente Journal*, 22(1), 17-126. <https://doi.org/10.7812/TPP/17-126>

Lamore, K., Foucaud, J., Cambon, L., & Untas, A. (2017). Prévention primaire et secondaire des cancers féminins : Comment améliorer la sensibilisation des femmes ? Une revue de la littérature. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 65(6), 453-465. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2017.06.005>

Roraud, R. (2021). Les enjeux de la sensibilisation : Pourquoi et comment sensibiliser le public à la politique de l'eau à travers les images ? <https://dante.univ-tlse2.fr/s/fr/item/13356>

Torres, S., & Tremblay, M.-A. (2016). Le jeu de rôle comme outil de sensibilisation et de transfert de connaissances : Le cas de l'insalubrité résidentielle. *Nouvelles pratiques sociales*, 28(2), 295-306. <https://doi.org/10.7202/1041193ar>

Trachte, S. (2012). Matériaux, matière d'architecture soutenable : Choix responsable des matériaux de construction pour une conception globale de l'architecture soutenable. <http://hdl.handle.net/2078.1/112728>.

Trachte, S. (2024, décembre 6). Mise en contexte : Lever les aprioris...Ouvrir le champ des possibles... <https://hdl.handle.net/2268/325151>

Turrian, F., & Glauser, C. (2013). Sensibilisation : Informer – connaître – agir.

Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen, 164(3), 74-79. <https://doi.org/10.3188/szf.2013.0074>

Thèses/mémoires

Allièse Florence. (2022). Motivations et freins à l'utilisation des écomatériaux chez les professionnels et les particuliers en Ile-de-France [CY Cergy]. https://avant4degres.fr/wp-content/uploads/2023/11/Memoire_M2_Alliese_CYU_ES.pdf

Azzoug Sabrina. (2021). Pour une démarche durable à travers l'intégration des matériaux biosourcés locaux. [Mouloud Mammeri]. <https://dspace.ummtto.dz/server/api/core/bitstreams/fe707a87-c666-46ae-96b1-db8086dc0c53/content>

Briquet Émilie. (2022). Comment sensibiliser les étudiants au changement climatique ? [Liège]. https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/15313/4/M%C3%A9moire_EmilieBriquet_s161306.pdf

Chevalier Marion. (2008). L'atelier théâtre au C.M.PM ou comment sensibiliser les enfants aux émotions. [Henri Poincaré]. https://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDMED_MORT_2008_CHEVRIER_MARION.pdf

Clément Simon. (2020). Vers une sobriété matérielle des bâtiments : La paille comme ressource historique et emblématique dans un contexte de réémergence des matériaux biosourcés. [Liège]. <http://hdl.handle.net/2268.2/12559>

Conteville Lucie & den Hartigh Cyrielle. (2029). Les écomatériaux en France : Etat des lieux et enjeux dans la rénovation thermique des logements. https://www.effinergie.org/web/images/attach/base_doc/1309/RapportATFLesecomateriauxenFranceMars09.pdf

Delannoy Guillaume (2018). Durabilité d'isolants à base de granulés végétaux. Ecole doctorale: Sciences, ingénierie et environnement, [Université de Paris-Est] <https://theses.hal.science/tel-02141189>

Fugère Marie-Hélène. (2021). Analyse des freins et des leviers à l'utilisation des matériaux de construction écologique dans les territoires municipaux du Québec. [Université de Sherbrooke]. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/18424/fugere_marie-helene_MEnv_2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Lemaire Romain. (2021). Quels sont les barrières et incitants à l'application de l'économie circulaire au secteur de la construction. Une étude de cas au sein de l'entreprise Valens. [Université catholique de Louvain la Neuve]. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01622248v1>

Le Taillec Juliette. (2017). L'émergence des matériaux biosourcés dans le bâtiment : Historique de leur évolution à travers l'exemple de la filière chanvre. [ENSANantes]. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01622248v1>

Mouatassim Charai. (2021). Conception et caractérisation des nouveaux éco-matières biosourcés pour une construction durable de bâtiments. [Paris-Est Créteil UPEC; Mohammed Premier UMP;]. <https://theses.hal.science/tel-03934823v1>

Ulrich Jocelyn. (2019). Le potentiel d'une solution biosourcée dans la transition énergétique en France : L'exemple de la fibre de bois [Université de Liège]. ://hdl.handle.net/2268.2/6262

Waz Alexandra. (2023). Comment sensibiliser les voyageurs à la consultation pré voyage en médecine générale via une affiche de prévention? [Strasbourg]. https://publication-theses.unistra.fr/public/theses_exercice/MED/2023/2023_WAZ_Alexandra.pdf

Sites internet

À vos côtés, accélérons vos chantiers biosourcés. | IsoHemp. (s. d.). Consulté 12 août 2025, à l'adresse <https://www.iso hemp.com/fr>

Accueil. (s. d.). Gramitherm. Consulté 12 août 2025, à l'adresse <https://gramitherm.eu/>

Adminstekschelp. (s.d). Eco coquilles pour la construction et le jardinage. Consulté 12 août 2025, à l'adresse <https://www.ecoschelp.be/fr/>

Appel à projets Renobatex.ID. (2023). Site énergie du Service public de Wallonie. Consulté 9 avril 2025, à l'adresse <https://energie.wallonie.be/fr/renobatex.html?IDC=10372>

Guillaume Derombise. (2017). [Vidéo] Les matériaux biosourcés dans la construction | Build Green. Consulté , à l'adresse <https://www.build-green.fr/video-les-materiaux-biosources-dans-la-construction/>

Isolant laine de bois : Isolant en laine végétale. (2023). <https://www.toutsurlisolat ion.com/isolant-laine-de-bois>

Isolant textile recyclé. (2024). <https://www.toutsurlisolat ion.com/isolant-textile-recycle>

Isolation de chanvre : Isolant en laine végétale. (2025). <https://www.toutsurlisolat ion.com/isolation-chanvre>

Isolation en fibre de bois | Tout sur l'isolation. (2024). <https://www.toutsurlisolation.com/isolation-fibre-de-bois>

Isolation en paille : Avantages et applications [+ Prix indicatifs]. (s. d.). Isolation-expert.be. Consulté 12 août 2025, à l'adresse <https://www.isolation-expert.be/materiaux-isolants/paille>

Laine de Coton Isolation : Textiles Recyclés | Tout sur l'isolation. (2022). Consulté , à l'adresse <https://www.toutsurlisolation.com/laine-de-coton>

Laine de mouton : Isolant en laine animale. (2025). Consulté , à l'adresse <https://www.toutsurlisolation.com/laine-de-mouton>

Larousse, É. (s. d.). Définitions : Isolation - Dictionnaire de français Larousse. Consulté 12 août 2025, à l'adresse <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/isolation/44464>

Laurence C. Desrosiers & Andréas Tosser. (s. d.). L'habitation écologique au Québec : Une grande étude de marché signée Écohabitation. Consulté 12 août 2025, à l'adresse <https://www.ecohabitation.com/guides/1309/lhabitation-ecologique-au-quebec-une-grande-etude-de-marche-signee-ecohabitation/>

Le Miscanthus : La ressource de l'avenir. (s. d.). Consulté 12 août 2025, à l'adresse https://www.promis.be/ProMIS/Le_Miscanthus_la_ressource_de_lavenir.html

Les produits biosourcés et le label. (s.d). Bâtiment Biosourcé. Consulté , à l'adresse <https://www.batiment-biosource.fr/presentations-et-labels/les-produits-biosources-et-le-label/>

Liège isolant: Laine végétale pour une isolation phonique. (2025). Consulté , à l'adresse <https://www.toutsurlisolation.com/isolation-liege>

Matériaux biosourcés : Usages et avantages pour l'éco-construction et les entreprises | Big média | S'inspirer, S'informer, S'engager. (2024). Consulté , à l'adresse <https://bigmedia.bpf.fr/nos-dossiers/materiaux-biosources-usages-et-avantages-pour-leco-construction-et-les-entreprises>

Ouate de cellulose : Isolant végétal. (2025). Consulté , à l'adresse <https://www.toutsurlisolation.com/ouate-de-cellulose>

Pacte vert pour l'Europe. (s.d). Consilium. Consulté , à l'adresse <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/european-green-deal/> (Consulté le 28 mai 2025)

Rapport de synthèse du GIEC: Les risques sont beaucoup plus élevés que dans les prévisions antérieures. (2023). Climat.be. <https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/rapports-du-giec/2023-rapport-de-synthese> (Consulté le 29 mai 2025)

Types d'isolants : Généralités. (s.d). Energie Plus Le Site. Consulté , à l'adresse <https://energieplus-lesite.be/techniques/enveloppe7/composants-de-l-enveloppe/isolants-et-pare-vapeur/types-d-isolants-generalites/>

Wallonie, I.-E. (2023). Coût et financement de la rénovation énergétique des logements en Wallonie. (S. d.). Consulté 12 août 2025, à l'adresse <https://clusters.wallonie.be/eco-construction/fr>

Tables des figures

Figure 1: Kroko. (s.d). Reconstitution des huttes néandertaliennes de Gontsy [Image].

Figure 2: Samara. (s.d). Reconstitution habitat néolithique [Image].

Figure 3: Bernard Boyeux. (2016). Les cinq origines de la biomasse [Image].

Figure 4: Ministère de la transition écologique. (s.d). *Le cycle de vie des matériaux biosourcés* [Image].

Figure 5: Cluster Eco Construction. (s.da). Carthographie des producteurs et distributeurs d'éco-matériaux sur le marché belge [Image].

Figure 6: Cluster Eco Construction. (s.db). C'est décidé, j'éco-construis ! L'isolation thermique [Image].

Figure 7: Ecohabitation. (2014). Etude sur les freins au biosourcé [Image].

