

CHANVRE
TERRITOIRE
ARCHITECTURE
-
COOPÉRATION
FERTILE

Vincent Luetto

Chanvre - Territoire - Architecture

Coopération fertile

Vincent Luetto

-§-

Enoncé théorique de Master

ENAC - AR - BA3 - 2024

Directeur Pédagogique et responsable de l'énoncé

Professeur Corentin Fivet

Professeure seconde de l'énoncé

Florence Graezer Bideau

Maître EPFL

Alia Kenza Bengana



2024, Vincent Luetto

Ce document est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution (CC BY <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).
Les contenus provenant de sources externes ne sont pas soumis à la licence CC BY et leur utilisation nécessite l'autorisation de leurs auteurs.

Table des matières

0 - Prélude :

0.0 - Remerciements	03
0.1 - Rétrospective	05
0.2 - Avant-propos	07

1 - Introduction :

1.1 - Amorce & questionnements	09
1.2 - Structure de l'énoncé	11
1.3 - Limites de l'investigation	15

2 - Implantation :

2.1 - Ressources et principes	17
2.2 - Le chanvre tel un antidote émergent	31
2.3 - Penser la matière au-delà du "Carbon Tunnel"	41
2.4 - Une filière bénéfique pour la Suisse	51
2.5 - Des avantages territoriaux	59

3 - Application :

3.1 - La polyvalences du chanvre au bâtiment	63
3.2 - Des précautions qui s'anticipent	77
3.3 - Une transition technologique bénéfique aux acteurs	87
3.4 - De nouveaux codes pour la conception architecturale	97
3.5 - Une coopération décloisonnée est requise entre acteurs	105

4 - Conclusion :

4.1 - Synthèse et nuances	111
4.2 - Ouvertures et analyses complémentaires	117
4.3 - Préceptes et outils pour ma pratique	121

5 - Documentation :

5.1 - Bibliographie	125
-------------------------------	-----

0 - Prélude :

0.0 - Remerciements

Je tiens, avant tout propos, à exprimer ma reconnaissance envers les magnifiques personnes qui ont fait partie de cette aventure, qui m'ont soutenu, accompagné et partagé leurs expériences sur le sujet. Ces échanges m'ont apporté une lumière précieuse sur une multitude d'aspects dont j'ignorais l'existence, donnant corps et profondeur à mon propos.

Je remercie les Professeur.e.s de mon groupe de suivi pour avoir su, malgré mes moments d'égarement, guider subtilement mes doutes en me questionnant de mois en mois afin d'élever mon travail.

Je remercie mes camarades qui m'ont accompagné et supporté dans les bons comme les autres moments qui ont rythmé ce processus d'investigation. Votre présence constante, disponibilité et patience ont été cruciales pour l'aboutissement de ce cycle d'apprentissage.

Je remercie mes collègues qui m'ont permis de prendre du recul sur la situation et sur le sujet. Vos perspectives m'ont aidé à observer la question étudiée d'une manière complémentaire à celle dont j'avais l'habitude.

Je remercie les acteurs de la construction qui ont eu la gentillesse de m'accorder du temps afin de témoigner sur leurs expériences et pratiques. Votre vécu a apporté une substance indispensable à mes recherches théoriques et littéraires.

Je tiens également à remercier les personnes qui ont lu et apporté des retours pertinents et nécessaires aux différentes étapes de ce travail. Merci aussi à ma famille et mes colocataires pour leur soutien émotionnel et leur amour inconditionnel. Vos bons plats ont réchauffé mon cœur et esprit, me donnant la force de tenir bon.

Enfin, je remercie l'école pour m'avoir donné la chance d'étudier dans un cadre si optimal et pour le soutien apporté tout au long du cursus. Sans oublier, je remercie la nature pour ses belles ressources qui nous permettent de bâtir nos habitats. Préservons-là et n'oublions pas de lui rendre grâce.

Alia, Florence, Corentin, Corine, Laure, Mattia, Yannick, Camille, Pascal, Olivier, Marc, Arnaud, Guillaume, Florian, Grégoire, Laurent, Guilhem, Sébastien, Mathias, Raphaël, Sean, Adrien, Zoé, Méghan, Abisou, Nikita, Julien, Anthoine, Enzo, Morgane, Luana, Hugues, Ali, Victor, Pierro, Océane, Loïc, Méganne, Denise, Raymonde, Michel, Mehdi, Nadja, Julien, Emma, Fanny,

Merci d'avoir été à mes côtés et pour avoir cru en moi !



Je dédicace ce travail à Pascal et Sébastien qui ont été le
point de départ d'une grande aventure pour moi

Fin de saison avec l'entreprise Pittet Artisan - 2020

0.1 – Rétrospective

Pendant ma croissance, la plante de Chanvre s'est continuellement trouvée proche de mon parcours. Ma famille l'employait pour agrémenter une salade ou pour faire un gâteau. Dans le voisinage, il n'était pas rare d'apercevoir ces feuilles bien reconnaissables au balcon. Plus tard, à l'école, cette plante faisait autant partie de la culture que du quotidien, toutefois, pas pour les mêmes raisons qui seront développées à travers cette investigation. J'ai dû reconnaître que sa présence avait quelque chose de familier dans le pays - une histoire, une évolution - en tout cas, selon mon expérience. Je me rappelle d'un petit boulot lors du "green rush" de 2018 ou nous étions submergés, tant par l'élaboration de produits dérivés que par son odeur devenue saturante avec le temps.

Cependant, c'est lors d'une expérience professionnelle dans une entreprise de maçonnerie que j'ai découvert ses usages constructifs. Ayant déjà parcouru une bonne partie de ma formation d'architecte, j'ai été ravis par ces méthodes qui paraissaient apporter une alternative durable à certains matériaux conventionnels. Saint, efficace, agile, novateur, tout paraissait merveilleux, mais voilà : il m'a été forcé d'admettre que cela n'était pas si simple et surtout, que ça ne plaisait pas à tout le monde. De plus, dans la région romande (référentiel du haut de mon vécu), les professionnels possédant le savoir-faire pour mettre en œuvre ce matériau se comptaient sur les doigts d'une moufle. Vu que je n'étais pas si loin, j'ai alors essayé l'autre doigt du gant en travaillant pour la seconde entreprise.

Est ce que tout cela était alors un mirage ? Les techniques qui me paraissaient tant pertinente était donc réservée à un groupe minoritaire de la construction ; des extrémiste de la durabilité voulant faire différemment que les autres ?

Au terme de cette expérience, je rendis mes outils, essuyât les petites étoiles qui avaient apparues dans mes yeux puis repris mes études à l'EPFL. Lors des cours de physique du bâtiment, loin de là l'idée de parler d'une telle matière. Puis vinrent une série de cours apparus comme une réponse aux enjeux environnementaux mais aussi comme preuve de l'évolution rapide de ce milieu polytechnique. Les méthodes de construction à faible empreinte environnementale commencèrent à apparaître fréquemment au centre des discussions. Un panorama champêtre mentionnant le bois, la terre, le blé et d'autres ressources renouvelables venant compléter les principes de réemplois.

Plus tardivement, le Chanvre apparaît comme une éventualité dans certains discours, dans certains projets, jusqu'à faire son apparition au devant de la scène à travers certaines Professeures convaincues. Le constat est souvent le même. Il existe bien des avantages "multiples" à considérer le chanvre dans l'architecture que nous projetons. Toutefois, un fossé colossal persiste entre les intentions de décarbonisation, et les capacités logistiques régionales pour les voir apparaître dans la construction de demain. Je commence à m'interroger sérieusement ... Les conditions paraissaient pourtant toutes réunies. Cependant, la maison brûle et nous regardons ailleurs. Le profit ou le désintéressement du commun au détriment de la nature. Des règlement et politiques environnementales peu cohérentes dans les faits. Et le chanvre, qui pendant ce temps, conserve une réputation marginale. Toutefois, une phrase m'a marqué ; j'aimerais la partager ici :

"Tout le monde savait que c'était impossible. Il est venu un imbécile qui ne le savait pas et qui l'a fait." - Winston Churchill

Alors voilà, à travers ce travail j'aimerais préparer cet ignorant, à qui l'on dit aujourd'hui que c'est peu probable, à ce qu'on lui demande demain comment il l'a fait.



"The Big Apple" - PEZ

0.2 – Avant-Propos

Extrait du livre: Bâtir avec ce qui reste , Philippe Simay , mai 2024

Construire sa maison a longtemps été une entreprise incertaine. Mais quelle satisfaction quand les travaux avançaient, quand les murs se montaient au fil des semaines. « *Ces murs sur lesquels plus tard viendra un toit, nous allons les avoir autour de nous jusqu'à la fin de notre vie, nos fils les auront après nous, nos petits-fils, nos arrière-petits-fils* ». Cela vaut la peine de se donner tout ce mal. Cela vaut la peine de s'assurer « *qu'ils soient bien construits et en une matière honnête, et l'arrangement surveillé, et la qualité du ciment, la qualité du sable aussi* » comme s'y attache Vincent l'un des personnages de *Construction de la maison*. Dans ce roman écrit en 1914, Charles-Ferdinand Ramuz nous convie à Vaud, en Suisse, auprès de Madame Catherine et de ses enfants, engagés dans la construction d'une grande maison en pierre. Au travers des événements que traverse cette famille de vigneron, Ramuz illustre les tensions entre les désirs de durabilité d'hommes bâtisseurs et le cycle implacable de la nature. Il nous rappelle à quel point la possibilité d'habiter était dépendante des ressources matérielles et humaines disponibles localement et soumise aux aléas du climat, des sols et du vivant.

Construire une maison dans les sociétés pré-machinistes prenait, en cela, beaucoup de temps. Dans les villages de montagne alpins, il fallait environ cent grumes, des troncs d'arbre non équarris, pour construire un chalet. Préservant l'énergie rare de la traction humaine ou animale pour les éléments lourds, ces grumes étaient sélectionnées en amont du village pour profiter de la pente lors de leur transport. Les épicéas étaient abattus au printemps, au moment de la montée de sève, ce qui permettait d'enlever l'écorce plus facilement. Cependant, il fallait attendre l'hiver pour descendre les grumes à l'aide de chevaux et de sapis et le printemps suivant pour laisser aux grumes le temps de sécher avant de pouvoir les débiter en fonction des besoins et des usages. Des planches en vue d'un plancher, d'une étagère ou d'un meuble, un carré réservé pour les parois du chalet, des flaches pour les voliges, des petites chutes pour se chauffer : rien n'était laissé de côté. Le bois était une ressource rare qu'il s'agissait d'optimiser et qui nécessitait un savoir-faire bien spécifique. Parfois, jusqu'à cent personnes étaient requises pour bâtir un seul chalet. Et aucune d'entre elles ne pouvait prédire avec certitude que le projet irait à son terme car les années de pénurie ne manquaient pas.

L'industrialisation des matériaux d'architecture a mis fin à pareille incertitude. Plus besoin, désormais, de s'interroger sur la disponibilité des ressources matérielles et humaines. Où se trouvent les matériaux et en quel nombre ? Où se trouvent les personnes compétentes et en quel nombre ? Ces problématiques n'ont plus de raison d'être. La production industrielle des matériaux entend bien apporter une réponse définitive à ces questions qui relèvent moins du bien-être que de la subsistance. Aussi, depuis le 19^{ème} siècle, le secteur du bâtiment s'est-il développé à travers la promotion d'une architecture *atopique*, portée par des matériaux *ubiquitaires* et *omnipotents*, sans origine ni destination situées, capables d'être mis en œuvre n'importe où et par n'importe qui, pour répondre à tous les besoins. Il ne s'agit pas ici de critiquer les matériaux industriels pour eux-mêmes, ni même les objectifs que s'étaient fixés les architectes du Mouvement moderne. Disons simplement que toute l'historiographie du modernisme a considéré le béton, le fer, le verre ou l'acier comme des instruments de la créativité architecturale et de la transformation du cadre de vie des populations. Ces matériaux industriels ont libéré les formes mais aussi les échelles. Ils ont permis de construire plus grand, plus vite, plus solide et moins cher. Sans eux, dit-on, il aurait été difficile, sinon impossible, de répondre si rapidement aux besoins matériels grandissants des sociétés modernes, de suivre la demande en bâtiments et infrastructures. [...].

La terre, la paille, la pierre massive ou les matériaux de seconde main sont exclus au profit de matériaux industriels produits en série « *par des entreprises disposant de moyens suffisants pour entreprendre [leur] promotion* ». Mais « *cette exigence d'immédiateté place également les concepteurs dans une position potentiellement inconfortable* ». Exclue des débats portant sur le formatage des matériaux, c'est comme s'ils héritaient « *de boîtes noires, efficaces, mais qui ne sont pas destinées à être ouvertes* ».

Ghyoot présente cette situation comme une difficulté vécue par l'architecte. C'est certain, mais une part de responsabilité lui incombe néanmoins. Quel avantage de ne plus avoir besoin de se préoccuper de la quantité, de la qualité ou de la provenance des matériaux. Tout est *disponible*, à portée d'un coup de fil ou d'un clic pour acheter sur catalogue. L'architecte en a profité pour s'affranchir d'un long et fastidieux travail de caractérisation des matériaux. Il a saisi cette situation comme l'opportunité de se concentrer sur une seule tâche : concevoir et construire ou, plutôt, faire construire par d'autres sans se préoccuper du reste. Mais n'est-ce pas là le problème ? Il y a un risque évident à réduire le champ de compétence de l'architecte à la seule conception spatiale : celui d'un oubli de la dimension sociale et écologique des conditions matérielles du projet. Comme le serait dans un centre commercial un *serial shopper* à qui l'on aurait donné un crédit illimité... N'était-ce pas là le meilleur moyen de faire tourner au maximum la bétonneuse ? N'est-ce pas ce qui a fait basculer l'architecture dans une forme de démesure ?



Rob Gonsalves - Peinture sur toile

1 - Introduction : Aurait-on dépassé les bornes ?

1.1 - Amorce & questionnements

Nos pratiques actuelles se reposent sur l'extraction indifférente des ressources terrestres, entraînant un réchauffement planétaire aux conséquences désastreuses pour la biodiversité et les écosystèmes dont nous dépendons. Il est urgent de réviser les méthodes du domaine de la construction en adoptant des critères d'usages en adéquation avec les besoins de régénération afin de préserver les milieux naturels. À cet égard, les végétaux, et notamment les matériaux de construction biosourcés qu'ils constituent, offrent une alternative prometteuse aux matériaux conventionnels dont les impacts sont trop intenses. Parmi eux, la plante de chanvre se distingue par ses propriétés exceptionnelles : 100% utilisable, elle est particulièrement résiliente et offre des avantages notables au terres qu'elle emprunte. Ses différentes parties offrent des qualités et applications valorisables dans plusieurs secteurs, y compris la construction. Au-delà de ses usages matériels dans la construction, elle participe à réduire la quantité de carbone dans l'atmosphère tout en optimisant le rendement des cultures qui lui succède après quatre mois de croissance seulement. Relativement aux promesses flatteuses que cette plante laisse paraître, il m'a paru pertinent d'approfondir ses potentiel dans le cadre de cette investigation.

La démarche de l'énoncé théorique de Master offre ainsi une opportunité pour développer un avis plus informé sur cette ressource ainsi que les particularités d'usages qu'elle requiert pour une intégration réussie dans la construction. Cela permet aussi d'appréhender les notions plus larges qu'elle véhicule afin d'alimenter le projet de Master ou la pratique architecturale qui suivra. En d'autres termes, constituer une boîte à outils nécessaire pour l'adoption judicieuse d'une telle matière dans l'architecture contemporaine sur le territoire Suisse. De surcroît, assimiler les interactions entre le domaine agricole détenant les ressources et les parties prenantes qui les mèneront à l'architecture me semble fondamental.

En écho à l'extrait du livre contenu en avant-propos, je partage l'avis que l'architecte à une responsabilité au-delà de la conception des espaces. Il est le prisme entre les désirs des clients et le désordre que cela peut causer. Plus concrètement, engendrer les conséquences que chaque choix dissimule. La pratique d'architecte consiste pourtant à assurer une survie collective, toutefois elle contribue de manière démesurément efficace à dégrader les milieux qui alimentent nos modes de vie et ce, au-delà des cubes gris dans lesquels nous avons coutume d'habiter.

Cette ère touche à sa fin en raison de la raréfaction des ressources fossiles, des dommages environnementaux et sociétaux évidents et l'impasse des marchés qu'elle à créer. Cependant, face aux risques de la pratique d'architecte, il y a des opportunités. Celles de participer à la création du paysage bâti en adéquation avec les capacités et limites du territoire. Celle de créer une architecture proposant une relation saine entre les humains et la matière qui les protège.

Une opportunité de trouver un équilibre entre ressources, économie, confort et durabilité.

1.2 – Structure de l'énoncé

Au fil des recherches sur le chanvre, mais aussi suite à des interrogations personnelles, il a été question de repérer les points de bascule entre la plante et la construction. L'investigation de ces pistes s'est effectuée lors de la prise de contact avec les acteurs successifs de la filière 'industrielle' du chanvre. En effet, chaque acteur incarne un maillon de la chaîne représentant une situation professionnelle permettant l'emploi de cette matière. Ces derniers observent les questions d'un angle qui leur est propre et souvent caractérisé par les enjeux qui régissent un poste. Ensemble ces visions permettent d'obtenir, de manière complémentaire aux spectres littéraires, une lecture panoramique du secteur industriel du chanvre. Les interviews menés auprès de transformateurs, distributeurs, artisans, architectes, ingénieurs, chercheurs, ont apporté de probables réponses aux questions que je me suis posées, mais aussi d'en ouvrir d'autres auxquelles je n'avais pas songé. Les sujets des échanges étaient préparés, toutefois, le déroulé de chacune des conversations s'est orienté vers une discussion informelle suivant les rebondissements rhétoriques et anecdotes spontanées. Le contenu des interviews sera alors intégré à ce travail sous forme de témoignages venant renforcer ou désavouer certains constats. Des passages de livres serviront de support afin de donner des lignes contextuelles directrices. Parallèlement, diverses illustrations, schémas et dessins viendront agrémenter et soutenir le propos. Les illustrations seront parfois détachées de passages spécifiques permettant un écho plus libre vis-à-vis du texte. Suite à la visite d'ouvrages employant le chanvre ainsi que les aventures vécues aux côtés d'artisans chevronnés lors de réalisations, j'ajoute un témoignage personnel de leurs méthodes et univers vu depuis l'intérieur du réacteur. La structure de l'investigation s'apparentera à une succession de pistes étudiées puis distillées pour aboutir à des postulats. Ces postulats offrent ainsi l'occasion de traiter la friction produite par des idées reçues concernant des domaines interdépendants, un état actuel de situation professionnelle relative aux échanges partagés, mais aussi aux évolutions méthodologiques qui transforment la branche constructive autour de ce matériau. Ainsi, la juxtaposition des postulats apportera une séquence enchâssée afin que le lecteur puisse se faire un avis quant aux réponses probables envers les questions principales : Dans quelle mesure verrons-nous apparaître des filières chanvres locales en Suisse et de quelle manière cela peut influencer la pratique architecturale ?

Le premier axe, -Implantation-, explorera la question territoriale en considérant le chanvre comme une ressource potentiellement transformative créant de la richesse économique et industrielle tout en créant de la richesse terrestre et sociale en Suisse. Sa croissance rapide et son efficacité à travers l'économie des ressources et des terres en font un candidat attrayant pour une agriculture durable. Cependant, malgré ces avantages, sa présence sur le marché suisse reste marginale, contrastant avec les pays européens voisins où il est largement intégré dans les pratiques de construction et dans les logiques agricoles. Nous explorerons les raisons de cette disparité puis examinerons les défis techniques, réglementaires et économiques qui freinent son adoption à large échelle en Suisse. Cela inclura l'évaluation des capacités industrielles locales, les politiques agricoles et environnementales actuelles, ainsi que les perceptions culturelles et sociales qui pourraient influencer son acceptation. En outre, il sera crucial de déceler si des zones géographiques sont propices à la culture du chanvre et d'identifier les partenariats fertiles entre agriculteurs, industries et architectes pour stimuler des filières locales. Encore, il sera permis de suggérer les plus-values intersectorielles d'une telle collaboration.

L'axe -Implantation- est constitué de cinq -Titres- introduits respectivement par les -Postulats- suivants :

- Dans un contexte extractiviste, le chanvre se positionne comme une ressource à faible empreinte environnementale profitant à diverses économies.
- Face aux aspects malsains, énergivores et insoutenables dans le temps des secteurs industriels et de la construction, le chanvre propose un antidote prodigieux en économisant la terre tout en régénérant les sols.
- Les potentiels du chanvre dans la construction sont excessivement bridés par les codes scientifico-professionnels incarnés, entre autres, par le concept du “Carbon Tunnel”.
- La réintroduction du chanvre en Suisse à travers des filières locales est profitable au-delà des producteurs de ressources biosourcés et des acteurs de la construction qui en font de l'architecture.
- Quand les politiques se rendront compte de la synergie possible entre l'agriculture, la construction et l'aménagement du territoire, une révolution s'opérera en termes de gestion des ressources ; Démonstration à travers le Chanvre.

Le second axe, -Applications- , se concentrera sur les implications concrètes de l'utilisation du chanvre dans la pratique architecturale contemporaine relatives aux enjeux du secteur et de ces acteurs. Nous verrons de quelle manière l'intégration du chanvre dans les composants de construction peut contribuer à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et à réduire leur empreinte carbone tout en offrant de hautes qualités architecturales. Cependant, l'utilisation du chanvre présente également des défis techniques tels que la maîtrise des techniques de mise en œuvre, la certification des produits et l'acceptation par les normes de construction existantes. Pour surmonter ces défis, il sera nécessaire de développer des lignes directrices claires et les défis majeurs pour les professionnels du bâtiment.

L'axe -Applications- est constitué de cinq -Titres- introduits respectivement par les -Postulats- suivants :

- Agile, le chanvre et ses méthodes de mise en œuvre s'adaptent à de nombreuses parties du bâtiment et apportent de hautes qualités architecturales tout en permettant des économies multiples.
- Les précautions induites par l'emploi du chanvre, relativement aux matériaux qu'il substitue, ne provoquent pas de désagréments lors du chantier s'ils sont anticipés par les acteurs.
- La transition des acteurs de la construction offerte par les progrès technologiques du chanvre est un défi à ne pas manquer.
- Le chanvre invite l'architecte à réviser ses codes de conventionnels construction pour une architecture cohérente et résiliente.
- L'emploi du chanvre invoque une coopération décloisonnée entre les acteurs de la construction et les secteurs corrélés.

Ces postulats seront ensuite, appuyés et balancés par des observations personnelles, par le biais de travaux de recherche scientifique, de témoignages des professionnels de la chaîne d'acteurs ainsi que d'une littérature relative à l'agriculture, à la gestion des ressources, à la science des matériaux et à l'architecture.

Nous discuterons des possibilités de croissance de la filière chanvre en Suisse, des changements nécessaires dans les politiques publiques et des innovations technologiques qui pourraient soutenir son un déploiement généralisé de ses pratiques. Cette investigation cherche à anticiper les transformations potentielles du secteur de la construction et à encourager une démarche proactive chez les acteurs impliqués.

L'objectif de ce travail est de fournir un panorama large des enjeux et des opportunités afin d'intégrer efficacement le chanvre dans la pratique architecturale Suisse. L'ensemble est entraîné par l'idée qu'il est envisageable, malgré les limites actuelles, d'initier des pratiques de construction plus durable et pouvant soulager ses impacts sur l'environnement. Bâtir un monde en adéquations avec les limites planétaires et le respect des écosystèmes vivants est une motivation personnelle mais aussi un enjeu contemporain qui nous concerne toutes et tous.

Les conclusions ne seront alors ni des vérités, ni des certitudes. Elles prendront préférablement la forme de principes et tendances pouvant constituer des recommandations envers le jeune architecte en devenir que je suis.

1.3 - Limites de l'investigation

Je cherche à offrir une perspective honnête et équilibrée sur les facteurs qui peuvent influencer les conclusions et la fiabilité de ma recherche. L'une des principales limites de mon approche réside dans la nature des discussions et des échanges d'informations que j'ai menés principalement avec des individus déjà convaincus des avantages du chanvre dans la construction. Bien que cela m'ait permis d'approfondir certains aspects et d'obtenir des informations détaillées, cette approche peut introduire un biais positif en minimisant les défis potentiels et les perspectives critiques qui pourraient remettre en question l'utilisation du chanvre.

De plus, le domaine du chanvre dans la construction est encore relativement nouveau, avec peu de recul historique et scientifique. Les recherches à long terme sont limitées, ce qui rend difficile une évaluation complète des avantages et des inconvénients du matériau. L'innovation rapide dans ce domaine entraîne une évolution constante des technologies et des techniques d'application du chanvre, introduisant des variables que je n'ai pas pu explorer en profondeur dans cette investigation.

Mes interviews et témoignages proviennent principalement d'un échantillon restreint d'acteurs impliqués dans le secteur du chanvre, ce qui limite la représentativité de mes conclusions. L'inclusion de perspectives supplémentaires, telles que celles des agriculteurs, des régulateurs de politiques de construction et des maîtres d'ouvrage, aurait pu enrichir mon analyse et offrir une vision plus complète des opportunités et des défis associés au chanvre.

En outre, le nombre limité d'interviews que j'ai menées ne peut être considéré comme représentatif de la diversité des opinions et des expériences dans le domaine. Cette restriction pourrait potentiellement conduire à des conclusions partielles et à une vision incomplète du sujet. Pour renforcer la validité de mes résultats, il serait nécessaire d'inclure un échantillonnage plus large et de diversifier les sources d'information.

Le périmètre géographique de mon travail n'étant pas clairement défini, cela introduit une incertitude supplémentaire quant à la portée et à la pertinence de mes conclusions dans différents contextes régionaux. Une délimitation plus précise des zones géographiques aurait été bénéfique pour contextualiser les résultats et identifier les variations régionales dans l'utilisation et la perception du chanvre.

Enfin, bien que j'aie cherché à illustrer mes propos avec des exemples pertinents, la sélection de ces exemples peut introduire un biais en favorisant certains points de vue au détriment d'autres qui pourraient contester mes conclusions. Une approche plus équilibrée nécessiterait l'inclusion de perspectives divergentes pour enrichir l'analyse comparative.

En conclusion, malgré ces limitations, mon investigation a permis de mettre en lumière des faits, des tendances et des opportunités dans le domaine de la construction en chanvre. En reconnaissant ces limites, je m'engage à adopter une approche plus informée dans mes recherches futures.

2 - Implantation :

2.1 - Ressources hors normes

- Dans un contexte extractiviste, le chanvre se positionne comme une ressource à faible empreinte environnementale profitant à diverses économies.

Dans ce chapitre, nous interrogerons le rapport entretenu avec nos ressources. En effet, elles sont indispensables à notre subsistance, à nos pratiques et à notre économie. Toutefois, le choix des matières que nous utilisons, les méthodes employées et la proportion d'usage ont des répercussions qui ne sont parfois pas soutenables. Nous verrons au fil des sujets de quelle manière le chanvre propose une alternative à faible empreinte environnementale tout en offrant des débouchés économiques dans un nombre de secteurs impressionnant.

“Nul ne peut vivre sans ressource, c'est-à-dire sans extraire de son environnement ce qui est indispensable à sa vie. C'est vrai des animaux, des plantes comme des êtres humains. Mais ces derniers disposent d'une capacité incomparable pour extraire une part du monde bio et géophysique et le transformer en ressources dont ils peuvent tirer profit.” [...] “ Une distinction qui n'est pas sans rappeler celle, plus contemporaine, entre extraction et extractivisme, entre une activité indispensable à toute économie de subsistance et un mode d'accumulation de richesses procédant de l'extraction massive de matières premières à un rythme qui ne permet pas ou peu leur renouvellement.”¹

L'emploi de certaines matières, tel que nous le présente le philosophe Philippe Simay, peut cependant se faire à des rythmes contrastant avec les capacités d'un lieu pour se régénérer. Face à l'expansion démographique et à une économie exponentielle, un usage linéaire des ressources est problématique. De manière certainement trop facile : plus nous sommes, plus nous consommons, plus nous extrayons pour satisfaire la demande, plus nous créons de la richesse. Ainsi “tous les humains” en profitent. Mais est-ce réellement le cas ? N'avons-nous pas adopté ce mode de fonctionner sans nous soucier de ses répercussions sur notre environnement ou du clivage social créé par cette frénésie extractiviste ? Qu'en est-il des autres valeurs ajoutées lorsqu'on écarte l'aspect financier ? Et enfin, qu'en est-il de l'inévitable implosion de ce modèle si nous ne considérons pas l'épuisement des ressources qui permettent de l'alimenter ?

Malgré une prise de conscience grandissante, l'attitude extractiviste n'est pas le fruit du hasard et possède une grande inertie. Nous comprenons les enjeux démographiques, économiques, sociaux et individuels face aux besoins de logements, de progrès matériels, de transport et d'augmentation du “niveau de vie”. Ainsi, l'industrialisation et ses produits sont les composantes-mêmes de notre ère et de la manière dont nous avons organisé notre société. Les processus exploitant si bien nos ressources sont le fruit, et bientôt la cendre de ce que nous avons aveuglément co-créé, dansant autour des puits d'où jaillissait le pétrole, chantant joyeusement le progrès.^{2 3}

Ainsi, nous avons modelé un monde unimaginable avant la domestication de l'énergie, du transport, de la chimie. Ces derniers ont fait du “progrès” une tâche particulièrement efficace.

¹ Simay, Philippe. *Bâtir avec ce qui reste. L'Esprit Des Villes*, 2024.

² Blain, Christophe, et Jean-Marc Jancovici. *Le Monde sans fin, miracle énergétique et dérive climatique*. Dargaud., 2021.

³ Carbó, Adrià Budry. « “La fête du pétrole ne va pas durer”, Jean-Marc Jancovici ». *Le Temps*, 22 février 2019.



“La fête du pétrole ne va pas durer”

La raffinerie d'Amuay, à Punto Fijo

“La production nationale n’a cessé de chuter depuis des années”

Carlos Garcia Rawlins/Reuters - 2019

Comme l'explique l'historien écosocialiste Jason Moore, *“le capitalisme ne repose pas uniquement sur l'exploitation du travail « bon marché » mais également, et de manière essentielle, sur l'appropriation d'une « nature bon marché ». [...] “Il n'y a pas de travail humain bon marché sans appropriation d'un travail fantôme qui n'est jamais rémunéré : à savoir le travail domestique des femmes comme celui des esclaves sans lesquels les économies capitalistes n'auraient pu prospérer. Et il en est de même pour les matières bon marché. Ainsi, les multinationales exploitant le charbon ou le pétrole comptent sur le concours de milliards de végétaux et de bactéries pour produire une énergie fossile sans pour autant leur reconnaître un quelconque mérite dans pareille entreprise. De même les fabricants de béton comptent sur les forces géologiques formant les roches sur des centaines milliers d'années et sur le mouvement incessant des océans pour les réduire en grains de sable sans jamais penser devoir quoi que ce soit à ces écosystèmes dans lesquels ils viennent se servir.”* (Simay, 2024)

Suite à cet extrait, devrions-nous conclure qu'il n'existe pas de bonnes ressources ? Que l'idée que la nature est à notre service fait de nous des réducteurs systématiques des milieux où nous puisons ? N'existerait-il alors pas des ressources avec lesquelles nous pourrions interagir sans nuire irrémédiablement ? Est-ce vraiment la nature des ressources, ou plutôt la manière dont nous nous en servons qui est déterminante ? Les impacts induits ne sont plus soutenables, et ils n'auraient certainement jamais dû être tolérés aussi longtemps. Ainsi, nous nous dirigeons, tout en accélérant sans cesse, droit vers une fin de ce que nous avons voulu voir comme un monde plus beau, plus confortable, plus abouti par l'expression de notre génie, et par ce que nous appelons “progrès”.⁴ Ce qui est drôlement incompréhensible en cela, c'est l'évidence implacable du schéma et la remarquable résistance à l'admettre. Nous sommes obstinés par ce modèle, et par le confort à court terme qu'il offre. Est-il le bon moment de nous demander si l'espèce humaine est plus attachée au profit anthropocentré immédiat qu'à la survie globale de milliers d'espèces vivantes et interdépendantes. Et enfin, est-ce vraiment incompatible ?

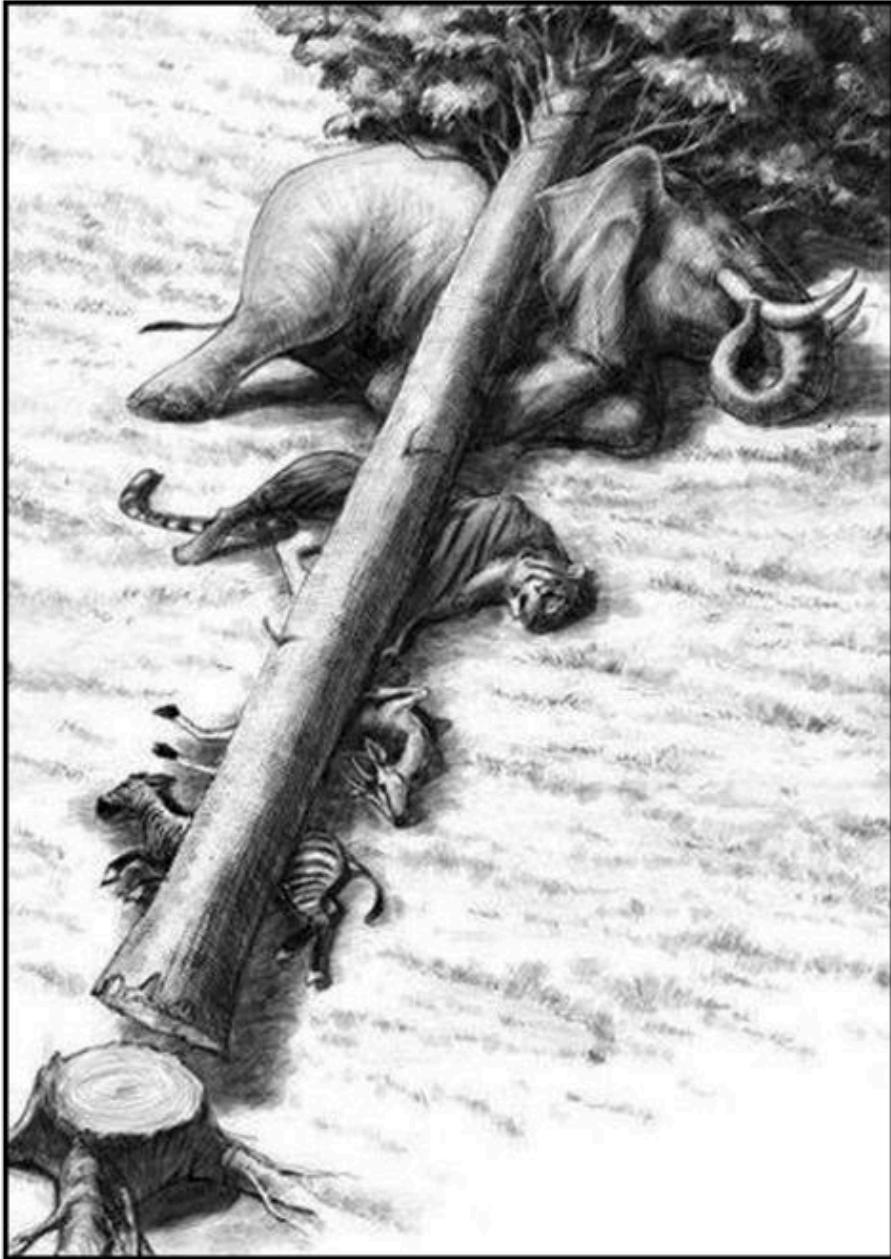
Nous remarquons tout de même une prise de conscience globale. Cela pourrait alors inciter le secteur de la construction (première source de déchets et seconde source d'émission après le transport) à se tourner vers des matériaux et des pratiques plus durables. La démarche de “transition durable” conduit à la redécouverte des propriétés uniques des matériaux naturels. Les savoir-faire associés à l'emploi des matériaux naturels de type géosourcés⁵ ou biosourcés⁶ font ainsi un retour en force.

Cependant, la fâcheuse manie de l'humain à s'appropriier les choses, à les exploiter de manière intensive peut alors nuire au site et aux milieux qui l'entourent, quelle que soit la nature de la ressource. Les forêts par exemple, considérées comme des réserves de bois (pour l'humain) sont parfois réduites à de simples mines végétales. Nos méthodes excellent en indélicatesse envers les ressources avec lesquelles nous interagissons - phénomène qui pourrait aussi s'apparenter à du “braconnage”. Nous comprenons alors que se servir de bois dans une certaine quantité, et d'une certaine manière, peut être totalement amortie par les processus de régénération biologiques naturels de la forêt. Mais lorsqu'on augmente le stress biologique de celle-ci par une récolte plus conséquente, il devient assez intuitif que des actions en retour sont nécessaires pour favoriser sa régénération. Si nous n'y accordons pas suffisamment d'attention, en plus de simplement s'appauvrir progressivement en tant que ressource

⁴ Le progrès technique est l'amélioration des techniques, y compris organisationnelles, qui sont utilisées dans le processus de production des biens et des services. Le concept de progrès technique est toutefois controversé dans les milieux écologistes en raison de certains effets négatifs sur l'environnement du développement technologique tel qu'il s'opère depuis la révolution industrielle.

⁵ Extraits directement de la terre et provenant de ressources minérales naturelles comme la pierre ou la terre crue

⁶ Dérivés de matières premières d'origine biologique et principalement issues de la biomasse animale ou végétale, comme le bois, la paille et le chanvre.



“FALLEN TREE”

Jung Von Matt ; Alster Hamburg - 2007

potentielle pour l'humain, la forêt se dépossède de sa fonction d'habitat pour d'autres espèces, tout perdant les services écosystémiques aériens, terrestres et aquatiques rendus ; malgré nos soins, les limites biologiques et temporelles ne sont pas franchissables. Nous constatons alors que les cultures intensives sont alimentées aux intrants chimiques pour forcer les capacités naturelles (épuisées) de nos sols - et c'est d'ailleurs une méthode que nous pratiquons dans 80% des champs céréaliers de notre petit pays. Il existe ainsi des ressources biosourcées, pas aussi bio que prétendues. De plus, au-delà de la ressource, les matériaux biosourcés ne sont pas nécessairement 100 % naturels et sans impact pour l'environnement. Ils peuvent parfois être transformés, contenir des additifs chimiques en proportions variables ou avoir été transportés sur de longues distances. Dans une démarche de "construction durable", la dénaturalisation de la matière première est un processus qui impacte à la fois le bilan carbone lors de la fabrication du matériau et à la fois la difficulté de traitement en fin de vie. Cette dernière phase peut être en effet dénaturée par l'état polluant du matériau retourné au sol, ou encore par une émission supplémentaire de CO² induite par le traitement.

Pour récapituler, nous retenons que nos besoins sont parfois dissimulés par des envies, lesquelles prennent la forme d'une augmentation de confort et/ou de profit financier. Lorsqu'on écarte les envies, il reste des besoins matériels et énergétiques de subsistance. Dans tous les cas, nous employons des ressources car nous en dépendons. Les matériaux et énergies non renouvelables, comme le terme l'indique, arriveront tôt ou tard en fin de stock. Aussi, l'humain utilise certains matériaux en plus grande proportion que d'autres pour leurs aspects pratiques (pétrole, béton). Ces matériaux demandent de l'énergie pour les étapes leur permettant de passer d'une ressource brute à un produit fini en un lieu d'usage. Selon la nature de la ressource, les procédés qu'elle subit et la sophistication du produit fini, une quantité très variable d'émissions polluantes est produite par l'énergie employée. Nous parlons principalement de polluants aériens tels que les GES⁷ et de pollutions terrestres dues aux intrants lors de l'extraction ou de la restitution de la matière. Il existe des matériaux qui demandent moins de transformation tels que la terre et la pierre, toutefois les manipulations permettant leur emploi sont potentiellement chronophages et énergivores. Si certains sont plus polluants dans certains contextes, il n'y a pas de matériaux moins émetteurs de carbone que d'autres. C'est cependant le volume employé en un laps de temps, le type de processus, l'énergie requise et la pertinence d'usage qui sont déterminants. D'autre part, les ressources végétales sont renouvelables par la succession de leurs cycles de croissance. Mais en les employant, nous avons tendance à perturber leur milieu et cela compromet leurs potentiels de renouvellement. Un soin particulier doit être apporté afin de préserver le milieu de la ressource, en adéquation avec nos besoins de matière. Malgré des processus moins gourmands en énergie, et régulièrement produits localement, ces ressources ne sont toutefois pas à considérer comme 100% naturelles. Choisir l'emploi d'une ressource commence alors par considérer l'ensemble des facteurs liés et induits.

Toujours avec cette conscience croissante des enjeux environnementaux⁸, et par la prise en compte progressive des écobilans dans la production et l'utilisation de ces éléments de construction, les biosourcés ont des tendances fortement appréciables : très peu d'énergie est nécessaire à leurs transformations, ils sont renouvelables et captent le carbone du CO² lors de la croissance par photosynthèse. Les biosourcés apparaissent ainsi comme une véritable alternative aux matériaux de construction industriels insoutenables. La plupart de ces ressources sont disponibles sans forcément

⁷ Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge réémis par la surface terrestre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère est l'un des facteurs à l'origine du réchauffement climatique.

⁸ Les questions qui se posent plus fréquemment : d'où viennent les matériaux, sont-ils principalement capteurs ou émetteurs de CO², comment sont-ils extraits, quelle infrastructure, pour quelle quantité d'énergie, quel effet sur le site de prélèvement, quelle est le degré de raffinement industriel ont-ils subi, quels intrants ou sortants ces processus ont-ils engendré, quelle distance vont-ils parcourir, quelle sera la durée de leur utilisation, auront-ils une seconde vie et sous quelles conditions ?

mettre en péril les fonctions sylvico-agricoles ou la sécurité alimentaire, et pour certaines, sont conçues afin de répondre aux mêmes caractéristiques fonctionnelles, voire en amener de nouvelles.

Selon l'étude menée par le Professeur titulaire de la chaire de construction durable de l'EPFZ⁹, Guillaume Habert, *“Les matériaux biosourcés à croissance rapide peuvent guérir le monde”*. Le titre est en effet un peu fort, mais dans les faits : *“Ils peuvent stocker du carbone en moins d'une décennie et fournir une solution réaliste. Un changement positif peut être créé rapidement en créant à la fois une poussée de l'offre (agriculture) et une traction de la demande par les marchés publics et par une demande réglementaire.”* [...] *“Les produits biosourcés à croissance rapide sont généralement des sous-produits issus des pratiques agricoles. Ce qui manque actuellement, c'est le lien entre les entreprises agricoles et celles du bâtiment.”* [...] *“Cependant, une attention particulière est nécessaire pour éviter la concurrence alimentaire.”*¹⁰

En la matière, le chanvre se positionne comme une ressource particulièrement pertinente. En effet, la plante de chanvre industriel offre plusieurs produits valorisables à 100%. Tous les composants de la plante, séparée en divers éléments avec des procédés mécaniques, sont exploités à travers différentes utilisations. Chacun possède ses propres caractéristiques, qui apportent une valeur supplémentaire aux produits finis. Le chènevis est le nom donné à sa graine ; oléagineuse, elle est notamment riche en protéines, en fibres, en acides gras essentiels, en oméga 3 et 6, en fer et en magnésium. Les inflorescences contiennent des molécules actives d'une grande diversité, avec un maximum de 0,3% de THC, à extraire de la plante. La fibre (30 % à 35 % du poids de la plante) provient de la partie extérieure de la paille ; son utilisation sur différents marchés dépend de sa longueur et de sa qualité. Quant au chènevotte (55 % du poids de la plante) provient de la partie intérieure de la paille, et correspond au bois de la plante qui est découpé de façon à obtenir de petits copeaux.¹¹

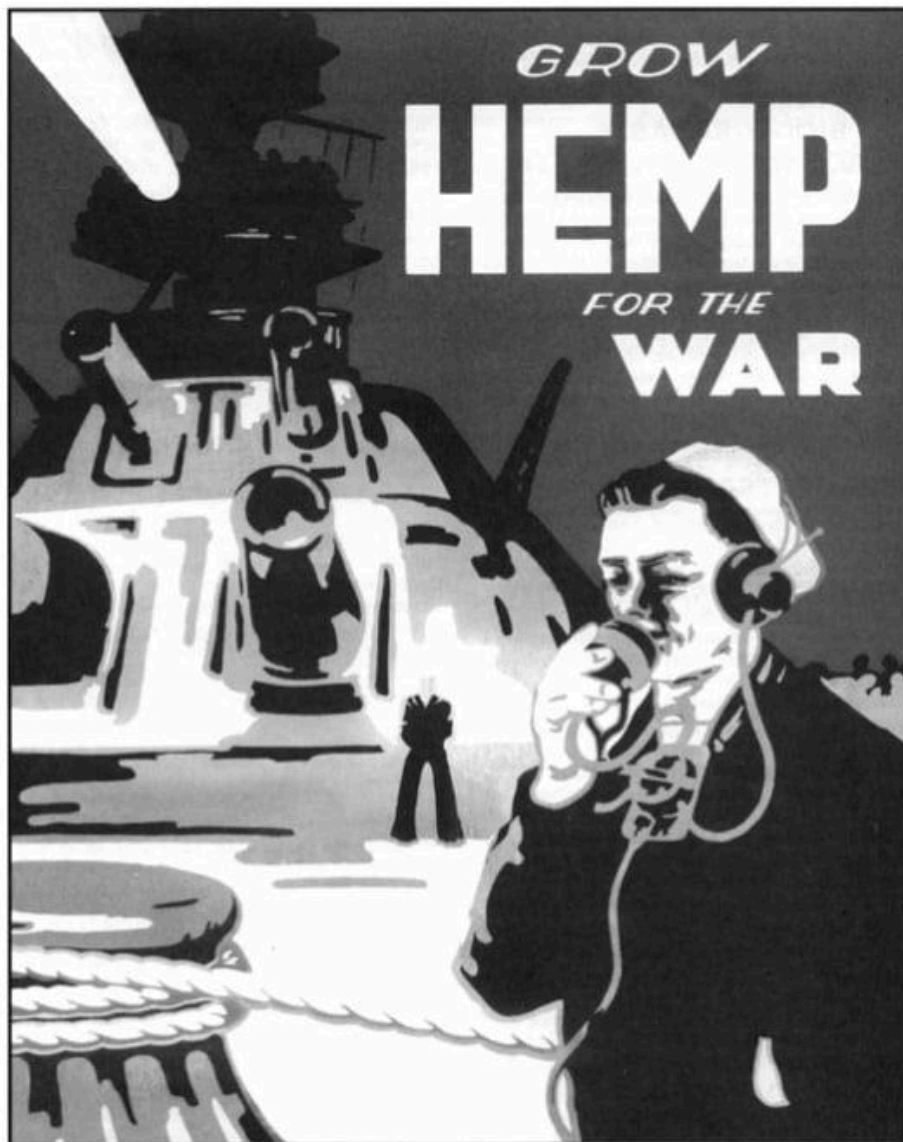
Si ces noms, ou parties, paraissent nouvelles pour certains, il est bon de garder à l'esprit que c'est l'une des premières plantes domestiquées par l'homme en Asie centrale pendant le Néolithique, aux alentours de 8'000 ans av. J.-C. Elle s'est ensuite répandue sur tous les continents au fur et à mesure des conquêtes et des échanges commerciaux, d'abord entre l'Inde et le Moyen-Orient, puis vers l'Europe, sur la fameuse route de la soie - qui a en effet favorisé l'usage d'autres plantes. Ainsi, Gutenberg imprimer la première Bible sur du papier de chanvre en 1455. Les cordages et les voiles de chanvre permirent aux caravelles de Christophe Colomb d'atteindre le Nouveau Monde en 1492. Ou pour ne citer encore que ce dernier exemple illustre, en 1766, la Déclaration d'indépendance américaine fut éditée sur du papier de chanvre. En raison également de sa durabilité et de sa résistance, le chanvre a donc été considéré comme une denrée stratégique par toutes ces civilisations de par ses nombreuses utilisations¹². Comme ce fut aussi le cas, plus récemment, lors du regain d'intérêt pour ce matériau vanté comme écologique et durable lors des deux grandes guerres, notamment dans le but de répondre aux besoins croissants en matière de vêtements et de cordages robustes. Et ce malgré le fait, contradictoire, que son interdiction commençait à se répandre pour des raisons d'ordre sanitaire et éthique. Cette promotion a pourtant aidé à sensibiliser le public à la

⁹ EPFZ : École polytechnique fédérale de Zurich / EPFZ : Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

¹⁰ Habert, Guillaume. « [Les matériaux biosourcés à croissance rapide peuvent guérir le monde](#) ». Batiments et villes, octobre 2021.

¹¹ InterChanvre, La Chanvrière, et Pôle européen du chanvre. « [Construire et rénover nos bâtiments en chanvre](#) », s. d.

¹² Benjamin Franklin ouvrit l'une des premières usines où l'on fabriquait du papier à partir de chanvre. Ce qui permit aux États-Unis de disposer d'une presse libre indépendante de la cour d'Angleterre. Jefferson dira même *“Le chanvre est la première nécessité pour la santé et la protection du pays.”* En 1794, il donne l'instruction suivante à ses hommes: *“Prenez le plus possible de graines de chanvre indien et semez-en partout ; Vous le comprendrez.”* Le chanvre était présent partout. La presse, les drapeaux, les vêtements et les billets de banque étaient imprimés sur du papier issu de la production du chanvre. Même les plus grands artistes, comme Van Gogh peignaient sur des toiles en chanvre.



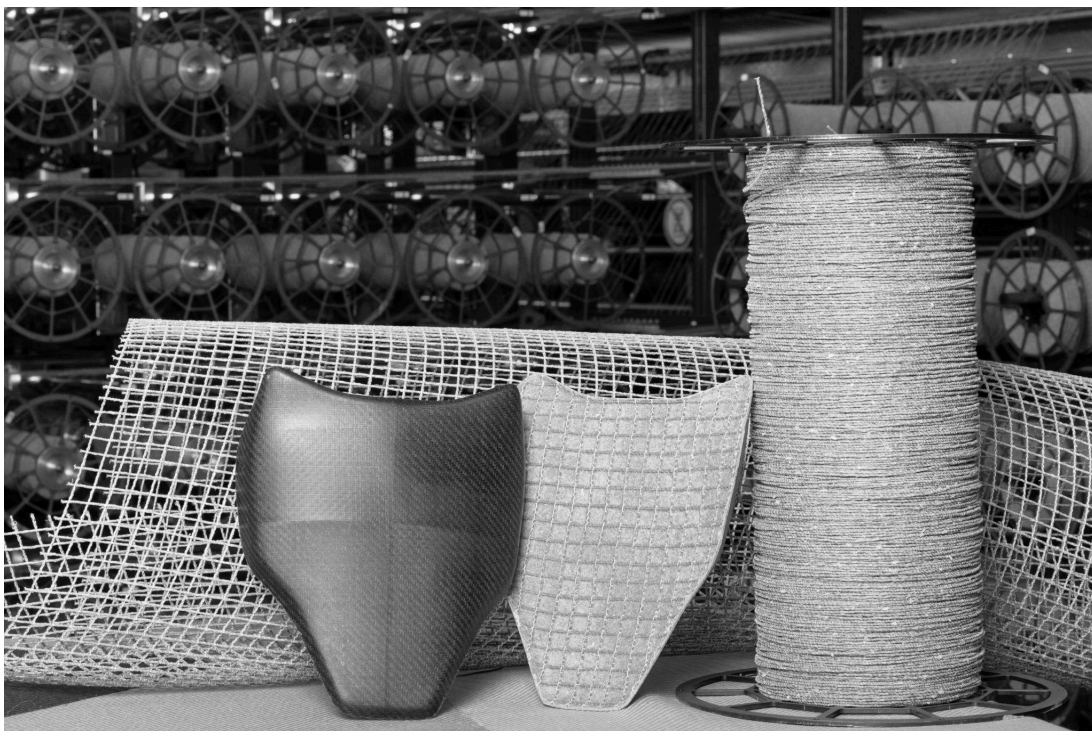
"Hemp for Victory"

Film de propagande fait par le ministère de l'agriculture des États-Unis en 1942 afin de faire face à la pénurie de fibre dans une période où le chanvre était illégal.

polyvalence et aux avantages du chanvre, renouvelant ainsi sa popularité. Une certaine ambivalence s'est cependant installée pour celle que certains surnomment la "reine des plantes."

Son palmarès n'est resté pas moins impressionnant au regard des termes "expérimental" ou "innovant" qui accompagnent communément le sujet à notre époque. Et d'ailleurs, les usages contemporains de cette plante sont aussi divers que variés :

- En agriculture, le chanvre repousse les parasites et est un grand concurrent des herbes sauvages. Son caractère anti-parasite permet aussi de briser certains cycles pathogènes du champ en question. Enfin, il régénère et aère les sols ce qui fait de lui un allié de choix pour un cycle de jachère sans laisser les sols à nu.
- En alimentation, il est un nutriment très riche, non seulement pour l'homme, mais encore pour les animaux. Il faudrait combiner plusieurs aliments et différents suppléments pour obtenir une valeur nutritive aussi exceptionnelle que le chanvre. La liste de ses propriétés nutritives ainsi que leurs vertues métaboliques est si longue que nous ne pouvons entrer dans les détails ici.
- En médecine, le chanvre a de très nombreuses propriétés. Le cannabis médicinal est un marché porteur connaissant de très larges investissements. Il peut soigner les nausées, les vomissements, l'anorexie, la cachexie, les spasmes, les troubles de mouvement, les douleurs, le glaucome, l'épilepsie, l'asthme, la dépendance (paradoxalement) et les états de manque. Des symptômes psychiatriques, des dépressions, des maladies auto-immunes, des inflammations, des troubles tels l'épilepsie et divers syndromes variés comme le cancer.
- En cosmétique, l'huile est extrêmement riche en nutriments et minéraux. L'huile est très bénéfique pour la peau et les cheveux, comme elle peut, d'ailleurs, aider à la cicatrisation.
- En textile, comme mentionné plus haut, le chanvre est 20 fois plus résistant que le coton (dont la culture est rentablement et écologiquement bien loin derrière), et les vêtements ont une durée de vie beaucoup plus longue - sans même parler des alternatives synthétiques.
- En papeterie, un hectare de chanvre produit autant de pulpe que quatre hectares de bois sur 20 ans. Les arbres mettent des années à pousser, alors que le chanvre est annuel et devient mature en l'espace de 4 à 6 mois, alors qu'il faut des dizaines, des centaines d'années pour les arbres.
- En plasturgie, le chanvre pourrait entièrement remplacer la pétrochimie. Imaginez une bouteille de plastique qui se dégraderait en quelques jours, tout en servant d'enrichissement du sol plutôt que de polluer grâce au biopolymères qu'elle emploie dorénavant. Du développement de panneaux naturels aux résines sans additifs, en passant par les matières composites, est en marche une révolution écologique qui semble prometteuse pour une approche radicalement plus intégrée à notre environnement.
- Dans l'industrie, plus généralement, il est encore possible de faire de l'huile de moteur, de l'éthanol comme carburant (ainsi démontré par le constructeur Ford, avec sa "Hemp Body Car", en plastomère de chanvre et de soya), mais aussi des vernis, de la peinture, des lubrifiants et même des résines pour la construction (pas d'amalgame).



“Bcomp - high-performance applications from race to space”

Les fondateurs, docteurs en science des matériaux de l'EPFL, impressionnés par les excellentes propriétés mécaniques des fibres de lin ont commencé à développer des solutions d'allègement durables pour les marchés de la mobilité au sens large.

Aujourd'hui, Bcomp est un leader dans le domaine des composites à base de fibres naturelles pour l'allègement durable. Nos solutions sont utilisées dans les domaines du sport et des sports mécaniques, des intérieurs automobiles, des voiliers de luxe, des ponts et des panneaux de satellite.

Ici, il est question du Lin et non du chanvre, certes, les marchés de textiles naturels high tech existent en Suisse et le chanvre pourrait y trouver sa place.

- Dans la construction, enfin, les fibres et le centre de la tige sont utilisés pour l'isolation. Au-delà de ses propriétés physiques, il est aussi un répulsif naturel contre les micro-organismes et les parasites. De nombreuses parties de la maison peuvent être fabriquées en chanvre soit seul, soit mélangée à de la terre ou encore à de la chaux. Ainsi, il peut être aisément combiné aux structures en bois, contre des matières minérales, mais aussi à des résines pour en faire du mobilier, des revêtements techniques ou encore des panneaux de toiture.

Certains débouchés comme celui du papier, de l'alimentation animale, des litières animales ou du paillage horticole sont aujourd'hui stables avec une valeur ajoutée moyenne. De nouvelles valorisations sont en développement en termes de volume et de valeur ajoutée. C'est le cas des marchés du bâtiment, du textile, de la plasturgie et de l'alimentation humaine et de la cosmétique.¹³ En plus de son impact environnemental positif sur le plan agricole, le chanvre apporte une valeur écologique à tous ses produits finis. Il permet également d'apporter des éléments techniques différenciants (résistance, légèreté, absorption de l'humidité...) et se présente comme une alternative à l'utilisation d'autres matières premières non renouvelables ou plus polluantes.

Sa culture peut être motivée par plusieurs raisons, la principale étant de produire de la richesse à travers de la matière première. Une culture qui est relativement orientée en fonction des débouchés contractuels ; on cultive alors le chanvre dans le but d'alimenter la demande d'un industriel spécialisé dans un type de produit plutôt qu'un autre. Les cas sont nombreux mais nous pouvons constater qu'en Suisse par exemple, l'extrême majorité du chanvre est cultivé pour ses inflorescences permettant un usage récréatif ou médical. La raison en est simple : c'est la partie de la plante qui permet le plus de valeur ajoutée entre sa récolte et sa vente. Les autres parties de la plante sont valorisées par retour au sol, apportant de la biomasse fertilisante.

Dans un but industriel - ce qui est encore à développer en Suisse - les cultures sont sous contrat entre le producteur et le transformateur. Le transformateur est sous contrat avec des distributeurs ; les distributeurs ont besoin de certains produits, et il arrive parfois que certains producteurs aient de la peine à valoriser l'entier des parties de la plante récoltée. C'est ce que nous indique par exemple l'entrepreneur Suisse Florian Meyer qui commercialise des produits dérivés de graines de chanvre.¹⁴ Ses fournisseurs (producteurs) l'approvisionnent en graines puis essaient de revendre les autres parties à l'étranger, car nous n'avons pas de structure permettant leur valorisation sur le territoire helvétique.¹⁵

Ce qui est à retenir ici, c'est que les cultures sont le plus souvent orientées vers un marché en particulier et cela peut, dans certains cas, produire des "déchets de production". Ces parties ne sont pas pour autant des déchets, mais requièrent des débouchés d'usage. C'est de cette manière que le chanvre que nous employons dans la construction peut être considéré comme *co-produit* de l'agriculture. En d'autres termes, le chanvre peut être cultivé de manière économiquement viable dans une certaine perspective tout en offrant, de manière "involontaire" la matière première bénéfique à d'autres marchés. Cette notion de *co-produit* est particulièrement importante lorsqu'on aborde la question de la concurrence foncière alimentaire ou immobilière. La concurrence est le point de friction entre

¹³ InterChanvre, La Chanvrière, et Pôle européen du chanvre. « Construire et rénover nos bâtiments en chanvre », s. d.

¹⁴ Interview de l'ingénieur en mécanique, transformateur et distributeur de produits dérivés de chènevis (graines de chanvre) Florian Meyer à travers l'entreprise Flowhemp

¹⁵ "Il y a une entreprise grandissante (bio) aux Grisons appelée Alpen Pioneer. Leur production est à destination alimentaire, c'est donc le Chènevis (graines) qu'ils utilisent. N'ayant pas de structure de défibrage fonctionnelle en Suisse, la Chênevotte (moelle de la tige) n'est, à ma connaissance, pas valorisée."

l'usage de nos terres dans le but de faire pousser de la nourriture, de faire pousser des matériaux ou de faire “pousser” des abris pour les humains.

L'avantage avec le chanvre, c'est qu'on peut alimenter les trois systèmes simultanément ! En effet, nous pouvons imaginer que les graines soient valorisées à des fins alimentaires, en confectionnant des farines, des Tofu aux protéines de chanvre et de l'huile de qualité supérieure. Les fibres pourraient à la fois être utilisées à la réalisation de papiers spéciaux extra-fins et résistants, dans le textile, comme renfort dans les matériaux composites de haute technologie et pour des laines isolantes, très qualitatives dans le bâtiment (parois, planchers, charpentes). La pulpe de la tige (chènevotte) permet la confection de papier, et ainsi réduire le stress biologique sur les forêts ; le bois de sylviculture économisé pourrait ainsi être privilégié pour des fonctions constructives. Cette chènevotte est valorisée dans le bâtiment (chapes, isolants, remplissages, enduits, mobilier), mais aussi dans les espaces verts et en horticulture (paillage) et dans l'élevage (litières), en raison notamment de son caractère très absorbant. Il constitue une belle opportunité financière et écologique, quel que soit le débouché. Même la poudre organique résultant du défibrage (jusqu'à parfois 10 à 15 % du poids de la plante), parfois considérée comme “perte”, peut être valorisée sous forme de biocombustible compressé.¹⁶ Certes, une multitude de cas sont encore envisageables. Ce qui est toutefois brillant, c'est la possibilité d'alimenter des secteurs variés, tout en possédant une résilience phénoménale quant à sa culture, mais surtout vis-à-vis de l'adaptation des récoltes, qui peuvent ainsi être orientées vers une industrie plutôt qu'une autre lors de variation de la demande, et selon les fluctuations des marchés.

Le chanvre n'est pas un cas isolé ; d'autres végétaux ont des usages multiples dans des secteurs variés. Nous pensons volontiers au bois, qui s'utilise depuis la nuit des temps pour un grand nombre de nos besoins. Toutefois, le bois ne se mange généralement pas, et son temps de croissance est relativement long. Nous pouvons également citer le blé, qui pousse rapidement et permet l'alimentation de nombreuses populations. La paille, co-produit des cultures de blé, permet aussi d'alimenter divers marchés, comme son emploi en tant que litière pour animaux, isolant dans la construction ou, parfois même, des fonctions structurelles. Le chanvre, il est vrai, ne remplit pas de fonctions structurelles telles que la paille ou le bois. Toutefois, il apporte d'autres qualités constructives que les précédents n'ont pas. Le but n'étant pas ici de classer les matériaux ; ils sont indubitablement complémentaires. Au final, c'est l'adaptabilité des conditions agricoles et la multitude de marché que le chanvre est capable d'alimenter qui sont remarquables. Mais la question de la disponibilité se pose.

Afin de déterminer la capacité de nos territoires à alimenter une transition vers des matériaux de construction végétaux, l'étude “Disponibilité de terrains en Europe pour un changement radical vers la construction biosourcée” estime les potentiels de quatre ressources végétales qui sont: le bois, la paille, le chanvre et le liège. L'étude prend en compte une temporalité alignée avec les besoins et les objectifs de neutralité carbone du parc bâtis pour 2050. L'étude conclut que la paille est la ressource la plus recommandée, relativement à l'implantation répandue de sa culture. De plus, le co-produit offert par la culture de blé peut ainsi être valorisé au-delà des litières pour animaux. “Son utilisation pour la construction ne modifierait pas la superficie des terres utilisées ni l'intensité de la production de blé. Cela apporterait cependant une valeur économique supplémentaire aux agriculteurs”. Le bois possède un réseau d'infrastructure avancé et les pratiques y sont accommodées. Cependant, étant donné que d'autres secteurs s'orientent également vers une utilisation accrue du bois, il est probable que la concurrence pour les ressources sylvicoles s'accroisse. Cette tendance peut devenir problématique à long terme. D'autre part, il est mentionné que les matériaux à croissance rapide, la paille et le chanvre,

¹⁶ Meyer, Florian. « FLOW NRJ “L'énergie au service de la nature” ». MSc HES-SO en Integrated innovation for product and business development - Innokick, 12 janvier 2024.

permettent une construction à bilan carbone négatif, tandis que la construction en bois est moins efficace à court terme en matière de stockage carbone, en raison de cycles de croissance plus longs. La relation entre le parc immobilier et les terres disponibles pour la culture du chanvre et du liège est plus complexe en raison d'une concentration locale de ces ressources dans quelques régions uniquement.¹⁷

Ainsi, au-delà des notions de durabilité discutées dans la première partie du chapitre, et les notions de disponibilité de ce dernier, nous constatons que le chanvre apporte de la matière première auprès de multiples économies. Dans de multiples cas, il permet de substituer certains matériaux qui ne sont plus souhaitables par les impacts qu'ils induisent. Dans de prochains chapitres, nous aborderons le chanvre pour ses usages plus spécifiques en tant que composant de construction.

¹⁷ Goeswein, Verena, Jana Reichmann, Guillaume Habert, et Francesco Pittau. « [Disponibilité de terrains en Europe pour un changement radical vers la construction biosourcée](#) », 18 janvier 2021.

2.2 - Le chanvre tel un antidote émergent

- Face aux aspects malsains, énergivores et insoutenables dans le temps des secteurs industriels et de la construction, le chanvre propose un antidote prodigieux en économisant la terre tout en régénérant les sols.

Nous l'avons vu au chapitre précédent, nos modes de vie requièrent beaucoup de ressources matérielles. Cette matière est extraite de la nature, puis adaptée à l'emploi par le biais de procédés énergivores. Nous dépendons de cet environnement naturel, car il régénère les éléments que nous employons, tant pour notre survie, que pour bâtir notre société et l'économie qui l'accompagne. Nous observons que nos modèles d'extraction et d'emploi de la matière nous emmènent droit dans une impasse.¹⁸ L'étude "Global human-made mass exceed all living biomass", publiée en 2020¹⁹, démontre qu'actuellement l'anthropomasse dépasse l'ensemble de la biomasse du globe. En d'autres termes, nous avons franchi, il y a peu, un seuil d'artificialisation par les actions humaines supérieur à la quantité de masse d'organismes vivants naturels. Lorsque nous regardons en proportion les usages de ces matériaux dénaturés, ce sont sans surprise les matériaux de construction qui occupent la première place sur le podium des matières mortes - pour ne pas dire mortelles. Comme l'énonce Philippe Simay, dans une interview de la RTS, "Ces matières premières viennent de plus en plus loin, dans des régions où l'on ne souhaite pas trop regarder car les conditions d'extractions sont extrêmement violentes." Par le biais d'études, de bilans, mais aussi par l'expression des dérèglements sous forme d'événements climatiques catastrophiques, nous nous rendons compte qu'il est temps d'en changer. Le bâtiment est un secteur clé pour agir. Il est ainsi envisagé de réduire son impact en limitant l'énergie et l'influence néfaste des matériaux qu'il emploie. Les matériaux biosourcés tels que le chanvre, se présentent comme une alternative prometteuse.

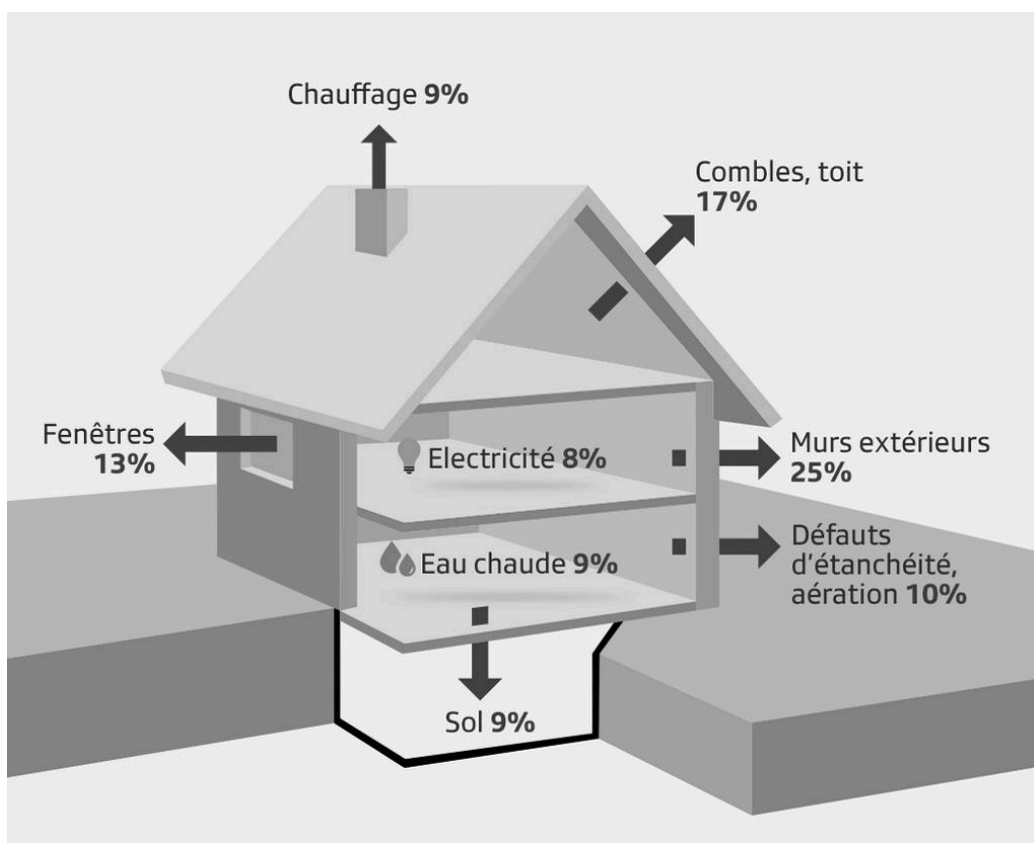
« On ne change jamais les choses en luttant contre la réalité existante. Pour changer quelque chose, il faut construire un nouveau modèle qui rende le modèle existant obsolète. » Buckminster Fuller

Ne parlant plus "d'extraction" de la matière, mais de sa culture, le chanvre est considéré comme un végétal à croissance rapide ; son stock de matière utile se renouvelle d'année en année, produisant un volume de biomasse abondant et valorisable dans divers secteurs.²⁰ Par son emploi dans différents composants de construction, il peut alors se présenter comme un antidote face aux besoins du secteur de décarboner son parc bâtis. En effet, le chanvre offre des solutions qui agissent de plusieurs manières, et simultanément, envers divers enjeux précédemment cités. Cependant, nous allons voir dans quelle mesure le cadre légal et les stratégies des politiques brident le potentiel de cette matière pour répondre aux objectifs.

¹⁸ "Nous assistons aujourd'hui à une véritable inversion de la promesse architecturale : à force d'accumuler édifices et infrastructures, plus aucune chance n'est laissée au monde d'être monde. Il ressemble à « un monceau de choses disparates auquel chaque individu isolément serait libre d'ajouter un objet ». Faute de penser ce que serait une architecture de la relation, qui tisserait les liens essentiels à la préservation de la vie, la multiplication des chantiers de construction épuise le monde. Elle le diminue, le fatigue, le rétrécit, au point de tous nous priver de place, humains comme non-humains. Prise au piège du paradigme extractiviste, l'architecture rend le monde proprement inhabitable en développant de façon efficace, mais non sans élégance, un art de creuser sa tombe." - Philippe Simay

¹⁹ Elhacham, Emily, Liad Ben-Uri, Jonhatan Grozovski, Yinon Bar-on, et Ron Milo. « Global human-made mass exceed all living biomass ». *Nature*, décembre 2020.

²⁰ Nous constatons une nette différence avec des matériaux qui demandent des mécanismes sophistiqués afin d'accéder à la matière enfouie dans le sol. Les métaux, les roches, les graviers, les sables, mais aussi le pétrole constituent des exemples suffisants pour se faire une idée des procédés d'extractions complexes et gourmands en énergie. La terre est une ressource de plus en plus utilisée, s'en fournir ne demandant que le fait de creuser, et sa transformation étant plus commode. Toutefois, son caractère variable, changeant de propriétés de gisement en gisement, en fait une ressource qui n'est, du moins en Suisse, pas encore adoptée massivement dans le secteur de la construction. Nous pourrions aussi discuter de sa renouvelabilité, étant donné que son stock est de quantité finie.



“Où disparaît l’énergie d’une maison”

SuisseEnergie

Nous avons vu les enjeux, voici les stratégies qui permettrait d'y répondre de manière efficace :

- Réduire l'énergie grise et l'impact des matériaux employés.²¹ Cela se traduit par la limitation au maximum de l'emploi de matériaux énergivores, émetteurs de CO² et polluants lors de leurs création, emploi et fin de vie.
- Réduire l'énergie opérationnelle des constructions.²² Cela se traduit par la limitation au maximum de la quantité d'énergie consommée par un édifice lors de son exploitation, relativement aux émissions de CO² qu'elle représente.

La remarque peut paraître simple ; nous allons voir de quelle manière l'application se retrouve plus complexe. En effet, nous ne pouvons pas agir de la même manière selon les situations - dont les plus courantes seront abordées successivement.

Les édifices protégés invoquent des critères de rénovations qui leur sont propres. Ces critères varient selon le degré de protection. Toutefois, certains paramètres semblent communs à ce cas de figure. L'aspect esthétique des façades, ainsi que la matérialité sont, dans la majeure partie des cas, considérés comme devant être conservés. La démolition, pour une reconstruction avec des matériaux neufs, est particulièrement défavorisée. Ainsi, la rénovation, tant structurelle que énergétique, se fait, dans la majorité des cas, de manière "soucieuse", ainsi qu'en employant des stratégies conservant l'aspect d'origine et évitant les matériaux qui contrastent avec l'ancien. Il se peut qu'un édifice en question emploie des matériaux contemporains, qui seront alors associés à des méthodes d'intervention contemporaines. Toutefois, lorsque cela n'est pas le cas, et que l'édifice est réalisé avec des matériaux nobles, la remise au normes fait appel à des techniques anciennes auprès de matériaux qui n'étaient pas réputés pour leurs efficacité thermiques. Selon l'ingénieur et architecte Laurent Mouly, *"le chanvre est imbattable dans ce contexte. Ses propriétés respirantes, ainsi que son incroyable agilité pour s'adapter aux supports et aux géométries en font une ressource hors concurrence. De plus, la nature et l'aspect du matériau s'associent merveilleusement avec les constructions anciennes. Ce qu'il faut retenir ici, c'est le besoin de rendre ces constructions efficaces thermiquement sans dénaturer les principes et aspects constructifs considérés comme patrimoine."*

Dans la rénovation, les édifices contemporains - particulièrement les édifices construits en grand nombre et rapidement, entre autres, suite aux conditions d'après-guerre - sont communément appelés "passoires énergétiques".²³ Les règlements en vigueur au temps de leur réalisation diffèrent largement du modèle optimal actuel. Ainsi, tant les matériaux que les méthodes constructives ne correspondent pas aux deux principes de réduction cités plus haut. De ce fait, ces constructions sont sujettes à des interventions qui sont, d'une part, orientées vers le remplacement des infrastructures énergétiques - principalement le chauffage. D'autre part, vers l'isolation de l'enveloppe permettant de conserver l'énergie calorifique à l'intérieur de la construction.²⁴

²¹ L'énergie grise est la quantité totale d'énergie primaire non renouvelable nécessaire pour tous les processus en amont, depuis l'extraction des matières premières jusqu'aux processus de fabrication et de transformation, ainsi que pour l'élimination, le transport et les moyens auxiliaires compris. L'énergie grise peut également être appelée "dépense d'énergie non renouvelable cumulée" (SIA 2040)

²² L'énergie consommée par le bâtiment lors de son fonctionnement.

²³ Les "passoires énergétiques" sont des bâtiments construits à une période où le consensus pensait que l'énergie était illimitée, en plus d'être peu coûteuse. L'isolation thermique et l'économie énergétique n'étaient pas des thématiques très développées, donc loin d'être au centre des discussions.

²⁴ Vulgairement, boucher les trous de la passoire.

La diversité des stratégies amène à des résultats parfois questionnables en termes de durabilité, et ce bien qu'elles correspondent au cadre réglementaire. Nous verrons plus tard en détail en quoi ces méthodes adéquates au règlement peuvent, dans certains cas, produire un “pic de CO²” contraire à la démarche escomptée.²⁵ Ici encore, le chanvre intervient alors comme une alternative de choix, en apportant des composants aux propriétés isolantes sans constituer un pic de carbone démesuré. En effet, c'est le risque qui se présente avec les isolants minéraux et pétro-sourcés, plus énergivores lors de leurs productions. Au contraire, séquestrant du carbone dans le bâtiment, les composants issus de chanvre (laines et chènevotte) ont tendance à réduire le bilan d'un ouvrage. De plus, étant léger et autoportant, la structure est rarement remise en question. En Suisse, sur un total d'environ 1,7 million, plus d'un million de maisons sont mal isolées, ou ne le sont pas du tout. Ce qui entraîne des pertes de chaleur importantes. D'après les moyennes²⁶, une isolation peut éviter jusqu'à 61% la déperdition d'énergie opérationnelle d'une construction²⁷. Et si, dans la même intervention, nous pouvons réduire le bilan carbone en employant des matériaux qui en séquestrent, les objectifs sont doublement satisfaits.

Une construction existante n'est parfois plus conforme aux attentes ou besoins d'un propriétaire.²⁸ L'édifice est alors démolé, puis un nouveau est bâti à la place de ce dernier. Sans discuter de la multitude de cas ou de raisons rentrant dans cette catégorie, ce qui est ici soulevé est le phénomène matériel qui se produit.²⁹ D'un côté, de nouvelles ressources sont extraites pour la construction de l'édifice neuf. Et d'un autre, les matériaux qui composaient l'édifice démolé sont alors, dans la majorité des cas, réduits à l'état de déchets non valorisés. Néanmoins, les qualités de ces derniers, en tant que composants constructifs, auraient permis de remplir leurs fonctions pour un période élargie. Ainsi, les objectifs sont “doublement insatisfaits”. Cela se manifeste par une quantité de matière représentant un capital de CO².equ.embarqué “gaspillé”, et un nouveau capital pour la même parcelle est induit par l'acheminement embarqué de nouvelles ressources.³⁰ Le chanvre apparaît comme une opportunité de porter l'édifice prévu d'être démolé à la hauteur de normes énergétiques, de confort et d'aspect permettant un emploi prolongé dans le temps. Mais si cela n'est pas la volonté du M.O., pour des raisons programmatiques ou de rentabilité locative, l'emploi de chanvre peut alors être amplement favorable à la construction nouvelle, afin de réduire le bilan d'énergie embarquée par les nouveaux matériaux.

²⁵ Habert, Guillaume, Alina Galimshina, Maliki Moustapha, Alexandre Hollberg, Sébastien Lasvaux, et Bruno Sudret. « Stratégies pour une rénovation robuste des bâtiments résidentiels en Suisse ». *Nature communication*, 20 février 2024. : “Cependant, un nombre croissant d'études soulignent qu'un taux de rénovation élevé peut aggraver l'impact climatique du cycle de vie si les émissions de GES intrinsèques liées aux matériaux utilisés pour la rénovation ne sont pas prises en compte.”

²⁶ “Figure: Où “disparaît” l'énergie d'une maison”, Swissinfo.

²⁷ Les cas sont très variés, les valeurs sont indicatives, le calcul est simplifié.

²⁸ Pittau, F. « Conséquences environnementales de la rénovation par rapport à la démolition et à la reconstruction : une évaluation comparative du cycle de vie d'une étude de cas italienne ». *Earth Environ*, s. d.

²⁹ Très souvent, la perception qu'a le propriétaire des avantages en termes de coûts et d'exploitation (ou des opportunités de transformation profonde) conduit à préférer la démolition et la nouvelle construction plutôt que la rénovation. Cependant, dans un contexte d'attention croissante portée aux impacts des bâtiments sur l'environnement, il n'est pas possible de négliger, dans les processus décisionnels, les données issues de l'évaluation environnementale des différentes options. Les solutions optimisées avec des matériaux non conventionnels présentent des épaisseurs d'isolation plus élevées et, par conséquent, une consommation d'énergie pour le chauffage plus faible, ainsi qu'un GWP plus faible. Ce qui indique que de telles solutions sont non seulement respectueuses du climat, mais réduisent également la consommation d'énergie.

³⁰ Certaines constructions neuves nécessitant une démolition préalable se “justifient” par des raisons multiples qui ne sont pas approfondies ici. Encore, dans certains cas, les composantes de l'édifice démolé sont réemployées ce qui n'en fait pas des déchets et permet de valoriser de la matière qui substituera l'extraction d'une nouvelle. De même, la construction “neuve” peut être issue de composants réemployer, ce qui allège l'impact environnemental qu'aurait nécessité leurs confection. Enfin, le terme “double” n'est pas à prendre au sens mathématique du terme.

Les constructions neuves, qui s'opèrent sur un terrain nu, ont un avantage majeur. Indépendamment d'une construction antérieure, les équipements énergétiques performants peuvent être directement intégrés à la construction. Le choix des matériaux peut être, lui aussi, orienté librement par une volonté de limitation de l'empreinte environnementale, sans avoir à collaborer avec un contexte vétuste. L'artificialisation des sols, et la concurrence foncière que cela implique sont toutefois questionnables, dans un contexte qui ne cesse de crier l'envahissement du bâti au détriment du végétal. Ici n'est pas l'intention de bannir toutes nouvelles constructions, mais de questionner par quels moyens et à travers quelles volontés elles s'inscrivent. En effet, le cadre réglementaire évolue en faveur de constructions plus respectueuses de l'environnement. Les phénomènes de matières observés indiquent une tendance favorable à privilégier les rénovations aux constructions neuves.

Si la question "faut-il rénover ou construire neuf ?" fait appel à une multitude d'enjeux, il est cependant assez clair que, d'un point de vue carbone, la rénovation l'emporte.³¹ La structure représentant en moyenne 50% des émissions d'un bâtiment neuf, l'argument qu'il apporterait une meilleure performance énergétique pour son utilisation dans le temps, par ses équipements, est discutable. Cependant les émissions sont critiques dans le contexte immédiat. La différence de performance opérationnelle serait diluée dans le temps, pour des émissions réduites par la généralisation de l'énergie décarbonée. Lors d'une construction neuve, l'énergie opérationnelle est probablement mieux maîtrisée, mais il y a une émission spontanée pour sa structure - ce qui n'est pas le cas pour une rénovation. La seconde observation porte sur le facteur économique, qui est malheureusement décisif pour trancher entre les deux modes d'intervention. En espérant que les mesures de décarbonation de l'énergie aboutissent, si les besoins de ressources opérationnelles peuvent représenter un écart entre les deux stratégies, les émissions respectives seront les deux proches de zéro et cela que la consommation soit simple au double. Par contre, les coûts pour se procurer une quantité ou une autre d'énergie ne seront pas les mêmes. Les reconstructions sont souvent une opportunité pour le maître d'ouvrage de construire plus grand, avoir une meilleure maîtrise des coûts et, in fine, une meilleure rentabilité de l'opération, vu qu'il n'est pas imputé par l'énergie embarquée que requiert sa démarche. D'un point de vue économique cela fait sens, d'un point de vue carbone, pas du tout.

Si la structure représente la plus grande part des émissions d'une construction neuve, l'isolation est quant à elle représentative d'une faible fraction du bilan. Lors d'une rénovation, comme la structure et d'autres composants sont déjà présents, l'isolation est le premier poste d'émission. De ce fait, il est moins choquant pour les observateurs de voir l'impact de polystyrène dans le bilan d'une construction neuve que s'il avait représenté le bilan d'une rénovation. Mais encore, si l'on compare une rénovation effectuée avec un matériau pétrosourcé comme le polystyrène ou avec un matériau biosourcé comme le chanvre, la différence est cette fois mieux perceptible. Alors mieux vaut-il démolir ou rénover ?

Avec le point suivant, nous verrons qu'il vaut mieux rénover avec des matériaux biosourcés que du polystyrène pour éviter les émissions lors de la rénovation. En Suisse, plus d'un million de maisons – sur un total d'environ 1,7 million – sont mal isolées, ou ne le sont pas du tout. Ce qui entraîne des pertes de chaleur importantes.³² Ces constructions pourraient, afin d'œuvrer en faveur des objectifs convenus lors de l'accord de Paris, bénéficier d'une stratégie d'assainissement au lieu de provoquer l'extraction d'une quantité phénoménale de matière, pour les reconstruire en un peu plus grand. D'autre part, les émissions liées aux matériaux d'isolation permettant un assainissement pourraient amplement être limitées par l'emploi de matière biosourcée, capturant le CO₂ émis par son emploi lors d'une prochaine croissance, la saison suivante.

³¹ Guillaume Habert, Interview "4 mythes sur la construction", Circular Métabolisme, Novembre 2023

³² Jorio, Luigi. « [Un siècle pour rénover tous les bâtiments en Suisse](#) ». Swiss Info, janvier 2020.

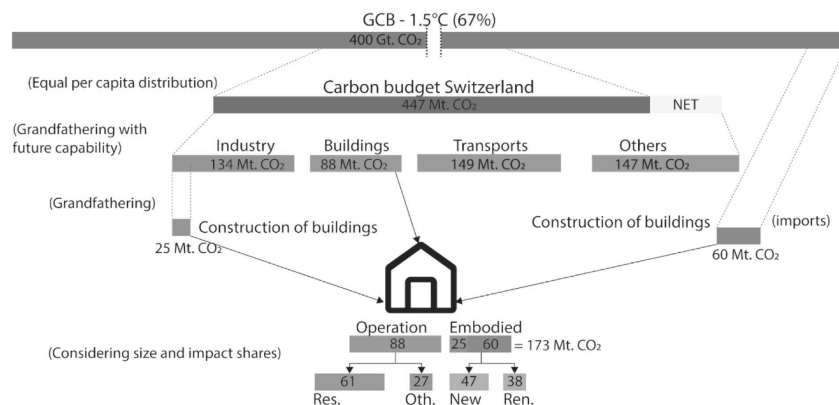


Figure 2.1.5 - C Définition du budget à l'échelle mondiale jusqu'aux activités nationales, sectorielles et de construction du parc immobilier suisse.

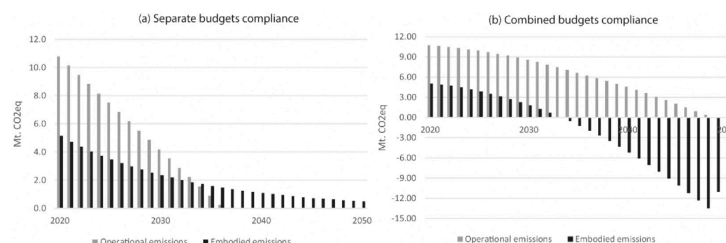


Figure 3. Voies de réduction des émissions nationales opérationnelles et intrinsèques conformément à un budget de 1,5 -C en considérant les budgets opérationnels et intrinsèques séparément (a) ou combinés (b) de 2020 à 2050.

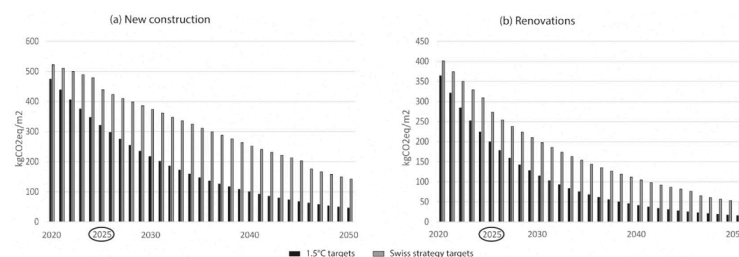


Figure 4. Objectifs carbone initiaux incorporés pour les nouvelles constructions (a) et les rénovations (b) de bâtiments résidentiels en Suisse de 2020 à 2050, conformément à la fois à un budget de 1,5 -C et à la stratégie climatique suisse.

“Explorer l'écart entre les bâtiments compatibles avec le budget carbone et les solutions existantes”

Elsevier - Energie des batiments

Par ailleurs, dans l'étude "Explorer l'écart entre les bâtiments compatibles avec le budget carbone et les solutions existantes", il est question de comparer les mesures en cours :

"Bien que de nombreux progrès aient été réalisés vers des bâtiments économes en énergie, moins d'attention a été accordée à l'impact des matériaux mis en place. De plus, le secteur de la construction manque d'efforts de réduction quantifiés et de limites temporelles pour définir clairement une voie de neutralité climatique.[...] Les écarts entre les objectifs et les pratiques sont quantifiés et discutés pour mieux comprendre les défis à venir du secteur suisse de la construction." ³³

De plus, "les pratiques actuelles, ainsi que les réductions futures de l'impact des matériaux et de l'approvisionnement en énergie sont identifiées dans la littérature et leur impact actuel ou potentiel de réduction a été évalué et cartographié par rapport aux objectifs. Les résultats montrent qu'un écart important existe aujourd'hui et persistera en 2050. Cet écart ne peut être comblé en s'appuyant uniquement sur l'amélioration future des matériaux et de la production d'électricité. En outre, le potentiel de stockage du carbone dans les matériaux utilisés dans notre parc immobilier est indispensable pour faire face au besoin urgent à court terme de réduire les émissions de CO² de l'atmosphère et ainsi limiter le réchauffement climatique à moyen terme." ³⁴

Le bilan est sans appel, un manque de cohérence pratique est évident, notamment dans le secteur suisse de la construction. Actuellement, aucun cadre normatif, ni aucune limite juridiquement contraignante n'est en place pour contrôler et limiter les émissions du cycle de vie des bâtiments ; "même s'il n'existe pas d'objectifs carbone juridiquement contraignants dans le secteur suisse de la construction, peu de recommandations, de labels et d'études tentent de formuler de tels objectifs. La trajectoire d'efficacité énergétique SIA 2040 fixe des objectifs pour les bâtiments divisés par typologie et séparés en objectifs d'exploitation, de construction et de mobilité. Les valeurs proposées sont basées sur des travaux menés dans les années 1990 et ne sont pas alignées sur les objectifs climatiques actuels." ³⁵ "Le label complémentaire Minergie-ECO propose à la place, entre autres, des objectifs d'émissions intrinsèques de la construction" ³⁶, mais le lien avec les objectifs climatiques globaux n'est pas clair. Il faut noter que les améliorations potentielles d'ici 2050 reposent ici uniquement sur des améliorations techniques dans la production de matériaux selon un inventaire statique de propriétés des matériaux selon la KBOB³⁷, venant d'un temps dépassé. Aucune autre stratégie telle que des changements de matériaux, mesures de suffisance,... n'est malheureusement envisagée. En outre, il n'existe aucun cadre réglementaire pour imposer des limites à l'impact intrinsèque des bâtiments. D'autre part, les répercussions de l'extraction et de la fin de vie des matériaux manquent, elles aussi, à une démarche favorisant la neutralité d'impact d'une construction sur l'environnement naturel.

Le chanvre est par l'addition de toutes ces raisons fortement délaissé. Cependant, la prise en considération de manière systématique de l'énergie embarquée des matériaux favoriserait les matériaux bio-sourcés dans les constructions. Utilisé pour augmenter les performances énergétiques d'un bâtiment, qu'il soit neuf ou rénové, cette démarche favorise de faire une réduction de l'énergie opérationnelle. De plus, les matériaux biosourcés permettent, au-delà de leurs processus de croissance,

³³ Prioré, Yasmine Dominique, Thomas Jusselme, et Guillaume Habert. « Explorer l'écart entre les bâtiments compatibles avec le budget carbone et les solutions existantes – Une étude de cas suisse ». Elsevier - Energie des batiments, octobre 2022.

³⁴ Idem. 32

³⁵ YD Priore, T. Jusselme, G. Habert, Dérivation des budgets carbone mondiaux pour l'environnement bâti suisse, J. Phys. Conf. Ser. 2042 (2021).

³⁶ Minergie Suisse - [Zertifierungsstelle Minergie-ECO, Berechnung der Grauen Energie und der Treibhausgasemissionen bei Minergie-ECO, Minergie-P-ECO et Minergie-A- ECO-Bauten](#), 2021.

³⁷ Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics KBOB

de séquestrer une quantité de carbone imputable au bilan d'une construction. Cela permet par exemple aux constructions de se rapprocher d'une neutralité nette carbone par d'autres moyens que l'emploi de panneaux photovoltaïques ou de stratégies de compensations douteuses à l'étranger. Le chanvre en particulier, séquestre autant de CO² qu'un hectare de forêt dans un temps égal.³⁸ Il est toutefois plus simple à mettre en place dans les temps courts à disposition en vue des objectifs. Il produit annuellement ce qui offre une disponibilité continue sans avoir à patienter jusqu'à la maturité d'un arbre. Cependant, malgré les atouts que ce matériau représente sur différents facteurs, il est difficile de les intégrer relativement aux stratégies réglementaires lacunaires.

La DIREN du canton de Vaud par exemple indique en 2023 à travers son plan **ROSEN**, *“Voici les outils nécessaires pour accompagner la société vaudoise dans une transition énergétique indispensable en vue d'atteindre les engagements climatiques fixés”*. À travers ce plan, ils encouragent à **Réduire** la consommation d'électricité au m², **optimiser** l'exploitation énergétique, **substituer** certaines énergies de chauffage tel que le mazout, le gaz et les chauffages électriques remplacés par de **l'énergie** verte. La construction qui s'y conforme obtient une “lettre colorée” sur une étiquette CECB. Pas d'engagement supplémentaire concernant les solutions dont fait partie le chanvre, c'est-à-dire les matériaux à faible impact carbone, à carbone négatif ou encore les matières régénératives. Bien qu'ils connaissent leur existence et reconnaissent le besoin d'agir, “l'énergie grise est une problématique émergente” selon la DGE-DIREN . Cela évoque de leur part un talent remarquable à se soustraire à moitié des efforts requis face aux objectifs.

Manifestement, une sorte de greenwashing émane de cette stratégie prétendant être “le fleuret” de nombreuses réflexions du département responsable, justement, de faire que la durabilité soit une démarche efficacement appliquée.

Premièrement, nous avons cette déconsidération de l'énergie grise, puis il y a aussi une tendance à regarder la durabilité d'un regard un peu étroit. Certes, il y a la question du dioxyde de carbone, or cette mesure s'inscrit plus généralement dans le cadre des gaz à effet de serre (GES). Ces gaz ont un potentiel de réchauffement climatique (GWP) et ce réchauffement affecte nos écosystèmes de manière désastreuse. Cela me donne le sentiment que les engagements de l'État, malgré lui, ont tendance à cloisonner les facteurs et ramener tous les maux du changement climatique au “carbone” en omettant 50% de ses causes et, par habitude, de délaissier les répercussions multiples et interdépendantes de la dégradation des milieux naturels. L'emploi massif d'énergie, mais aussi divers types de matériaux polluants mettent en péril, de manières très variées, nos “organes naturels de régulation” que sont, entre autres, les océans, les forêts, mais aussi toute la vie qu'ils abritent. Dans la même inertie, une mise en péril indirecte de nos sols, ressources agricoles, sécurité géopolitique et santé économique des occupants. Ce phénomène a fait naître l'expression “carbon tunnel”. Un terme qui est utilisé pour désigner une focalisation simple et excessive sur le CO², parfois au détriment d'autres aspects environnementaux et sociaux importants.

³⁸ “Les véritables forêts sont donc progressivement remplacées par des plantations monospécifiques. Leurs sols ne sont plus fait d'un humus vivant mais reconfigurés comme des plateaux techniques assurant les rendements. Constituées d'arbres du même âge cultivés en pépinières puis plantés en futaies régulières, ces plantations facilitent les coupes rases, à des rythmes toujours plus rapides. On assiste ici à un véritable processus de « vassalisation » du bois qui relègue les forêts au statut de gisements et les gardes forestiers au rang de techniciens au service de l'industrie. Sans parler de la perte de biodiversité, de l'altération des paysages, de l'uniformisation des goûts et l'oubli des savoir-faire.” -Philippe Simay

Nous nous reposons aujourd'hui sur les labels qui érigent leurs propres critères, s'appliquant dans des cahiers de charges privés. Ces labels³⁹ s'inscrivent certainement dans une démarche "positive", mais ont parfois, selon le témoignage de l'architecte Elsa Coudraie, une vision réductrice ne permettant pas de considérer certaines démarches de manière dynamique. Par exemple, "un bâtiment en terre crue peut se faire refuser un label car le radier ne contient pas assez de béton recyclé." Ou encore que "avec certaines dynamiques thermiques et hygrométriques, l'HVAC⁴⁰ peut se retrouver superflu et ce gain économique n'est pas valorisable dans la vision rigide et stérile des labels." Elle pense que certaines recettes aveugles appliquées par les facteurs des labels ne prennent pas en compte les associations intelligentes.

Pour récapituler, nous avons un potentiel inexploré, ou du moins non contraint, de réduction de l'énergie dans le bâtiment. Il n'y a pas de seuils contraignant l'empreinte carbone appliquée à l'énergie grise des matériaux, telle que les seuils appliqués à l'énergie opérationnelle. La vision des matériaux employés observe leurs performances physiques et ne considère peu ou pas leurs aspects émissifs de polluant pendant l'usage du bâtiment, tout comme les étapes précédant et succédant à cet emploi. Les labels nous font croire qu'un bâtiment est exemplaire, toutefois leurs critères d'évaluations sont eux aussi discutables dans la mesure où ils ne permettent pas une réflexion systémique. En appliquant ces principes, les interventions tendent parfois vers des aberrations constructives basées sur des standards qui ne communiquent pas entre eux.

Plus concrètement, à travers l'exemple du chanvre, j'aimerais soulever les potentiels de répondre à l'impact environnemental de plusieurs secteurs en parallèle. D'une part pour l'énergie grise économisée par l'emploi d'un tel matériau, d'autre part pour la réduction d'énergie opérationnelle que ses propriétés offriront. Ou encore, sur le potentiel extraordinaire de cette plante à capturer, puis stocker, autant de carbone qu'une forêt tout en étant plus agile. Mais aussi de limiter l'emploi de matériaux non soutenable en les substituant. L'emploi du chanvre dans la construction face aux défis de décarbonation se présente tel un antidote aux efficacités multiples.

³⁹ Minergie, SNBS, LEED, SGNI, GI

⁴⁰ HVAC : Heating, ventilation and air conditioning – couramment utilisé dans le monde francophone

2.3 - Au-delà du “Carbon Tunnel”

- Les potentiels du chanvre dans la construction sont excessivement bridés par les codes scientifico-professionnels incarnés, entre autres, par le concept du “Carbon Tunnel”.

“C’est Idiot de dire qu’on cherche à être 2 fois plus performant sur un paramètre si on oublie les autres.”
-Laurent Mouly

Le terme “carbon tunnel” a émergé dans le contexte des débats sur la durabilité et la lutte contre le changement climatique.⁴¹ Il fait référence à une vision étroite de la durabilité qui se concentre presque exclusivement sur la réduction des émissions de carbone, souvent au détriment d’autres considérations écologiques essentielles. Par exemple, un matériau peut avoir une faible empreinte carbone relativement à un certain mode de calcul mais être produit de manière à dégrader les habitats naturels ou à nuire à la faune et à la flore locales.⁴² La santé des sols, essentielle pour l’agriculture et les écosystèmes terrestres, est également souvent ignorée. De plus, la vision du “carbon tunnel” peut conduire à l’exploitation excessive de ressources naturelles limitées si celles-ci sont évaluées uniquement en termes de leur empreinte carbone. Réduire les émissions de CO² est certes important, mais cela ne résout pas les problèmes de pollution de l’air, de l’eau et des sols causés par la production et l’élimination des matériaux de construction.⁴³ Pour ce chapitre, je me permettrai de surnommer le terme “Carbon Tunnel” par “Trou de l’autruche”.

L’analyse de cycle de vie (ACV) est une méthode d’évaluation des émissions d’une chaîne de procédés relative à un matériau, depuis son extraction jusqu’à sa fin de vie. Le but est de quantifier l’énergie utilisée à chaque étape et d’obtenir une valeur exprimant la quantité de CO² équivalent produite. Cette méthode, utilisée depuis la fin des années 60, permet de catégoriser l’impact environnemental des produits. Initialement, l’ACV se concentrait sur la phase de fabrication, mais elle s’est étendue à l’ensemble du cycle de vie d’un produit.⁴⁴

Cependant, il faut se méfier des résultats des ACV, car elles peuvent contenir des facteurs et pondérations influençant leur pertinence selon le contexte. Ainsi, ces évaluations sont utiles pour comparer et établir des tendances relatives aux activités humaines et aux matériaux, mais elles contiennent une part d’incertitude à laquelle il faut être attentif. Par ailleurs, les modes de calcul basés sur l’ACV sont une base de développement des lois et règlements liés à l’extraction des ressources et à l’évolution des modes de construction, censée favoriser l’adoption de matériaux biosourcés comme le chanvre. Mais ils ne regardent probablement qu’une fraction du problème.

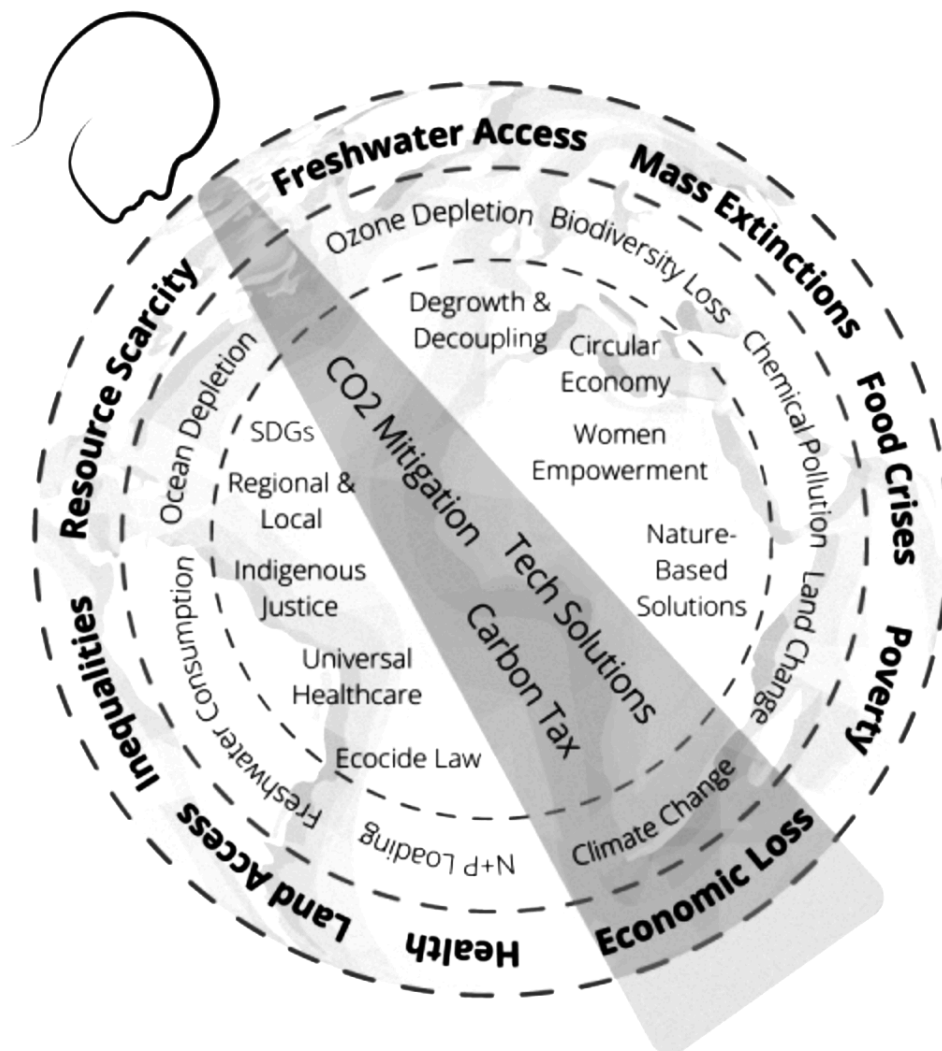
Nous sommes malheureusement loin du but. En effet, selon les termes de l’Accord de Paris, la Suisse s’est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre. L’accord prévoit d’ici 2030 une réduction des émissions de 50% au moins par rapport à 1990. Le calcul tient compte de l’effet de puits de carbone

⁴¹ La “carbon tunnel vision” est un terme défini par le Dr Jan Konietzko, professeur en économie circulaire et durable à l’Université de Maastricht, aux Pays-Bas.

⁴² Lorsqu’on souhaite alors intégrer des considérations scientifiques telles que des ACV’s, on trébuche assez rapidement sur quelques situations. L’énergie grise est parfois intégrée, mais le calcul s’appuyant sur la métrique “masse/unité fonctionnelle” permet de faire passer les PU’s devant d’autres matériaux naturels – par leur légèreté et leur quantité de matière requise pour une “performance” égale. Et c’est bien cette notion de performance qui est questionnable. N’est elle pas trompeuse à certains égards !?

⁴³ Non seulement l’emploi massif d’énergie, mais aussi divers types de matériaux polluants mettent en péril de manières très variées nos “organes naturels de régulation” que sont, entre autres, les océans et les forêts – et dans la même inertie, un péril indirect de nos sols, ressources agricoles, sécurité géopolitique et santé économique des occupants.

⁴⁴ Le CO² embarqué commence à peine à arriver dans les discussions du secteur du bâtiment.



"Carbon Tunnel vision"

Inspired by Jan Konietzkos Carbon Tunnel Vision and Bridget McKenzie's Earth Crisis Blinkers

imputable (bilan carbone de la végétation et des sols), ainsi que des attestations internationales. D'ici 2050, l'impact des émissions nettes de gaz à effet de serre d'origine humaine générées en Suisse doit être ramené à zéro. Cependant, les émissions générées à l'étranger, et liées à des importations en Suisse, ne sont pas prises en compte. Une récente analyse a d'ailleurs montré que la réduction de 11% des émissions territoriales de la Suisse depuis 1990 cachait en fait une augmentation de 44% si l'on prend en compte le CO₂ importé. La Suisse délocalise donc massivement son empreinte climatique à l'étranger. Ces chiffres font, par ailleurs, écho au constat de l'Office fédéral de l'environnement qui estime que son impact environnemental total se manifeste à 73% à l'étranger. La Suisse est donc à l'avant-garde d'un type d'externalisation peu connu, non seulement climatique en particulier, mais environnemental en général. A titre d'exemple, nous pouvons nous référer au plan helvétique de compensation de ces émissions de CO₂ par l'investissement dans des projets durables au Pérou. La Suisse est le premier pays au monde *“payant des nations pauvres pour réduire les émissions pour son compte.”* Elle a alors répondu de manière très diplomatique à la critique que *“tous les pays manquent d'ambition”*. Et que, depuis, elle est également devenue *“le pays au monde à conclure le plus de ces accords pour compenser ses émissions.”* Une position qui donne à réfléchir, car elle n'est pas pour autant devenue exemplaire au niveau international en matière de politique climatique, comme l'indique le co-président de Swiss Youth for Climate, Jean-Valentin de Saussure,⁴⁵ qui conclut : *“le GIEC définit la neutralité carbone comme un équilibre émissions-puits, entre les émissions anthropiques (d'origine humaine) et les puits de carbone biologiques ou technologiques (capture). Soustraire les crédits carbone achetés aux émissions pour atteindre le zéro est contraire à cette définition. La France par exemple, vise la neutralité carbone exclusivement sur son sol, en doublant notamment les puits de carbone (forêts, sols...)”*

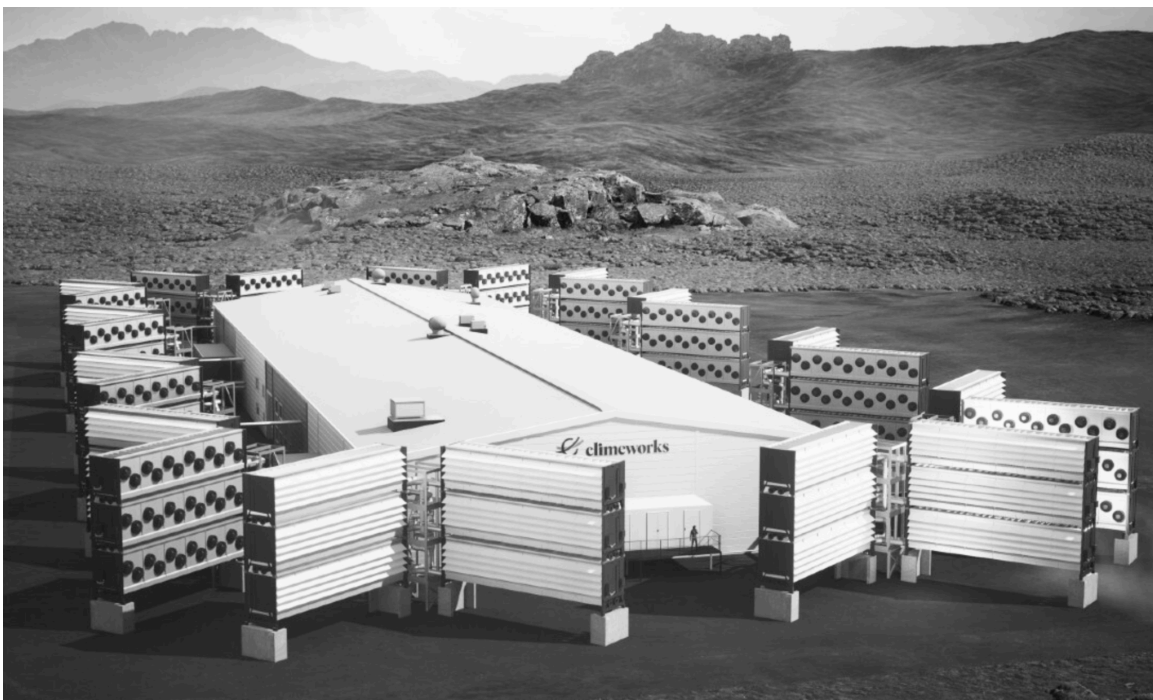
46

L'ACV mesure entre autres les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie, l'utilisation des ressources naturelles, et l'impact des émissions polluantes et des déchets. Cependant, l'ACV utilise une approche statique, ne prenant pas en compte les variations temporelles, les dynamiques environnementales complexes, ni les scénarios futurs, limitant ainsi sa capacité à prévoir les évolutions ultérieures. L'Analyse Dynamique du Cycle de Vie (DACV) intègre alors ces aspects temporels et dynamiques, offrant une évaluation plus précise des impacts environnementaux. Malgré ses avantages, la DACV n'est pas encore généralisée en raison du manque de bases de données complètes, de la complexité de la modélisation temporelle, et de l'inertie des pratiques professionnelles établies. Pour que la DACV se généralise, il est nécessaire de développer des bases de données robustes, d'améliorer les outils de modélisation et de surmonter les résistances institutionnelles.

Autrement dit, un arbre piège du CO₂ de l'atmosphère durant sa croissance. Au moment de son emploi dans une construction, le CO₂ séquestré reste inchangé ; nous assistons uniquement à un transfert. Cependant, ce transfert requiert une énergie afin de passer d'un arbre à un bâtiment. En fin de vie de la construction, le carbone séquestré est “relâché”. Nous n'avons alors pas réduit l'impact carbone de la construction, vis-à-vis de la proportion contenue dans l'atmosphère, ni avant ni après le bâtiment (ou l'arbre), qui représente la même chose sous une forme différente. Le carbone serait alors considéré comme soustrait si le matériau pouvait retourner au sol dans un cycle d'alimentation végétal, plutôt que d'être “relâché”. Ce n'est malheureusement pas le cas, en vue des produits dénaturants qui sont ajoutés à la matière, la rendant impropre pour la nature. D'autre part, il est envisageable de voir le bilan d'une construction réduite si l'on replante l'arbre coupé. Cet arbre capturera à nouveau une quantité de carbone équivalent au bout de plusieurs années, relativement à la durée de vie du premier. Mais les

⁴⁵ Saussure, Jean-Valentin de. « La compensation carbone décrédibilise les ambitions suisses à l'international ». Heidi News, novembre 2022. <https://www.heidi.news/climat/cop27-la-compensation-carbone-decredibilise-la-suisse>.

⁴⁶ Pour une seconde fois, après l'idée de cultiver massivement du chanvre sur son territoire, la Suisse pourrait prendre exemple sur la France. (second°)



“Le plus gros aspirateur du monde vient d’être allumé en Islande et il a faim de CO₂”

Cette installation doit pouvoir extraire 36.000 tonnes de dioxyde de carbone à l'année, ce qui revient à sortir 7.800 voitures à moteur à combustion de la circulation pendant un an. Le retrait de chaque tonne de CO₂ coûte environ 1.000 dollars.

Un module similaire est installé dans le Canton de Zurich depuis 2017 et d'autres sont en réalisation.

Un hectare de chanvre séquestre 15 tonnes de dioxyde de carbone à l'année et rapporte entre 500 et 1500 CHF selon les débouchés pour une même production.

Climeworks AG - 2024

supposées 60 années nécessaires pour ce faire ne sont pas attribuables à la diminution carbone actuelle d'une construction. Il y a deux manières de voir les choses : soit l'on estime que l'arbre avait été planté pour nous, c'est à dire que la séquestration qu'il représente fait partie de notre capital personnel. Soit nous estimons que notre responsabilité commence lorsque nous plantons un arbre, et notre capital sera, de ce fait, effectif une fois l'arbre "entièrement remplacé" (dans le sens où il aura capturé autant de carbone que nous avons "consommé" aujourd'hui, en s'attribuant ce que le premier avait capturé au moment du transfert forêt-bâtiment). Le système entre parcelle de forêt et construction est une chose, le système entre l'atmosphère et le stock biogénique (arbre ou poutre) en est un autre. L'effectivité du delta carbone peut être reporté 60 ans plus tard (fin du siècle), ce qui n'agit pas en adéquation avec une stratégie de neutralité carbone en 2050. Avec le chanvre, capturant autant ce CO² qu'un hectare de forêt en temps et surface égale, le déphasage temporel est de 4 mois pour renouveler la matière "empruntée". Cela permet, dans le même exercice, de réduire le stress sylvicole indésirable aux services écosystémiques que ce milieu apporte à l'environnement.

Pour conclure, le carbone "consommé" par l'emploi du chanvre lors d'une construction est souvent "remboursé" avant même la fin du chantier. On remarque l'importance du mode de calcul, et de quelle manière il peut faire croire qu'une démarche est effective quand elle ne l'est qu'un demi siècle plus tard. D'un regard plus nuancé, en 2050, l'arbre qui aura été replanté aujourd'hui n'aura remboursé que la moitié du carbone qui a été transféré dans une construction. Ce n'est pas à négliger, et la démarche est toutefois respectable. Cependant nous avons le choix entre des stratégies "trop lentes" ou "suffisamment rapides" pour atteindre les objectifs à court terme. Un dernier point, un arbre réquisitionne une surface durant l'entier de sa croissance, supposons 60 ans, tandis que la surface requise pour le chanvre est réquisitionnée pendant 4 mois et peut produire à nouveau l'an prochain (ou la saison prochaine avec les cultures d'hiver), et ce sur la même parcelle ou celle du voisin qui souhaite la dynamiser par une tête d'assolement. Cela permet d'adapter la culture du chanvre aux évolutions du climat, aux évolutions territoriales et aux besoins de production.

Le chanvre se cultive saisonalement sans pesticides ni herbicides, préservant les écosystèmes locaux et améliorant la santé des sols. Il peut être cultivé en rotation avec d'autres cultures, contribuant ainsi à la diversité agricole et à la régénération des sols. Le chanvre améliore la structure du sol, favorise sa régénération, réduit l'érosion, et absorbe localement le dioxyde de carbone, contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre indigènes. Les matériaux dérivés du chanvre ne dégagent pas de COV, améliorant ainsi la qualité de l'air intérieur. De plus, en remplaçant les matériaux pétro-sourcés, le chanvre réduit la dépendance aux ressources fossiles et diminue l'empreinte carbone globale qui en résulte. Il offre ainsi une solution durable, préservant les écosystèmes, limitant le stress sylvicole, améliorant la santé des sols, utilisant efficacement les ressources tout en promouvant la santé et le bien-être des occupants. En outre, la culture du chanvre favorise une économie locale et des cycles de production courts, renforçant la durabilité sociale, et créant notamment des emplois en privilégiant le secteur agricole actuellement en déclin.⁴⁷

Cependant, l'évaluation de la durabilité des matériaux de construction omet souvent les bénéfices indirects⁴⁸, tels que l'amélioration de la qualité de l'air intérieur, la réduction des pesticides et herbicides, et la régénération des sols. Ces impacts positifs sur la santé humaine et le bien-être des occupants ne sont en effet pas toujours pris en compte. De plus, l'inertie des normes et pratiques qui

⁴⁷ Idem.41

⁴⁸ Les matériaux issus de la biomasse végétale ont l'avantage de sortir du sol par eux-mêmes. La combinaison d'eau, de dioxyde de carbone et de lumière, catalysée par le phénomène de photosynthèse, un processus "magique" dont les esprits auraient tout avantage à se préoccuper davantage.

en découlent freine l'adoption de méthodes d'évaluation plus inclusives pour des matériaux innovants comme le chanvre.

Par exemple, ce dernier possède un coefficient de conductivité thermique sensiblement plus faible que d'autres isolants. Mais dans les calculs de performance de physique du bâtiment, le chanvre peut être évalué négativement, car une plus grande quantité de matière est requise pour atteindre une résistivité thermique équivalente. Cette masse supplémentaire représente un transport plus gourmand en énergie, et le bilan carbone en est affecté. Cependant la résistivité thermique d'une paroi est une vision incomplète de la performance, tout comme une omission de la durabilité des matériaux qu'elle emploie.

Le témoignage de l'ingénieur et architecte Laurent Mouly reflète bien cette tendance: *“C’est effectivement un point déterminant au sujet du chaux-chanvre, le lambda n’est pas incroyable. Mais la considération de la performance thermique d’une façade ne se limite pas au R. L’enveloppe du bâtiment, c’est des parties opaques mais aussi des fenêtres, un soubassement, une toiture, et toutes les connexions entre ces parties du bâtiment comportant probablement des points froids. La performance d’une enveloppe est aussi en lien avec la question de la ventilation, le confort de surface, de confort estival, d’émissions de COV, du système de chauffage. Si on regarde que le R d’une paroi pour évaluer sa performance, c’est comme si on ne regardait qu’un cinquième du problème. C’est idiot de dire qu’on cherche à être 2 fois plus performant sur un paramètre si on oublie les autres. Par exemple, les premiers bâtiments basse consommation n’ont de loin pas atteint les économies d’énergie qui étaient annoncées sur le papier. Le mode de calcul ne permet pas d’obtenir les résultats espérés, car ne prend pas correctement en compte les facteurs dynamiques.”*

Pour promouvoir une évaluation plus complète et favoriser l'adoption de matériaux comme le chanvre, il est crucial d'intégrer des critères de durabilité plus larges et de surmonter les obstacles liés aux bases de données incomplètes, à la complexité des facteurs temporels, et à l'inertie des pratiques professionnelles. Toutefois, les acteurs de la construction utilisent largement la notion de CO² car elle est facile à communiquer et à comprendre. Mais cette culture est simpliste, tout comme sa généralisation ralentit l'évolution des pratiques et l'adoption de matériaux plus pertinents à large échelle, comme le chanvre. Pour promouvoir l'adoption de celui-ci, il est un défi actuel de dépasser cette vision réductrice et d'intégrer des critères de durabilité plus larges et inclusifs, valorisant pleinement les avantages du chanvre pour ses avantages économiques, écologiques, et socialement bénéfiques. Qu'il est bon de rêver ! Nous excellons à faire tout le contraire ; notre paradigme constructif est encore largement basé sur un modèle linéaire dont la tendance peine à varier. *“À la fin du siècle dernier, les humains extrayaient environ trente fois plus de minéraux de construction et de métaux qu'en 1900. En cent ans, on a assisté au passage des matériaux qu'on appelle aujourd'hui biosourcés aux minéraux et celui de l'énergie issue de la biomasse aux énergies fossiles. À l'échelle de la planète, les humains consomment désormais des matières premières pour la construction à un rythme dix fois supérieur à celui des processus géologiques.”* -P.Simay

En écho avec le livre *“Vegetarian Architecture”* d'Andrea Bocco Guarneri, professeur d'architecture à l'école Polytechnique de Turin, la construction est en effet un fort point de comparaison avec des régimes alimentaires sains, lourds, gourmands en énergie et en effort de digestion. C'est du moins la proposition, un peu humoristique mais très pertinente, reprise par le professeur Guillaume Habert afin de vulgariser les tendances. Si l'on peut alors faire des comparaisons entre l'énergie requise pour produire du poulet ou du soja, nous pouvons de même comparer l'énergie nécessaire pour fabriquer une fenêtre ou une brique de terre. Cependant, nous n'allons pas nous passer de fenêtres dans notre régime de matériaux constructifs. Alors ici n'est pas la question de classer les matériaux par l'énergie

qu'ils requièrent. Le but est d'évaluer combien chaque matière nous pourrions employer dans nos constructions pour éviter une obésité des charges environnementales - tout comme nous pourrions comparer les calories d'un régime alimentaire. Ces analogies sont pratiques car nous sommes toutes et tous familiarisés avec cette action que nous effectuons plusieurs fois par jour, et les conséquences qu'elle a sur notre corps. Les effets y sont ici observables dans une temporalité accessible, en opposition à celle des constructions qui dépassent parfois notre durée de vie. Nous sommes conscients qu'il ne faut pas consommer trop de sucre pour éviter des problèmes de santé, Il en va de même pour la viande et de son effet environnemental (au-delà de nous user personnellement). Au contraire, un régime végétarien est communément considéré comme plus sain pour le corps, moins intense pour la santé et pour l'environnement que la viande. Il serait alors souhaitable de transférer ces principes à la construction. Faire de l'*architecture végétarienne*, ou du moins, consommer avec plus de parcimonie les aliments (matériaux) qui sont intenses énergétiquement lors de leur production, digestion et sur la santé générale ; nous n'arrêterons pas de manger du fromage (intense à la production), mais c'est une histoire de proportion. Cependant, nous ne pouvons pas dire de notre nutrition : si je mange 5 steaks ce matin, mais que j'en mange que deux ce soir avec 18 couettes, je suis en bilan "net zéro". Malheureusement, c'est un peu ce qui se passe avec nos régimes et politiques de construction. Le paradigme est biaisé de la manière suivante : nous utilisons autant de matières intenses que souhaitées, puis nous réfléchissons à combien de "démarche verte" il nous faut pour les compenser.

Le mode de calcul d'un bilan CO² pour une construction "net zéro" ne prend que peu en compte les émissions embarquées des matériaux de construction. Cependant, lorsque cela sera intégré de manière légale (et non indicative comme la norme SIA 2040), une attention considérable se posera sur la provenance de la matière, et les manières de les produire. Une dépendance aux conditions d'approvisionnement et aux méthodes de compensations deviendront potentiellement plus liées au territoire, étant donné que la matière est moins facile à transporter que l'électricité, le gaz ou les cellules capturant les rayons du soleil. En effet, ayant une masse supplémentaire et étant lié à un lieu de production diffus, comportant des limites régénératives, les matériaux auront tout avantage d'être produits puis employés dans des rayons limités. C'est probablement une reconsidération profonde de la vision des régisseurs du secteur qui est nécessaire. Nous sommes toutefois dans une dynamique actuelle tout autre.

Voici quelques chiffres réitérant les parallèles avec nos régimes (territoriaux) de subsistance alimentaires pour illustrer les dynamiques des ressources pour la construction :

En 2022, la Suisse a couvert 73% de ses besoins énergétiques par des sources étrangères.⁴⁹ En 2021, 52% des denrées alimentaires consommées en Suisse étaient issues de la production indigène.⁵⁰ En 2022, la part de la surface utile totale exploitée selon les normes bio a augmenté et s'élève à 18 % de l'ensemble de la surface agricole utile en Suisse.⁵¹

En d'autres termes, moins flatteurs, quand la Suisse indique qu'elle promeut des méthodes de cultures "respectueuses de l'environnement", elle promeut, sur son territoire, à hauteur d'un cinquième des méthodes préservant l'environnement ; et accepte dans l'ombre, à hauteur de quatre cinquièmes, des méthodes nuisant à l'environnement. Pouvons-nous véritablement considérer cette politique à 82% polluante et nuisible comme "respectueuse" ? Par ailleurs, le fait de ne pas se tenir responsable des conditions de production de 48% des denrées alimentaires, ou encore des 73% de l'énergie qu'elle

⁴⁹ « [Indicateur de la législature: Taux d'auto-approvisionnement en denrées alimentaires](#) ». Office fédéral de la statistique Section Environnement, développement durable, territoire, 2023.

⁵⁰ Idem 46

⁵¹ Idem 47



MS BEJA

Crédit photo Gilles Schaeffer

importe (donc consomme) est certainement une des raisons pour lesquelles l'autruche a bien raison de garder la tête sous terre.

Et si l'autruche était en fait une vache ou un cochon ; que pourrait-on dire de son rapport avec le sol ? Un steak nécessite alors la même surface agricole que 386.5 carottes. La même surface agricole pourrait donner 88 pommes ou 267 cerises. Sur la surface d'un terrain agricole nécessaire à la production d'un kilogramme de viande, l'on pourrait cultiver dans le même laps de temps 200 kg de tomates ou 160 de pommes de terre. En Suisse, presque trois quarts de l'ensemble des terres sont exploitées pour la culture de matières fourragères. La production d'un kilogramme de viande nécessite une quantité de 7 à 16 kg de céréales ou de soja. Lors de la transformation des céréales en viande sont perdues environ 90% des protéines, 99% des carbohydrates et 100% des fibres contenues dans les végétaux. La production d'un kilo de viande de bœuf nécessite 15 500 litres d'eau, une quantité inimaginable qui n'est en aucun cas due à la grande soif des vaches ou des cochons, mais plutôt à la consommation indirecte par la culture de leur nourriture. À titre de comparaison, la production d'un kilo de pommes de terre nécessite seulement 300 litres d'eau.⁵² Plus de 70% des terres agricoles suisses sont utilisées pour la culture de fourrages. Sur au moins la moitié de la surface ainsi exploitée, il serait possible de cultiver sans problème des légumes, des fruits, des céréales, et peut-être même des plantes de chanvre qui, rappelons-le, ont également un potentiel nutritif non négligeable.

En termes de construction, le bœuf serait l'acier, le cochon serait le béton, le poulet serait le pétrole, les œufs seraient le polystyrène, les carottes seraient les arbres, les pommes seraient la paille, les cerises seraient le chanvre. Ah oui, sans oublier, l'autruche incarnerait les décideurs politiques.

Mais revenons à nos moutons. Les matériaux issus de la biomasse à croissance rapide tel que le chanvre peuvent, selon l'étude qui porte le même nom, "guérir le monde" (en tout cas une partie de celui du bâtiment et se valoriser dans divers secteurs économiques, dont l'alimentation). Les plus-values multisectorielles d'une culture de chanvre ne demandent cependant pas de multiplier les surfaces de production proportionnellement aux nombres d'économies qu'elle alimente, et ce, même en temps de sécheresse. En conclusion de ce chapitre nous pouvons donc faire le constat suivant : les potentiels du chanvre dans la construction sont excessivement bridés par les codes scientifico-professionnels incarnés, entre autres, par le concept du Carbone Tunnel. Toujours dans un but de décarbonation du bâti, tout en considérant les impacts des matériaux pour ce faire, le prochain chapitre considérera dans quelles mesures un approvisionnement indigène régénératif est possible au-travers des filières chanvre en Suisse.

⁵² « Water Footprint Network », s. d. <https://www.waterfootprint.org/>.

2.4 - Une filière bénéfique pour la Suisse

- La réintroduction du chanvre en Suisse à travers des filières locales est profitable au-delà des producteurs de ressources biosourcés et des acteurs de la construction qui en font de l'architecture.

La culture du chanvre est largement établie en France et dans d'autres pays européens, offrant divers avantages économiques et environnementaux. En revanche, la Suisse n'a pas encore développé de manière significative une filière chanvre. Cette absence peut être expliquée par une série de défis spécifiques touchant différents aspects territoriaux, agronomiques, techniques, légaux, politiques, sociaux, financiers et idéologiques.

La culture du chanvre implique non seulement les agriculteurs pour la culture de la plante, mais également toute une série d'acteurs, tout au long de la chaîne de valeur : les transformateurs de la fibre et de la chènevotte, les fabricants de matériaux, les distributeurs, les artisans, les architectes, les ingénieurs, les maîtres d'ouvrage, les régulateurs politiques et les chercheurs. Chaque étape, de la production à la transformation en produits finis, nécessite une expertise spécifique et une collaboration cohérente pour garantir le succès de la filière. La mise en place d'infrastructures pour la transformation du chanvre, comme les installations de décortilage et de traitement, représente un défi majeur, relativement aux avantages et inconvénients liés à la construction, traité dans les chapitres précédents.

Malgré ces défis, plusieurs pays européens ont réussi à développer des filières chanvre prospères en coordonnant efficacement les différents acteurs. Des partenariats public-privé, des programmes de recherche et développement, ainsi que des politiques agricoles favorables ont joué un rôle crucial dans leur succès. En Suisse, bien que le chemin soit semé d'obstacles, la mise en place d'une stratégie intégrée et soutenue pourrait permettre de surmonter ces défis.

Comme témoigne l'Ingénieur et Architecte Français Laurent Mouly : *“Face à un hexagone premier producteur chanvrière européen, munis d'une inertie industrielle et commerciale forte grâce à ses producteurs enracinés, aux transformateurs drainant de grands volumes matériel, aux revendeurs à la portée internationale, tout cela orchestré par des sociétés coopératives permettant d'harmoniser l'offre et la demande, un cadre normatif lui aussi bien établi, la Suisse paraît échapper, et de loin, à ce type d'organisation.”*

Par exemple, la Coopérative française d'agriculteurs “CAVAC” encadre des projets pour une agriculture “régénérative”. La coopérative s'engage dans un véritable projet d'entreprise à travers des formations pour interpeller les agriculteurs sur l'enjeu de leurs sols et accompagner la transition des modes de production vers plus de résilience.⁵³ *“Dans un itinéraire classique, on peut laisser quasiment 6 mois le sol nu sans bénéficier du pouvoir de la photosynthèse. L'idée est de capter au maximum l'énergie solaire tout au long de l'année pour transformer la matière végétale en matière organique”, explique-t-il. “Le changement ce n'est jamais quelque chose de très simple, donc il faut l'initier, il faut souvent bousculer les idées reçues, ouvrir un peu les esprits, sans rentrer dans l'utopie”* -Konrad Schreiber

S'appuyant sur l'article 104 de la Constitution fédérale, le secteur agroalimentaire suisse poursuit la vision suivante (cf. document stratégique « Agriculture et filière alimentaire 2025 ») : *“Le secteur*

⁵³ « [Coopérative agricole Cavac](#) - Pour une agriculture fertile et respectueuse du vivant », s. d.

agroalimentaire s'efforce simultanément d'anticiper les changements climatiques en vue de s'y adapter. Il réduit les risques à un minimum, saisit les opportunités et contribue ainsi à la sécurité alimentaire.”

La production est adaptée au site. En d'autres termes, elle utilise de manière optimale le potentiel naturel. Elle est basée sur le principe du cycle fermé, ménage les ressources naturelles et respecte les besoins des animaux. Dans le domaine de la transformation et de la distribution, on s'efforce constamment de réduire l'intensité énergétique et matérielle. Le développement de l'offre et de la demande est climat-compatible.”

L'objectif stratégique supérieur concernant la protection du climat est axé sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre ; concernant l'adaptation au changement climatique, celui-ci est axé sur la production de denrées alimentaires. “L'agriculture suisse anticipe les changements climatiques en vue de s'y adapter et peut ainsi augmenter tant sa production que ses prestations d'intérêt public. Elle utilise de manière optimale les possibilités techniques, organisationnelles et celles liées à l'exploitation pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Elle parvient ainsi d'ici à 2050 à une réduction d'au moins un tiers par rapport à 1990. L'objectif visé est une réduction totale de deux tiers des émissions issues de la production de denrées alimentaires grâce à un développement adéquat du modèle de production et de consommation.”

“Le chanvre ne nécessite pas d'irrigation quand les pluies sont fréquentes et il résiste bien à la sécheresse, notamment si le sol est profond. Et comme le climat commence à gronder, on aurait meilleur temps de miser sur des cultures résilientes si on veut limiter les conséquences.” -Emmanuel Schouwey

Les agriculteurs se passent le mot de bouche à oreille, car ils sont probablement moins présents sur les réseaux digitaux. Ils se font confiance et possèdent des convictions environnementales.⁵⁴ En Suisse, malgré certaines réticences isolées, le peuple connaît cette plante et comprend rapidement comment l'apprivoiser pour ses qualités.⁵⁵ Lors de son expérience de réintroduction de la culture de chanvre industriel dans le canton de Vaud, Florian Meyer s'est simplement présenté à la porte de connaissances avec des semences qu'il s'était procuré auprès d'un producteur agréé. La première aventure s'est bien passée avec le nouveau producteur. Aujourd'hui, il raconte qu'il doit refuser plusieurs propositions chaque année de la part d'agriculteurs souhaitant essayer ce type de culture⁵⁶ ; la taille de son entreprise ne permet néanmoins pas d'accepter une quantité de matière première trop importante.

La culture du chanvre pouvant œuvrer dans de multiples économies (chapitre 2.1) en commençant par le secteur agroalimentaire, sa culture orientée graine pourrait être un point de départ. Selon le transformateur Florian Meyer, produisant des produits dérivés des graines : “juste avec le prix de revient des graines c'est déjà rentable pour eux. De plus, certains secteurs agricoles paient de moins en moins, par exemple le lait. Il est alors intéressant pour eux de se diversifier dans des secteurs innovants et pour lequel ils croient au développement. Dans notre organisation, la paille de chanvre n'est pas encore valorisée et présente une belle opportunité économique et sectorielle. Il est toutefois déplorable de constater que nous n'en faisons rien pour l'instant.”

⁵⁴ [...] “il faudra un jour déclarer l'agriculture moderne comme une grande catastrophe écologique.” -Pierre rabhi

⁵⁵ “Les agriculteurs connaissent pour la plupart cette plante, ou entendent parler de son potentiel à aérer les sols, de réduire les mauvaises herbes, et surtout qui ne demandent pas ou très peu d'entretien entre la semence jusqu'à la récolte (pas de désherbage ou encore d'irrigation). Ce côté « non contraignant » ou la « facilité » de ces cultures, couplés aux types de terrain qui la permettent sont des points motivants pour un agriculteur à se mettre à cultiver du chanvre.” -Florian Meyer

⁵⁶ “Au-delà du principe de rotations des cultures qui s'opèrent conventionnellement, le chanvre est spécifiquement conseillé pour lutter contre l'appauvrissement des sols. Certains préfèrent même l'employer à la place d'une jachère (saison de repos du sol) car il agit comme un engrais vert. Encore, il permet d'interrompre les cycles pathologiques de ravageurs par son caractère antiparasite intrinsèque. C'est pour cela qu'on dit qu'il améliore l'hygiène des sols.” - Florian Meyer

A l'issue d'une production, le ou les débouchés de la culture n'auraient pas forcément besoin d'être fixés au préalable avec l'implantation d'une coopérative fédérant les producteurs et les transformateurs. La production serait temporisée, transformée et équilibrée à la demande. En effet, selon les développements de marchés divers sur le territoire, la coopérative chanvrière peut indiquer aux

agriculteurs, de saison en saison, quelles sont les tendances du marché global et les besoins de production. De l'autre côté, un industriel peut être rassuré sur un approvisionnement plus stable des matières premières dont il a besoin. Encore, la mutualisation des infrastructures pourrait favoriser l'accès de ces marchés, même pour de petites exploitations qui n'auraient plus de frais de départ insurmontables.⁵⁷

“La coopérative avait permis l'émergence d'une filière chanvre, culture à bas intrants bénéficiant d'un potentiel de valorisation locale (isolation, construction en Allemagne et Suisse), litière animaux de compagnie. Je me suis intéressé à cette culture qui semblait correspondre à mes objectifs et l'ai testée en 2007 pour la première fois. Progressivement convaincu par l'efficacité agronomique, environnementale et bien sûr économique de cette culture, je lui consacre aujourd'hui 25 ha de mon assolement.” -Emmanuel Schouwey

Avant qu'un agriculteur puisse faire comme Monsieur Schouwey, il est vrai que la Suisse manque d'infrastructures spécialisées pour la transformation du chanvre, telles que les installations de décortilage et de traitement de la fibre.⁵⁸ Afin de répondre aux besoins spécifiques de divers secteurs, il serait judicieux d'investir collectivement dans le développement d'infrastructures encourageant l'innovation technologique. La réintroduction du chanvre dans une logique industrielle sur un territoire nécessite en effet une coordination étroite et simultanée de l'ensemble des acteurs de la chaîne, ce qui peut sembler ambitieux, mais pas nécessairement utopique. Malgré la topographie alpine de notre beau pays, une multitude de terres de plateaux restent nues durant des périodes prolongées. Soit par logique de jachère⁵⁹, soit par l'excès de travail que leur exploitation peut représenter auprès d'une exploitation aux faibles marges. Il serait alors judicieux d'identifier les terres marginales adaptées à la culture du chanvre et d'intégrer cette culture dans les plans d'aménagement du territoire. Des programmes de formation et de recherche agronomique pourraient également encourager l'adoption du chanvre en adaptant les pratiques agricoles et en optimisant les rendements permis par cette plante lors de rotation de cultures, afin de briser des cycles pathologiques ou encore pour régénérer les sols.

Et comme le soumet Guilhem Douillet, ingénieur en Géologie et pionnier en construction biosourcée terre-chanvre en Suisse : *“Je suppose que la culture du chanvre peut être très rentable si elle est destinée à plusieurs usages que permet la plante. Une culture orientée “graine” pour en faire des huiles, des cosmétiques et de l'alimentation est selon moi “déjà rentable”. Ensuite, la commercialisation des fibres courtes et de la chènevotte demande plus d'infrastructure pour la transformation, ce qui représente un investissement, mais qui multiplie le gain avec une seule et même production. Je suppose qu'à partir de 200 hectares de production, l'investissement pour une défibreuse devient intéressant, pas en dessous.”*

⁵⁷ “Bien qu'il existe des machines spécifiques (et coûteuses) pour faucher le chanvre, il n'y en a pas à ma connaissance en Suisse. De plus, les machines universelles (moissonneuses batteuses), utilisées par exemple pour le maïs, conviennent pour et sont utilisées pour le chanvre. D'autre part, la récolte est quand même un point critique. Premièrement à cause du caractère très fibreux et robuste des tiges. Deuxièmement, les agriculteurs font appel à des entreprises de « battage » spécialisées dans la fauche avec des outils de qualité ; malgré cela, les becs de coupe et engrenages ont tendance à s'encrasser du fait que ce ne soit pas du matériel spécialisé pour ce type de fibres. Les Français et, depuis peu, une entreprise Argovienne s'organisent autour d'une coopérative chanvrière, ils mutualisent l'infrastructure spécialisée pour la culture du chanvre. Plus précisément les becs de coupe et les machines de défibrage avec toute l'infrastructure de stockage et de distribution qui vient avec.” -Florian Meyer

⁵⁸ Florian Meyer

⁵⁹ Pratique agricole consistant à maintenir inutilisée pendant une certaine période une surface agricole pour lui permettre de reconstituer ses réserves en eau et sa capacité de production.



“Le chanvre argovien en passe de conquérir le marché suisse”

Au vu du succès rencontré par Hanfwohl, Daniel Appert ne cache pas ses ambitions. «Le marché est actuellement capable d'absorber la production d'une centaine d'hectares de chanvre. Et il y a clairement un potentiel du côté de la Romandie, glisse-t-il en observant une nuée de moineaux s'abattre soudain sur la culture. C'est un signe qui ne trompe pas: il est temps de battre!»

Hanfwohl

Et pour l'ingénieur et artisan en maçonnerie, employant le chanvre, Sébastien Pitet : *“Simplement qu'il n'y a pas encore suffisamment de débouchés économiques pour cette ressource. Il faut le vendre. Et qu'on le fume, le mange, en face du papier, des habits ou des maisons, la demande n'est pas suffisamment contrainte pour que cela soit une matière convoitée. Nous avons pourtant vu, lors d'événements sanitaires ou politiques, l'importance d'une souveraineté de la ressource, quand cela est physiquement possible. Dans le cas du chanvre, sa culture est envisageable en Suisse, mais il manque une évolution des considérations relatives aux flux matériels et économiques. La fluctuation des prix pourrait cependant être mieux maîtrisée, la réduction du transport et la séquestration locale du carbone seraient aussi un avantage permettant de faire évoluer le paradigme de production-consommation-répercussions. Cela est applicable pour le chanvre dans la construction, mais aussi pour l'alimentation, pour l'habillement et pour d'autres produits industriels qui se fabriquent très volontiers en chanvre.”*

Selon Guillaume Habert : *“Le chanvre est pourtant “le” matériau issu d'agriculture le plus simple à mettre en place. Il pousse vite, s'adapte au sol et est résistant aux facteurs naturels, convient plus facilement aux normes feu, stable une fois mis en place.” [...] “Ce qui n'est pas favorable en Suisse, vu que tout est à mettre en place et que les acteurs ont tendance à être frileux pour se lancer seuls dans ce pari sans l'inertie culturelle et industrielle qui l'accompagne. Tout le système est à créer, les innovations peinent ainsi à être sollicitées par la masse des constructeurs.” [...] “Le secteur agricole suisse est orienté Bétail et l'instauration du chanvre à une échelle non-anecdotique implique de repenser la politique agricole qui est actuellement axée vers les forêts, les vaches, et un paysage orienté tourisme.”*

Alors ne serait-il pas sensé de nous demander si importer la matière première depuis la France ne serait pas plus simple finalement ? En soumettant cette question à Florian Meyen, acteur de la chaîne naissante en Suisse, il répond : *“Cela dépend de quel point de vue on regarde. D'un point de vue carbone (ACV), ça pourrait faire sens de l'importer, car le transport impacte faiblement le bilan carbone de ce produit. Malgré de grands volumes, la masse n'est pas considérable en vue des besoins d'un chantier spécifique. Cela dépend bien entendu de la distance parcourue. Un autre angle est le type de culture ; le bio réduit fortement le bilan CO² relativement aux intrants chimiques qui pèsent lourd sur la balance. Il me semble qu'en France les cultures sont plus intensives, car la réglementation n'est pas très stricte - ce qui n'est pas souhaitable dans la démarche selon moi. Économiquement, il faut choisir où veut-on créer de l'emploi et où distribuer l'argent. De mon point de vue, c'est un rêve et objectif de ma start-up de faire du 100% Suisse. Je pense que la traçabilité, et une culture vertueuse peuvent être un fort argument de vente et justifier des prix sensiblement plus élevés. Toutefois, je n'écarte pas la probabilité de travailler partiellement avec une production étrangère le temps de faire progresser l'implantation jusqu'à un marché suisse permettant une stabilité de la demande et une offre indigène.”*

D'ailleurs, il existe une organisation suisse dans le canton d'Argovie. Elle rassemble des producteurs à une relativement grande échelle. La “coopérative chanvrière” Bio s'appelle “Hanfwohl” et rassemble environ 50 hectares de culture.⁶⁰ Ils sont leaders du marché hors culture CBD. A savoir qu'en Suisse l'ensemble des cultures du chanvre (industriel et CBD) représentent un peu plus de 250 hectares, rapporte Florian Meyer. Il existe de même l'entreprise Alpen Pionnier aux grisons. La production est destinée, pour l'heure actuelle, qu'à l'alimentation et aux

⁶⁰ Au-dessus des 200 ha. que recommandait Guilhem Douillet dans son témoignage, mais il semble que ça fonctionne



“La culture de chanvre réintégrée dans les Grisons”

Alpen Pionier AG

produits dérivés des graines.⁶¹ N'ayant pas de structure de défibrage en fonction, la paille comportant les fibres et la chènevotte est toutefois vendue à l'étranger.⁶²

Nous relevons cependant une multitude de freins comme : “est-ce que cela serra véritablement rentable” - “qui doit commencer en premier” - “laissons faire le boulot contraignant aux voisins” - “les incitations et débouchés manquent” - “et si on n'achète pas ma production car il y a de la concurrence”. Cependant, certains l'ont fait et ils ont l'air de bien se porter. La tendance est d'ailleurs à la hausse selon les témoignages multiples. J'aurais tendance à leur répondre en reprenant l'affirmation de Karen Lamb : “Dans un an, vous regretterez de ne pas avoir commencé aujourd'hui.”

Au-delà des débouchés économiques et industriels, je pense que c'est une manière passionnante d'envisager les ressources et le territoire avec une filière chanvre. Cela permet d'œuvrer localement, ainsi que simultanément, “contre” et “pour” les industries, apportant des solutions à leurs controverses, sans pour autant les mettre à l'arrêt. Les milieux naturels, aquifères et paysages sont ainsi soulagés ; des emplois sont créés ; les importations peuvent être limitées, tout en conservant les flux financiers dans les régions rurales et agricoles. L'économie peut être stabilisée par une ressource souveraine aux débouchés si divers. La manifestation des dérèglements du climat peut aussi être anticipée, afin de rendre ses effets plus supportables. En effet, qui nourrira la Suisse quant les grandes chaleurs, les excès de pluie, le développement de pathologies induites auront compromis les récoltes fragiles ? Comment construire ici les bâtiments de demain si les pays exportateurs de matière première connaissent un revers de la crise encore plus insupportable que le nôtre ? Il est notable que l'engagement politique général est faible sous ces perspectives. Cependant, un encouragement par des subventions aurait probablement plus de chance d'aboutir si nous leur présentons la filière chanvre comme “un gigantesque aspirateur à carbone alimentant les secteurs économiques de manière vertueuse”.⁶³ Ils pourraient ainsi progressivement reconsidérer leurs positions, vu que cela nourrit aussi leurs enjeux (qui sont, par ailleurs, ceux de l'ensemble). Par une communication et une implication mutuelle des “acteurs”⁶⁴, la réintroduction du chanvre en Suisse, au travers des filières locales, est ainsi profitable au-delà des producteurs de biosourcés et des acteurs de la construction qui en font de l'architecture.

“La différence de la marche progressive de l'opulence dans des âges et chez des peuples différents a donné naissance à deux systèmes différents d'économie politique sur les moyens d'enrichir le peuple. On peut nommer l'un Système mercantile, et l'autre Système de l'Agriculture.” -Adam Smith

⁶¹ <https://alpenpionier.ch/fr/>

⁶² Le premier producteur Européen de chanvre, la France, exporte la majorité de sa production en Chine pour y faire du papier et du textile. -Qu'est ce qui explique la tendance de ce marché?- ai-je demandé à Florian Meyer. “La délocalisation de certains marchés est principalement due à la taille et au potentiel de transformation des infrastructures spécialisées. Pour le textile, seules les fibres dites « longues » sont exploitables. Pour les séparer de la partie centrale de la tige, des procédés chimiques sont nécessaires. La plupart des pays producteurs ne sont pas équipés pour le faire, ce qui explique la migration de la matière vers ces structures spécialisées. Une question de coûts et de savoir-faire. Le plus étonnant est que, parfois, la matière revient sur le territoire originaire après un type de transformation ; au final la valeur est ajoutée pour faire des « éco-vêtements » vendus à une clientèle « consciente ». Les marchés en sont là, c'est aussi pourquoi je crois que des structures de transformation locales font sens à mes yeux.” -Florian Meyer

⁶³ “Quand les politiques se rendront compte de la synergie entre l'agriculture, la construction et l'aménagement du territoire, une révolution s'opérera en termes de méthodes face aux enjeux précédemment discutés.” -Laurent Mouly

⁶⁴ “acteurs” dans le cens : ceux qui souhaitent ne pas rester observateurs. Cela inclut tous ceux qui veulent se joindre au défi de faire évoluer nos modes d'interaction avec le territoire, en vue des changements climatiques qui arrivent par grappes.

2.5 - Des avantages territoriaux

- Quand les politiques se rendront compte de la synergie entre l'agriculture, la construction et l'aménagement du territoire, une révolution s'opérera en termes de gestion des ressources ; Démonstration à travers le Chanvre.

L'adoption à grande échelle des matériaux de construction biosourcés en Suisse transformerait de manière significative la dynamique territoriale, écologique, économique, sociale et culturelle ; en favorisant une coopération décloisonnée entre tous les acteurs de la chaîne de valeur, cette approche durable et innovante contribuerait à la préservation de l'environnement, à la valorisation du terroir, à la stimulation de l'économie locale et à l'évolution des moeurs et de leurs politiques. Les avantages potentiels - pour certains déjà parcourus - sont vastes, allant de la régénération des sols et de la réduction des émissions de carbone à la création d'emplois locaux et à la promotion de l'innovation. En somme, l'intégration des matériaux biosourcés dans la construction pourrait devenir un catalyseur de développement durable et harmonieux pour le territoire suisse.

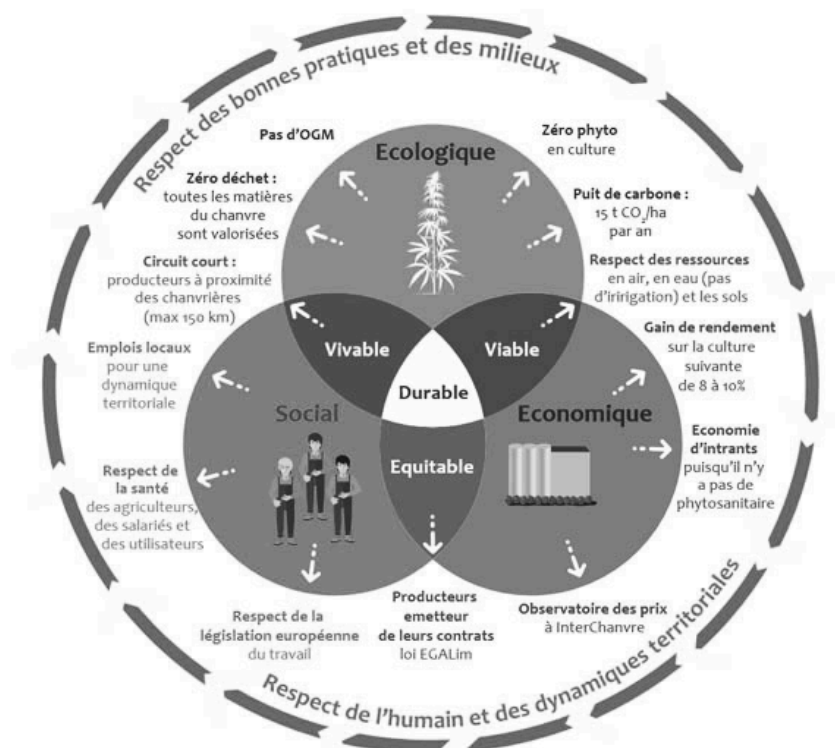
“Ce n'est pas le plus fort de l'espèce qui survit, ni le plus intelligent. C'est celle qui s'adapte le mieux au changement.” -Charles Darwin

La réintroduction du chanvre industriel en Suisse par le biais de filières de proximité pourrait non seulement catalyser le développement d'une économie locale dynamique, mais également stimuler des interactions intersectorielles bénéfiques entre différents secteurs économiques ; une économie locale favorise la production, la transformation et la consommation de biens au sein d'une même région, en utilisant efficacement les ressources et en soutenant les entreprises régionales. Dans le cas du chanvre, cela impliquerait une collaboration étroite entre les agriculteurs, les transformateurs et les consommateurs. Les agriculteurs suisses pourraient cultiver du chanvre destiné à divers usages locaux tels que la construction de matériaux, les textiles, les produits alimentaires et thérapeutiques. En parallèle, des installations de transformation comme les unités de décortilage et les sites de traitement de la fibre pourraient par exemple être établies près des zones de culture, facilitant ainsi une transformation rapide du chanvre et réduisant les coûts et impacts du transport.

Les avantages économiques de cette approche incluent la création d'emplois locaux dans l'agriculture, la transformation, la distribution et la construction. Les régions rurales pourraient bénéficier d'une diversification économique et d'une résilience accrue grâce à la culture du chanvre.

Sur le plan environnemental, l'adoption du chanvre favoriserait une réduction significative de l'empreinte carbone grâce à la diminution des distances de transport des matériaux et produits actuellement importés.⁶⁵ Le chanvre est également reconnu pour ses propriétés bénéfiques pour les sols, nécessitant moins de pesticides et de fertilisants par rapport à d'autres cultures. Cette approche durable renforcerait la santé des écosystèmes agricoles suisses et contribuerait à une agriculture plus respectueuse de l'environnement, tout en étant efficace.

⁶⁵ *“Dans les années 1980, un camion de tomates a quitté la Hollande pour livrer l'Espagne. Dans le même temps, un autre camion de tomates part de l'Espagne pour livrer la Hollande. Les deux camions ont fini par se percuter sur une route française ! Cette anecdote vraie est une caricature qui devrait nous faire méditer sur l'absurdité de notre système...”* -Pierre Rabhi



“Un modèle responsable”

Interchanvre

Sur le plan social et culturel, une économie de matériaux biosourcés, comme le chanvre et ses produits dérivés, pourrait revitaliser les communautés rurales, en offrant des opportunités économiques attrayantes et en encourageant la jeunesse à rester dans leurs régions d'origine. De plus, cela pourrait valoriser les savoirs traditionnels locaux liés à la culture et à la transformation du chanvre, enrichissant ainsi le patrimoine culturel régional et promouvant une identité locale forte.

En intégrant une gestion stratégique des terres et des ressources, la culture du chanvre pourrait diversifier les cultures agricoles en Suisse, réduisant la dépendance à quelques cultures traditionnelles et optimisant l'utilisation des terres marginales. De plus, le chanvre, grâce à ses propriétés phytoremédiantes, contribuerait à la régénération des sols, améliorant ainsi leur qualité. Cette transition nécessiterait une modification significative de la chaîne des acteurs, avec les agriculteurs devenant des partenaires-clés dans le panel de valeur de la construction, impliquant une intégration plus étroite avec les transformateurs et les chercheurs, pour optimiser les rendements et la qualité des matériaux. Par exemple, les résidus de chanvre peuvent être transformés en bio-composites ou matériaux d'emballage écologiques, créant ainsi une boucle vertueuse intégrant agriculture, transformation industrielle et fabrication durable.⁶⁶

Nous pouvons alors en tirer les constat suivants : l'adoption du chanvre en Suisse présente des opportunités uniques pour catalyser des synergies intersectorielles bénéfiques. En intégrant efficacement les secteurs de l'agriculture, de la transformation, de la construction, de la santé, du textile, de l'alimentation, de la recherche et de l'environnement, la Suisse peut non seulement diversifier son économie, mais aussi promouvoir un développement durable et résilient. Cette approche collaborative illustre comment le chanvre peut devenir un pilier essentiel d'une économie circulaire et respectueuse de l'environnement, positionnant la Suisse comme un leader innovant dans l'utilisation responsable des ressources naturelles.

En résumé, le secteur de la construction et le secteur agricole en Suisse sont en train de forger une interdépendance nouvelle et dynamique grâce à l'intégration des matériaux biosourcés comme le chanvre. Cette évolution reflète une réponse stratégique aux défis contemporains tels que la durabilité environnementale, la sécurité économique et la résilience face aux fluctuations internationales. L'adoption du chanvre dans la construction représente ainsi un exemple concret de la manière dont l'innovation dans un secteur peut en influencer et transformer positivement un autre, créant ainsi des cercles vertueux.

“Benjamin Franklin ouvrit l'une des premières usines où l'on fabriqua du papier à partir de chanvre. Ce qui permet aux États-Unis de disposer d'une presse libre indépendante de la cour d'Angleterre. Jefferson dira même “Le chanvre est la première nécessité pour la santé et la protection du pays.” En 1794, il donne l'instruction suivante à ses hommes: “Prenez le plus possible de graines de chanvre indien et semez-en partout ; Vous le comprendrez.” Le chanvre était présent partout. La presse, les drapeaux, les vêtements et les billets de banque étaient imprimés sur du papier issu de la production du chanvre. Même les plus grands artistes, comme Van Gogh peignaient sur des toiles en chanvre.” -Construire en Chanvre

⁶⁶ “J’ai étudié le potentiel d’en faire des pellets de chauffage, la conclusion du travail après test avec la HEIG-VD est que le pouvoir calorifique est satisfaisant, mais les taux de cendres ne sont malheureusement juste pas aux normes. De plus, l’usage combustible de cette matière pose des question de gestion des ressources et de surfaces, toutefois garder cette option comme recyclage de lots impropres ou « by-products » reste intéressant.” -Florian Meyer

3 - Application :

3.1 - La polyvalence du chanvre au bâtiment

- Très agiles, les méthodes de mise en œuvre du chanvre s'adaptent à plusieurs parties du bâtiment pour différents types de projets en y apportant de hautes qualités tout en réalisant des économies notables.

Tout comme nous l'avons vu dans le chapitre 2.1, le chanvre dévoile son pouvoir d'adaptation, à travers les âges, envers des territoires, des climats, et de multiples secteurs d'activités économiques. Afin de poursuivre sa conquête du monde, nous verrons de quelle manière il adopte différentes formes et compositions pour servir l'Architecture. Par cette agilité, il s'adapte à différents besoins d'une construction en offrant des composants aux propriétés variables. De plus, le contexte géographique et climatique environnant l'objet en question peut aussi être pris en compte pour adapter la mise en œuvre de cette ressource.

Récapitulons brièvement afin de saisir l'importance de cette ressource. Le chanvre est effectivement une plante qui pousse partout dans le monde, et ce, depuis des millénaires.⁶⁷ Son emploi dans la construction est (re)découvert en France en 1986 par Charles Rasetti . Sa culture étant plutôt orientée à fournir d'autres secteurs, la chènevotte est un co-produit de l'agriculture valorisée principalement pour le textile, le papier, l'alimentation et comme paillage ou litière pour animaux. La fibre de chanvre est issue de la séparation avec la chènevotte lors du défibrage de la tige (première transformation). Aussi,, les laines de chanvres employées comme isolant dans la construction sont une matière en concurrence avec, entre autres, l'industrie textile. De plus, les processus de conditionnement de la matière en font un produit onéreux. Cela pour dire que la matière convoitée par un bâtiment se présente, soit sous forme de laines (en rouleaux ou en panneaux plus ou moins souples et de taille standardisées), soit sous formes de paillettes de chènevotte (en vrac), soit encore en produit fini composé de chènevotte et d'un liant sous forme rigide (en général des briques mais plus récemment des pans de murs entiers). Ce qui nous intéresse, c'est à quoi sont destinées les différentes parties de chanvre et comment elles sont mises en œuvre dans une construction. Encore, quelles variations de mise en œuvre peuvent-elles subir pour s'adapter aux cas constructifs spécifiques. Et enfin, quelles sont les implications auprès des acteurs (logistique), des futurs occupants (confort) ou des bilans de l'édifice (performance).

Les raisons pour lesquelles un édifice requiert du chanvre sont variées. Cela peut être pour des raisons réglementaires (nous les attendons impatiemment), pour des raisons environnementales en vue du carbone qu'il séquestre dans l'atmosphère et stocke dans le bâtiment, mais aussi des systèmes naturels qu'il préserve lors de sa croissance. Il peut être souhaité pour des raisons de confort au-delà de la déperdition thermique⁶⁸, telles que pour lutter contre les courants d'air inconfortables induits par les cascades de froid à proximité des "murs froids". Il peut permettre un déphasage de chaleur, une

⁶⁷ Sauf en Suisse, pays qui a misé sur la valeur ajoutée, et où les acteurs préfèrent alors laisser une main d'œuvre qui serait ici moins rentable à d'autres pays. Mais il y a beaucoup à perdre, aux vues des bénéfices pour le territoire et ses habitants.

⁶⁸ Isolant thermique : quelle que soit sa forme, le chanvre offre d'excellentes performances thermiques et permet de réaliser des économies d'énergie ; le béton de chanvre permettrait de réaliser jusqu'à 70% d'économie de chauffage. CREMA,2021



Chanvre Tradical

régulation naturelle de l'humidité⁶⁹ intérieure, une amélioration de l'acoustique⁷⁰ d'un espace, ou encore, par son aspect, la procuration d'un sentiment chaleureux. Il peut être souhaité pour des raisons d'économies de moyens, par les potentiels qu'il offre à remplir plusieurs missions à la fois. Par exemple, en substituant diverses couches composant un mur. La substitution de certains matériaux offre de même un atout sanitaire, puisqu'il est dénué de colles ou produits potentiellement nocifs pour les voies respiratoires. Étant sain et stable, il n'émet alors pas de COV.⁷¹ Et nous l'aurons compris, malgré la multitude d'avantages pouvant motiver son emploi, c'est l'aspect isolant qui est couramment retenu dans les considérations actuelles.⁷² À cet effet, le chanvre revêt ou compose les soubassements, les sols, les planchers, les murs, les cloisons, les pans de toiture, auxquels il est bien adapté.

Entrons en matière : ce matériau est un très bon isolant thermique et phonique adapté à la construction neuve ou à la rénovation du bâti ancien, à des structures en bois ou en pierre. La laine de chanvre est composée de fibres issues de la plante. Toutefois ces fibres sont combinées à des fibres synthétiques thermofusibles⁷³, principalement du polyester. L'ajout de ces fibres aide le produit final à maintenir une meilleure homogénéité, éviter les tassements, ainsi que garantir une matière aérée ; l'air contenu est indispensable pour conserver des propriétés isolantes, et l'emploi de laine de chanvre sans fibres synthétiques pourrait causer une perte de propriété au fil du temps.⁷⁴ Deux méthodes permettent de pallier les ajouts synthétiques dans cet isolant naturel. D'une part, l'emploi d'un plus grand volume de laine pour le volume souhaitant être isolé (par bourrage), et d'autre part, l'emploi de laines composées. Il existe effectivement des combinaisons possibles avec des fibres de coton, de lin, de jute et de laine de mouton. Ces différentes ressources fusionnent ainsi leurs propriétés respectives pour former un super isolant s'adaptant aux besoins spécifiques avec des proportions variées. Cependant, les coûts s'adaptent aussi à la qualité. La laine de chanvre se présente alors sous la forme de panneaux rigides contenant une masse, un liant et un additif antifongique⁷⁵. Les laines de chanvre, sous leurs différentes formes, densité et composition, sont appréciées par les lieux d'application. C'est un matériau qui s'installe avec une grande facilité, permettant de s'adapter aux irrégularités en se déformant ou en se coupant facilement. La manipulation est aussi confortable pour les ouvriers, car elle n'irrite pas et ne se répand pas dans l'air, contrairement aux laines minérales.

⁶⁹ Hygrothermie : Le chanvre régule l'humidité à l'intérieur des murs et améliore la qualité de l'air ambiant. Il agit comme un climatiseur naturel et amortit les variations de températures pour garantir un confort intérieur en toute saison : fraîcheur en été et chaleur en hiver.

⁷⁰ Acoustique : Le chanvre est aussi un très bon isolant phonique. Le béton de chanvre, notamment, permet une amélioration du confort acoustique grâce à la structure caverneuse de la chènevotte qui permet d'affaiblir et d'absorber les sons.

⁷¹ Composés organiques volatils (COV) : On parle généralement des substances d'origine pétrolière qu'il vaut mieux éviter de respirer, telles les vapeurs d'essence, les solvants pour peinture et vernis, et les émanations de nombreux produits pour le bricolage (colles, décapants, vitrifiants, résines synthétiques), de produits ménagers (imperméabilisants, produits de nettoyage, insecticides, sprays d'ambiance), de matériaux de construction (mousses et laines isolantes, bois agglomérés, plastiques).

⁷² Pas totalement vrai ; dans le contexte actuel, c'est certainement le besoin des propriétaires qui prendra le dessus sur le besoin des bâtiments. C'est probablement la diminution du bilan carbone de leur construction qui les incitera à choisir le chanvre en premier lieu, relativement à ses capacités de séquestration de CO₂. Cela leur permet de construire plus de surfaces relativement au budget carbone par m² de l'édifice à fin de rentabilité locative. Dans un second lieu, c'est l'économie financière - encore une fois - qu'une isolation engendre sur la facture d'énergie pour le chauffage. En troisième lieu, vient l'image de "sauveur de la nature", malgré une démarche constructive non anodine, puis le confort et la durabilité au sens propre. Bien entendu, il existe des exceptions à ce classement qui est défini par une intuition personnelle, basée sur mon expérience du monde immobilier.

⁷³ On utilise des fibres thermofusibles comme le polyester pour lier les fibres entre elles : elles se liquéfient sous l'effet de la chaleur. En résulte une laine homogène, moelleuse et aérée. Ce principe, indispensable pour la bonne tenue de l'isolation, vient galvauder le bilan jusqu'ici totalement écologique du chanvre. Mais l'immense majorité des laines végétales subissent ce mélange.

⁷⁴ Selon moi, la migration de vapeur d'eau participe à ramollir les fibres sporadiquement, tout en les alourdissant, ce qui induira probablement une diminution de sa capacité à contenir de l'air, par tassement progressif de la laine et perte de volume, ainsi de même une perte des propriétés thermiques, qui étaient assurées par l'air emprisonné. Cet air, ne conduisant pas bien la chaleur, "écarte" aussi les fibres les unes des autres. Ainsi, tant la convection que la conduction thermique en sont réduites.

⁷⁵ Vritable talon d'achille des matériaux bio-sourcés : on retrouve régulièrement du polyester pour améliorer l'homogénéité et la souplesse d'un composant. Le polypropylène est communément employé comme liant pour la confection de panneaux rigides. Dans les cas d'additifs synthétiques, pour la forme ou en traitement antifongiques, l'aspect "sans COV" est perdu. Des solutions issues d'amidon de maïs permettent de confectionner des panneaux tout en substituant le polyuréthane.



“Exemple d’une application de laine de chanvre”

Technichanvre

Constructivement parlant, elle est utilisée en tant qu'isolant thermique et phonique pour le doublage de murs existants (intérieurs ou extérieurs), pour des toitures, des planchers, ou en tant que calfeutrage.

Voir ci-contre, la coupe constructive de toiture. Les autres postes d'installation suivent les mêmes principes constructifs.^{76 77} Toutefois il est recommandé de veiller à la ventilation lors d'un contact avec une couverture extérieure et à l'emploi d'un frein-vapeur selon la perspiration du parement intérieur.

Le béton de chanvre s'obtient en mélangeant de la chènevotte, un liant minéral ou naturel (chaux, ciment, argile...) et de l'eau. Les dosages varient en fonction de l'application choisie. En moyenne, la fabrication de 100 kg de béton de chanvre nécessite 1 sac de chènevotte, 2 sac de liant et un seau d'eau.⁷⁸ Le béton de chanvre permet de construire des murs isolants non porteurs. Il peut s'utiliser dans le cadre de travaux de construction neuve, en remplissage d'une armature, ou de travaux de rénovation, en doublage de murs existants (isolation intérieure ou extérieure), pour des toitures ou pour des planchers. Il est adapté à de nombreux types de supports : murs en pierre, en terre, briques, colombages, ossature bois et structures métalliques (attention au PH lors d'emploi avec les matériaux métalliques). Il s'adapte moins volontiers aux surfaces en béton classique, car ce dernier pourrait constituer une interface saturante pour la vapeur d'eau. Ses performances thermiques et hygrométriques, ainsi que sa malléabilité et son aspect en font un très bon matériau pour la rénovation d'anciens bâtiments.

Il existe différentes techniques de mise en œuvre du béton de chanvre. Par voie humide : en remplissage ou en projection (à l'aide d'une machine) ou en banchage (à la main). Par voie sèche : en empilant des blocs de béton de chanvre prêts-à-poser ou en implantant des murs préfabriqués en béton de chanvre et ossature bois (image ci-jointe). Quelle que soit la mise en œuvre choisie, les murs en béton de chanvre ne sont pas porteurs et nécessitent toujours une ossature structurelle. En général, le bois est privilégié pour une démarche complètement tournée vers les matériaux biosourcés mais d'autres solutions comme le béton (ciment) ou l'acier ne limitent pas l'emploi du chanvre. Le béton de chanvre et le bois sont très compatibles ; ce sont des matériaux relativement légers, ce qui permet une mise en œuvre plus simple sur le chantier. De plus, le chanvre est un matériau souple, ce qui est un atout en cas de tremblement ou de secousse sismique, car il s'adapte à la structure en bois. Enfin, la résistance au feu exceptionnelle du chanvre apporte une protection significative au bois en cas d'incendie.⁷⁹

La préfabrication consiste à remplir en atelier une ossature en bois avec du béton de chanvre, pour réaliser des morceaux de murs prêts à être directement implantés sur le chantier. Cette technique permet de réduire le temps passé sur le chantier, de faciliter le montage des murs et de faire abstraction des conditions météorologiques puisque le séchage du béton de chanvre a lieu dans l'atelier de préfabrication. De plus, les installations de chantier sont considérablement réduites tout comme les salissures ou les pertes de matières.

⁷⁶ En parois verticales, la laine de chanvre est mise en place en panneaux semi-rigides : entre l'ossature, dans le cas d'un mur avec une ossature bois, ou dans les contre-cloisons, ou sur une ossature métallique, dans le cas de murs en parpaings, briques...

⁷⁷ En plancher la laine de chanvre en panneaux est mise en place directement sur le plancher (plancher bois sur solives ou dalle béton) en une ou deux couches / ou / sous le plancher, entre solives en deux couches croisées (première couche entre solives et deuxième couche perpendiculaire aux solives)

⁷⁸ Plus précisément, un sac de chènevotte représente 20kg, un sac de liant 25kg, un seau d'eau 20l. Mais sur le chantier ça se compte de manière pratique ; il y a rarement une balance.

⁷⁹ Résistance au feu : Grâce à sa composition en partie minérale, le béton de chanvre est très résistant au feu. A son contact, le feu se propage très lentement et dégage très peu de fumée. CERIB, 2019 La résistance au feu de la laine de chanvre est cependant obtenue par un traitement spécifique.



“Briques de chanvre”

Isohemp



“Pans de mur préfabriqués”

WallUP

Cette technique se développe pour répondre, rapidement et efficacement, à la demande en construction chanvre, et ce en particulier lors de constructions neuves qui sortent du cadre traditionnel. Ces innovations permettent ainsi de porter le chanvre auprès d'un marché qui considérerait cette ressource comme trop contraignante ou incertaine. Cependant ce procédé requiert une grue, ce qui n'est pas le cas des autres.

Il est possible de réaliser des chapes isolantes à base de béton de chanvre ; sur un géotextile posé au sol, un "hérissson" doit être placé, systématiquement, afin d'éviter les remontées d'eau par capillarité et de permettre la respiration de la chape. Le mélange de chaux-chanvre se dispose telle une chape au-dessus du hérissson et peut être revêtu de parquet, de dallage ou de carrelage. Réaliser une chape ou une dalle en "béton allégé" permet d'obtenir un support rigide tout en améliorant l'isolation thermique et phonique.⁸⁰ Les propriétés hygro régulatrices de ces chapes sont très utiles pour éviter l'accumulation d'eau lorsque le terrain est soumis à des remontées phréatiques, ou se trouve en zones humides.

Nous visualisons de quelle manière le chanvre s'adapte à de multiples parties du bâtiment, à différents types d'édifices, à divers conditions de chantier. Les techniques de mise en œuvre sont connues et ont fait leurs preuves. Les recettes peuvent de même être ajustées afin de varier les propriétés du composant. Le béton de chanvre, par exemple, peut adapter sa densité en fonction des lieux et des besoins. On obtient ainsi un béton plus dense et plus rigide en augmentant la quantité de chaux ou un béton plus léger et isolant lorsqu'on favorise la proportion de chènevotte. Il existe ainsi des mélanges, sol, murs, toiture, enduit, mais un dosage minimal en liant est cependant indispensable à maintenir pour protéger les particules de chènevottes des attaques fongiques, bactériennes et pour éviter toute détérioration par les rongeurs ou tout problème de tassement.⁸¹

Au-delà de la matière, les techniques peuvent s'hybrider ou s'intervertir. En effet, comme le témoigne l'artisan en éco-maçonnerie Sébastien Pittet:

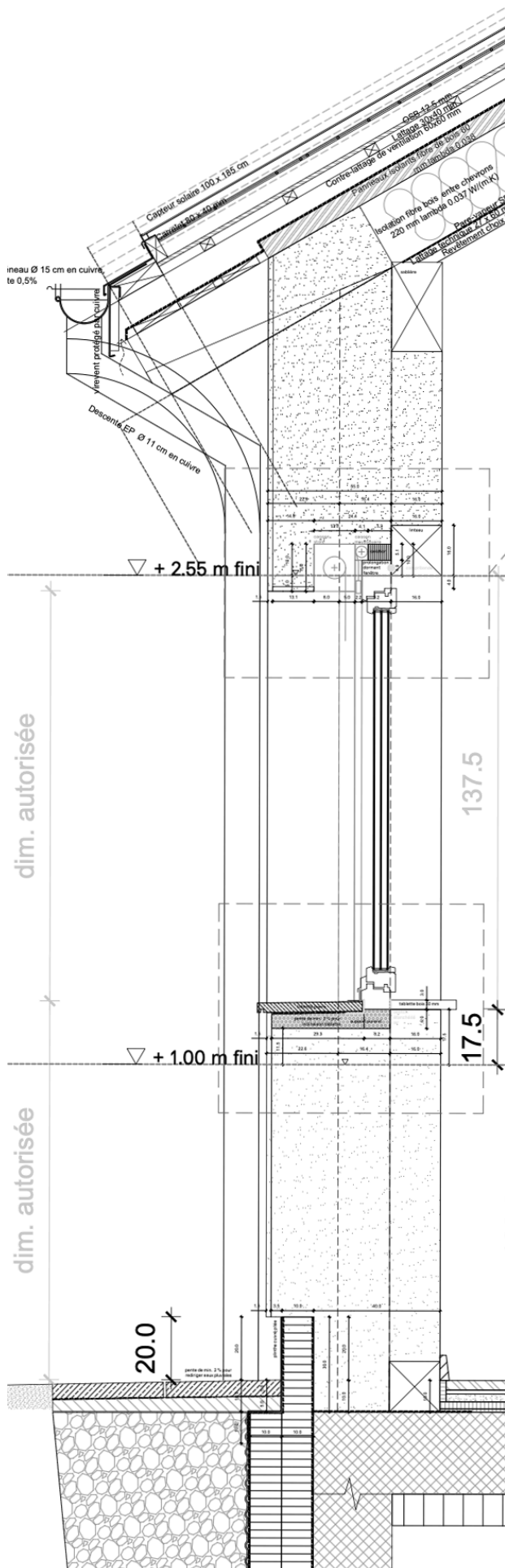
"En théorie, il y a des méthodes qui conviendraient mieux à certains cas constructifs. Toutefois, dans les faits, on arrive toujours à s'adapter pour faire correspondre les techniques au cas d'application. Par exemple, pour une intervention d'isolation d'une toiture par l'intérieur, on aurait tendance à penser que l'emploi de laine de chanvre est le plus adapté. Cependant, en déroulant un roseau contre les chevrons, nous obtenons un coffrage perdu qui reçoit bien la matière projetée puis constitue un bon support de finitions. Cette méthode permet de gagner en inertie et surtout de remplir de manière plus efficace les recoins et aléas géométriques du volume à isoler."

Ainsi, il est parfaitement envisageable d'employer des bétons de chanvre qui paraissent intuitivement réservés aux sols ou murs, en toiture. De manière complémentaire, les laines peuvent correspondre à des usages au sol (planchers) ou en façades (doublages, remplissages, calfeutrages).

L'atout principal des composants en chanvre, c'est la capacité d'ajuster les techniques en fonction des besoins, des supports, des structures, des compromis de l'architecte, de l'ingéniosité des artisans et du budget du maître d'ouvrage. Cela ne s'arrête pas là, et ne fait que commencer. La caractéristique qui suivra est sans doute la plus surprenante et la plus enrichissante des découvertes lors de mes recherches sur les techniques d'applications.

⁸⁰ Le béton de chanvre est le plus connu, mais parmi les solutions naturelles, il existe aussi le béton de liège expansé en granulé, le béton de billes d'argile ou encore le béton d'écographe.

⁸¹ Evrard, Arnaud. « Bétons de chanvre, synthèse des propriétés physiques ». Construire en CHANVRE, novembre 2002.



“Coupe constructive du Dojo”

Mur plein sur ossature en bois d'oeuvre
Apparent - Brut Intérieur
Apparent - Brut Extérieur

ARbio SA x HA HA

Grâce aux propriétés multiples du mélange btenu par la chènevotte et un liant⁸², il est envisageable d'attribuer au béton de chanvre des rôles multiples dans une paroi. Un mur, est conventionnellement⁸³ composé d'éléments structurels dont le rôle est principalement de porter. On y ajoute selon les cas des éléments de remplissage puis, si besoin, un isolant. Celui-ci requiert dans de nombreux cas une structure d'accroche, puis, comme support d'enduit, un deuxième recouvrement, un enduit de lissage, et enfin, une peinture de finition.⁸⁴

Il existe une multitude de cas contrastant avec cet exemple, toutefois nous allons voir comment le chanvre y répond sans pareil (la terre dans certains cas). Pour une construction en pierre, le chanvre est projeté ou coffré contre la matière, par l'intérieur ou l'extérieur ...et le tour est joué. Il permet, dans le cas extérieur, d'être enduit (toujours en chaux et paillettes de chanvre) pour limiter les effets de dégradation par les intempéries.⁸⁵ Pas besoin de ventilation, joints, colles, de structures métalliques ou accroches en tout genres entre les couches.⁸⁶ De plus, en cas de géométries biaises, ou encore de trous, le chanvre occupe les espaces de manière agile, et rattrape les irrégularités. Par l'intérieur, le chanvre est lui aussi projeté ou coffré. Après décoffrage, il est généralement enduit par un mélange concocté par les mêmes composants, dont les proportions et tailles de grain sont adaptées. Une peinture de finition, elle aussi à la chaux, peut être appliquée pour des raisons esthétiques ou d'entretien. La magie commence ici, applicable à des cas au-delà de la construction en pierre.

Il est envisageable de ne pas employer de peinture de finition et cela produit des résultats amplement satisfaisants. En effet, l'enduit appliqué au-dessus du béton de chanvre peut être de grain fin et se tient volontiers dans la masse. L'enduit revêt alors un rôle de lissage et un rôle de finition esthétique. Mais il est, avec le chanvre, facile de faire des économies supplémentaires. Lorsque le béton de chanvre est mis en œuvre, il est possible d'apporter un soin permettant de laisser la matière brute de décoffrage. Pouvant aussi être teinté dans la masse, le résultat offre aussi une texture et une luminosité qui s'adapte au gré des volontés. Mais nous ne sommes pas au bout de nos surprises.

Cependant, si nous récapitulons, le matériau censé remplir un rôle isolant permet maintenant de satisfaire le rôle de finition, en substituant ainsi le recours à des couches de matériaux multiples qui serviraient à jointer, ajuster, supporter et maquiller. Nous avons aussi, dans certains cas structurels (poteaux-dalle, ossature métallique ou bois), accompli le rôle de remplissage. Cependant, nous pouvons poursuivre l'ajout de fonctions, à la liste d'un seul élément composé de chènevotte, liant et eau. L'aspect texturé d'un béton de chanvre employé à l'intérieur permet d'amortir et piéger le son d'une pièce pour ainsi la rendre plus confortable acoustiquement.⁸⁷ Les propriétés perspirantes de la chaux combinées

⁸² Ici la chaux, mais cela vaut aussi pour la terre

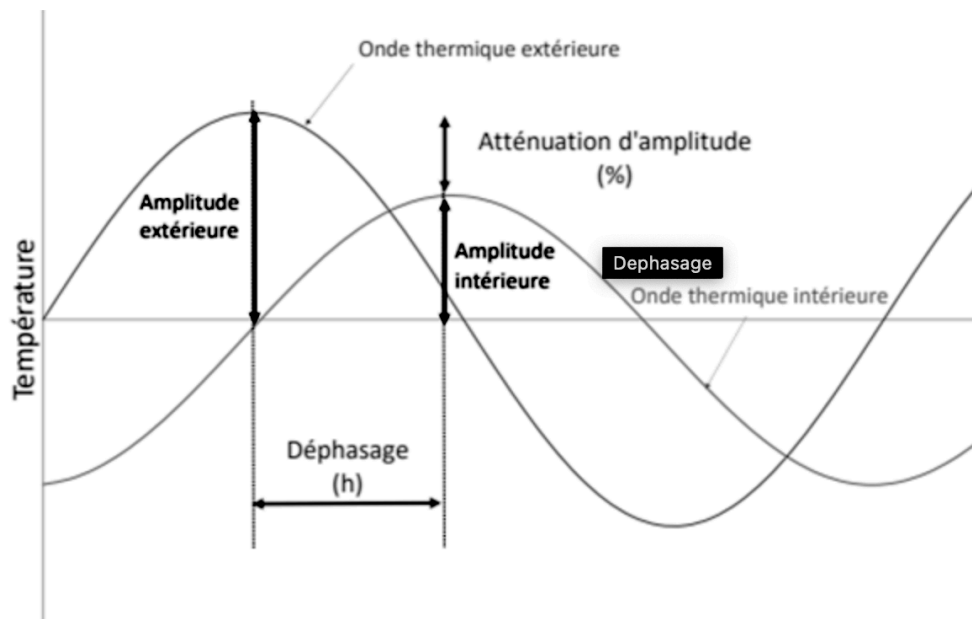
⁸³ Conventionnel dans le sens de l'architecture contemporaine, employant des matériaux industriels

⁸⁴ "Les isolants dits conventionnels, par exemple laine de verre, impliquent une composition de paroi en lasagne, plus complexe et coûteuse. Je pense ici aux rails à placo permettant l'accroche de ces plaques, et qui recevaient ensuite un enduit, puis une peinture. Ces étapes sont souvent réalisées par différents intervenants et les matériaux ont des provenances et traces écologiques inquiétantes. Sans même parler de CO², les coûts de ces étapes conventionnelles pour réaliser une paroi peuvent être minimisés par l'emploi d'un isolant chanvre accueillant directement un enduit de finition, réalisé par le même artisan. La question du surcoût est un leurre selon moi, car on calcule par poste et non par élément. Bien que l'enduit puisse prendre plus de temps, et ainsi coûter plus chère au m², la substitution d'autres étapes ne sont, selon moi, pas toujours prises en compte dans la comparaison de prix entre deux procédés. La qualité et continuité de l'isolation n'est également pas prise en compte." - G.Douillet

⁸⁵ Si l'avant-toit (chapeau) est suffisant long, la façade peut être laissée brute dans certains cas favorables.

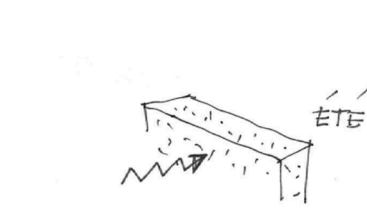
⁸⁶ Un squelette d'accroche en bois ou des tampons d'ancrages sont parfois requis pour écarter tout risque de décollement, mais on les effectue avec ce qu'on a sous la main, ce qui n'en fait pas un élément coûteux en énergie de production, tel qu'entendu ici.

⁸⁷ "Le chanvre est relativement performant en isolation thermique, performant en isolation acoustique, mais cela dépend des lieux et programmes. L'emploi du béton de chanvre pour des planchers n'est pas la meilleure des solutions ; tout dépend du type d'habitation. Pour une maison individuelle, cela pourrait convenir, mais dans le cas d'immeubles d'habitation, la fréquentation et la circulation à des heures variées peut être dérangement, de par la propagation de bruits solidiens. Pour éviter que le son ne traverse parois et planchers, il est plus performant d'employer des matériaux qui respectent le principe masse-ressort-masse - que ne permet pas le chanvre dans un état lié. Il peut cependant s'employer en vrac pour remplir un plancher entre les solives. Et fonctionne bien en parois." - Laurent Mouly



“Confort par le phénomène de déphasage thermique”

Karibati



L'évaporation de l'eau dans le mur absorbe la chaleur: maintien de la température du mur, sensation de fraîcheur.



L'évaporation de l'eau dans le pull absorbe la chaleur: maintien de la température du corps, sensation de fraîcheur.



La condensation de l'eau dans le mur dégage de la chaleur: maintien de la température du mur, sensation de chaleur.



La condensation de l'eau dans le pull dégage de la chaleur: maintien de la température du corps, sensation de chaleur.

“Confort par le phénomène d'hygro régulation”

Dumont-Legrand

au pouvoir absorbant de la chènevotte permettent d'absorber, de restituer et ainsi de réguler l'humidité par transfert de vapeur d'eau entre le mur et les espaces qu'il définit. L'inertie proposée par le béton de chanvre, au-delà de limiter la déperdition thermique, participe aussi à la régulation de la température intérieure. Ainsi, il contribue à rafraîchir les temps chauds et réchauffer les temps frais.

Ces multiples fonctions apportent, au-delà du confort et des qualités physiques, des économies de différentes natures. Une première économie est réalisée en termes d'énergie de chauffage. Une seconde en termes d'équipements de ventilation nécessaire à limiter la condensation, source de moisissures ou autres pathologies malsaines pour les occupants, et pour les composants eux-mêmes. Une troisième économie est réalisée par la le nombre de matière en jeu afin de remplir ses multiples fonctions. Il n'est alors pas nécessaire de faire venir des ressources de multiples horizons comme pour la plus grande majorité industrielle, avec toutes les matières énergivores, dénaturées et nocives qu'elles constituent. Une quatrième économie se situe au niveau de la mise en œuvre ; une succession d'étapes sont court-circuitées, tout comme la main d'œuvre qui les accompagnent.

On pourrait également ajouter la facilité à y faire passer des gaines électriques, d'y incorporer les boîtes de dérivation, des interrupteurs, d'effectuer des modifications ou des rhabillages. Une cinquième économie se situe au niveau des risques. En effet, et contrairement à notre objet, plus les composants sont nombreux, plus les interfaces entre ces derniers peuvent comporter d'incidents constructifs tels que des défauts d'étanchéité, des fissures, des décollements. Et toujours au niveau des risques, le béton de chanvre protège les éléments structurels contre le feu, tout en permettant de limiter l'emploi de matériaux qui ne le supportent pas. Il est souple et amortit aisément les secousses sismiques lorsqu'il est combiné à une ossature bois. Une dernière, la sixième, se situe au niveau de l'économie environnementale. Ouvrant de manière bi-latérale, le chanvre propose une réduction de carbone par sa simple présence dans une construction, tout en recoupant le carbone du matériau plus intense qui aurait occupé sa place. De même au niveau du sol, quand un matériau intense risque de créer des dommages, la culture de chanvre régénère son lieu de croissance. Nous pourrions aussi envisager, selon les modes de traitement en fin de vie, que l'emploi du chanvre offre une nouvelle économie en termes de pollution et/ou d'énergie de recyclage.

La laine, favorisée pour son aspect léger et pratique, est plutôt mise en œuvre lors d'interventions légères⁸⁸. Elle se présente sous l'état souple, semi-rigide ou rigide - un recouvrement permettant de masquer les irrégularités de joints. Et encore, il arrive parfois des surprises lors de percements pour, par exemple, accrocher un objet au mur. En effet, la laine a tendance à s'enrouler autour du forêt qui le rencontrerait. Perdant sa forme d'origine, la laine n'occupe plus l'entier du volume initialement isolé par sa présence. Ces détails sont minimes, mais il est bon de les avoir en tête si nous sommes habitués au polystyrène expansé.

Les briques font s'emploient dans des car relativement plus simples, tel qu'un doublage de mur. Mais apportent des avantages que les autres formes n'ont pas. Par exemple, le fait que les briques soient de formes finies ne permet pas les mêmes rattrapages de géométries. De plus, nécessitant un appareillage, de multiples manipulations se répercutent sur le coût de la main-d'œuvre, et un enduit de lissage, ainsi qu'une finition sont parfois requis dans des contextes d'habitat particuliers. De plus, les briques de chanvre demandent des accroches contre la paroi d'appui. Elles sont moins adaptées pour les remplissages, car les dimensions finies impliquent des découpages et des possibles défauts de continuité isolante. Elles ont cependant l'avantage d'être produites en amont de la construction, par des processus de préfabrication industrielle. Ainsi, la qualité est homogène, la quantité de chaux peut être maîtrisée et parfois réduite. Le séchage n'est pas une question pour l'organisation du chantier ; les

⁸⁸ Dans un sens contraire à une intervention en profondeur, nécessitant des moyens logistiques plus contraignants.



“Bureau d'accueil”

Genèse Architectes

briques demandent des qualifications et infrastructures plus accessibles. Par exemple, pas de coffrages, de machines qui permettent les mélanges ou la projection, pas de salissures et peu de pertes. Elles sont particulièrement adaptées aux logiques constructives minérales, pour le remplissage d'un poteaux-dalle ou un doublage de mur en brique.

En somme, plus on travaille dans un contexte irrégulier, plus le béton de chanvre sera favorisé. Plus le contexte est rectiligne et apparenté à une architecture industrielle, plus la brique de chanvre prendra tout son sens. Les techniques restent pourtant adaptables et hybridables. Les murs préfabriqués sont quant à eux une combinaison entre une ossature bois, d'une brique préfabriquée et un chanvre projeté dans un coffrage. Il existe une multitude de cas, comme nous en témoigne Sébastien Pittet :

“Parfois, on combine les techniques de manière créative. Les cloisons intérieures peuvent se faire en utilisant une ossature bois très légère entre laquelle se glissent des modules de laine de chanvre, eux-mêmes maintenus d'un côté et de l'autre par rouleaux de roseaux. Ces derniers sont enduits par un mélange chaux-chanvre de finition, un plâtre ou encore un enduit terre. C'est une composition peu courante, mais qui est préconisée pour un minimum de coûts, tout en obtenant d'excellents résultats acoustiques et thermiques. C'est pour cela que, personnellement, j'aime utiliser une ressource aussi agile.”

Au-delà des aspects constructifs purs, l'emploi du chanvre se développe et se démocratise dans l'industrie et dans les mentalités. On voit ainsi apparaître du mobilier à base de béton de chanvre, tels que des bars ou des bureaux d'accueils dans les commerces, les panneaux agglomérés pouvant servir les mêmes fonctions que ceux issus du bois, c'est à dire des meubles fins, tels que des étagères, buffets de cuisine, tables, portes, et bien d'autres encore. Selon le type de liant, des panneaux composites utilisant de manière hybride la chènevotte et les fibres donnent lieu à des éléments de couverture utilisés en façade et en toiture. La question de la mise en œuvre ne se pose alors plus, car ces éléments sont issus de procédés industriels. Leur installation et les qualités apportées dans l'édifice sont similaires aux matériaux analogues.

Nous pouvons alors en tirer les constat suivants :

Les matières isolantes communément employées dans une construction peuvent, dans de nombreux cas, être substituées par le chanvre, qui peut engendrer diverses économies matérielles, temporelles, logistiques, sécuritaires, sanitaires, infrastructurelles, énergétiques et environnementales ; quand certains systèmes constructifs requièrent une multitude de couches relativement complexes, le chanvre dépasse parfois leurs fonctions en réduisant la complexité de l'ensemble. Très agiles, les méthodes peuvent être hybridées et prendre place dans de multiples parties du bâtiment, tout en satisfaisant diverses fonctions simultanément. Ce qui peut remettre en question certains matériaux et certaines installations. On remarque que les acteurs sont multiples et répondent à différentes contraintes avec divers niveaux de sophistication de produits. Plus simplement, le chanvre apporte de hautes qualités architecturales.

3.2 - Des précautions qui s'anticipent

- Les précautions induites par l'emploi du chanvre, relativement aux matériaux auxquels il se substitue, ne provoquent pas de désagréments lors du chantier s'ils sont anticipés par les acteurs.

Malgré ses nombreuses qualités, le chanvre est loin d'être parfait, alors changeons de regard. Nous allons à présent parcourir les difficultés qui accompagnent le chanvre dans le milieu de la construction. Il a des idées reçues, certaines sont remédiables, d'autres de véritables enjeux, qui expliquent aussi pourquoi le chanvre n'est pas employé massivement à l'heure actuelle. Nous allons principalement aborder les thématiques suivantes : Les perceptions - les prix - la logistique - les acteurs - les précautions - les risques - les règlements - les outils et calculs - la résistance au changement.

Le chanvre est parfois perçu comme un matériau low-tech et ce, tant par les professionnels que les particuliers. Le high-tech s'entend volontiers comme un synonyme de performance ; son antonyme technologique s'apparenterait à l'antonyme de performance. Le chanvre véhicule une image de durabilité environnementale, certes, mais des incertitudes persistent quant à la durabilité temporelle de ses composants.⁸⁹ En d'autres termes, un matériau expérimental qui correspond bien aux animations pour enfants telles que Les Trois Petits Cochons, aurait tendance à s'effriter, à se décomposer au contact de l'eau, à faire des taches vertes sur les habits ou encore à donner des vertiges par ses émanations.⁹⁰ Qu'en est-il des pompiers qui viendront éteindre l'incendie de ce bois odorant, auront-ils des fous-rires et les yeux rouges ? C'est du moins de quoi témoignent les acteurs interviewés lors des recherches pour ce travail.

J'en veux pour exemple ce que nous en livre le fondateur de l'entreprise Flow Hemp :

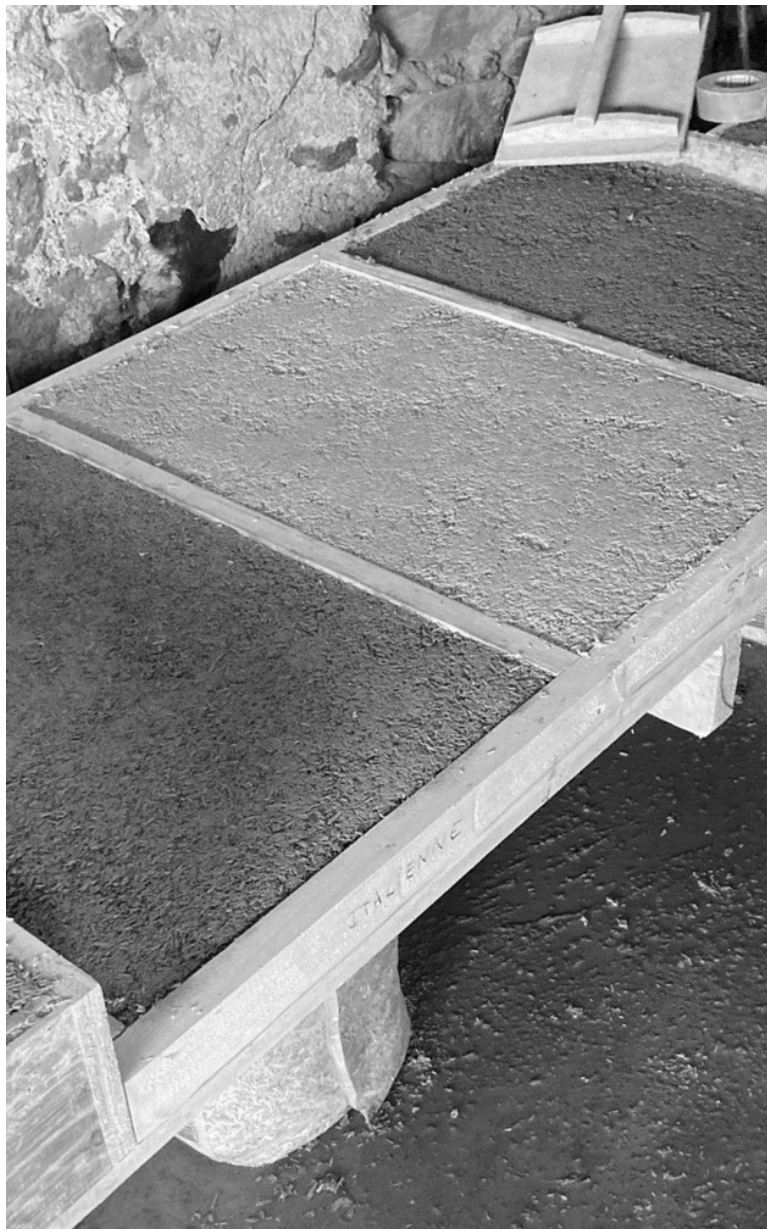
“J’ai rencontré beaucoup de personnes qui avaient une image négative, parfois même infondée du produit. Certains ont un blocage envers la possibilité de l’emploi du chanvre, principalement à cause de son amalgame avec la drogue. Aujourd’hui cela me fait rire, car j’ai de bons arguments. Certains préfèrent même ne pas discuter autour des différences et des potentiels de cette ressource. Cependant, pour la plupart, seules des petites blagues introduisent un dialogue qui les surprennent en bien par la suite.”

Une fois que les barrières psychologiques sont dépassées, viennent généralement les freins financiers. Nous avons cependant vu que diverses économies sont réalisables par l'emploi du chanvre. La laine de chanvre est effectivement plus chère que d'autres isolants pour des performances relativement similaires. Toutefois le béton de chanvre, pouvant se substituer à d'autres matières, et éviter de nombreuses étapes, permet dans certains cas de réduire considérablement le prix d'un mur.⁹¹ Cela dépend alors du fait que n'est regardé que l'écart de prix avec l'isolant qui aurait pu être l'alternative. Mais ce calcul omet souvent d'intégrer ce que l'utilisation de chanvre économise, comme les fixations en aluminium, le placoplâtre qui vient par dessus, enduits, peintures, etc. Aussi, la qualité de confort finale n'est pas pareille et le coût de cette qualité n'est pas non plus considéré. On compare

⁸⁹ Nous n'avons pas suffisamment de recul, relativement au temps depuis lequel est employé le béton de chanvre (1986). Toutefois il se raconte qu'il tiendrait facilement plus de cent ans s'il n'y avait de sinistre d'eau.

⁹⁰ Il n'ont peut-être pas conscience des COV émis par les matériaux “high-tech” (sous-entendu : composites libérant des particules synthétiques nocives et parfois même hautement cancérigènes.) Merci la performance.

⁹¹ Ici, pas de métrique, car cela dépend de la personne qui calcule. Généralement, on indique les prix par mètre carré, parce que les épaisseurs d'un composant conventionnel sont relativement bien définies car ils n'occupent généralement qu'une fonction.



“Test de chaux et de pigmentations”

ARbio

généralement le prix d'un m² d'isolant avec le prix au m² d'un autre isolant à performance R ⁹² égale. Cela peut mener à croire que le chanvre n'est pas une bonne alternative, en raison de la différence de coût apportée par cette méthode qui n'intègre cependant pas l'entier des facteurs. Les architectes, ingénieurs et artisans qui souhaiteraient promouvoir une solution en chanvre doivent alors se mettre à expliquer au client une science en dehors de la science conventionnelle.

“Avec le chanvre, on aurait tendance à calculer en mètre cubes. Cela explique qu’une comparaison d’une matière au m² avec une seconde au m³ ne ferait pas véritablement sens. Un m³ de béton chaux-chanvre coûte environ 170 CHF (+/-) 30 CHF de matière première et se facture à 1’300 CHF (+/-) 200 CHF en fin de réalisation. Cela en fait un produit extrêmement résilient à la fluctuation des marchés. On paye alors le savoir-faire ” -Olivier Dahenne

Sensibiliser le marché à ces considérations est un effort qui n'est pas entrepris par une majorité d'acteurs. Il y a, alors, une perception de “surcoût” relative aux modes d'évaluations.⁹³ En surpassant cet a priori, un M.O. gagnerait sur le résultat final, en qualité, confort, durabilité, tout en réalisant, selon les cas, des économies financières.⁹⁴ Il est alors compréhensible que les acteurs ont parfois une réticence à l'emploi du chanvre. En outre, excepté les architectes, les entreprises ne sont pas personnellement affectées par le coût final de la réalisation. Elles ne sont pas non plus payées pour faire de la sensibilisation ou jouer un rôle révolutionnaire envers les modes de calcul. Cependant, les précautions qu'implique le chanvre à travers ces freins financiers sont gérables, en les anticipant correctement par une communication transversale en amont du projet.

À ce propos, Laurent Mouly nous explique :

“Quand il faut déjà payer la construction, les matériaux, il ne reste pas souvent de temps ni de budget pour payer l'intelligence qui va avec. Il est toutefois primordial de construire des modèles de compréhension de ces facteurs, et des interactions entre eux. Aussi il faut être ouvert à faire des compromis et cela passe peut être par une isolation plus légère, tout en favorisant d'autres critères permettant à une enveloppe d'être performante.”

D'autres réticences financières accusent le lambda plus faible du béton de chanvre. Il impliquerait une sur-épaisseur qui réduirait les surfaces habitables et donc la valeur locative d'un bien. Mais est-ce véritablement le cas ? Une surépaisseur, par rapport à l'emploi d'autres matériaux à conductivité thermique plus performants, est induite dans certains cas constructifs par l'emploi du chanvre ; c'est totalement vrai. Comme il est tout aussi vrai que la surépaisseur est contournable en favorisant d'autres éléments participant à la thermique globale d'un édifice⁹⁵, tel que nous l'indique Mr.Mouly au précédent paragraphe. La notion de perte de valeur locative est aussi discutable. En effet, comme pour

⁹²La résistance thermique R (m²K/W) d'un élément est un rapport entre son épaisseur et sa conductivité thermique. La résistance totale R_{tot} d'un mur correspond à la somme des résistances linéaire et statique de ses couches. Elle ne prend pas en compte les facteurs dynamiques tels que l'inertie, qui peut influencer sa valeur.

⁹³ Il faut aussi prendre en compte la probable hausse des prix de l'énergie et des matières premières minérales ou fossiles

⁹⁴ Je ne me lance pas ici dans des calculs, dont les résultats changent au cas par cas ; c'est le principe qu'il faut garder à l'esprit.

⁹⁵ Selon Laurent Mouly : “c'est effectivement un point déterminant au sujet du chaux-chanvre, le lambda n'est pas incroyable. Mais la considération de la performance thermique d'une façade ne se limite pas au R. L'enveloppe du bâtiment, c'est des parties opaques mais aussi des fenêtres, un soubassement, une toiture, et toutes les connexions entre ces parties du bâtiment comportant probablement des points froids. La performance d'une enveloppe est aussi en lien avec la question de la ventilation, le confort de surface, de confort estival, d'émissions de COV, du système de chauffage. Si on regarde que le R d'une paroi pour évaluer sa performance, c'est comme si on ne regardait qu'un cinquième du problème. C'est idiot de dire qu'on cherche à être 2 fois plus performant sur un paramètre si on en oublie les autres. Par exemple, les premiers bâtiments basse consommation n'ont de loin pas atteint les économies d'énergie qui étaient annoncés sur le papier. Le mode de calcul ne permet pas d'obtenir les résultats espérés, car ne prend pas correctement en compte les facteurs dynamiques.”

le coût de m2 d'isolation précédemment discuté, on peut regarder le coût par m2 de surface locative. Toutefois, ce calcul ne prend pas en compte les qualités apportées au lieu par le matériau chanvre. Ainsi la "valeur" locative induite pourrait compenser la perte de surface de ces cas immobiliers.

J'ai alors profité de mon entretien avec l'ingénieur et praticien du chanvre, Sébastien Pittet, pour lui demander : "Que répondriez-vous aux architectes inquiétés par une perte de valeur locative induite par la surface supplémentaire occupée par le chanvre ?" Et sa réponse fut la suivante :

"Je dirais que je ne les crois pas, et qu'ils ne parlent pas en connaissance de cause. Certains le font peut-être, mais ceux que j'ai rencontrés n'ont jamais calculé la différence du prix locatif pour une construction de quelques m2 en moins, mais intégrant des matériaux plus sains et plus confortables pour les occupants - de surcroît, plus respectueux pour l'environnement. Ils brandissent cet argument par facilité lorsqu'ils ont des doutes relatifs à leurs capacités à sortir de leurs habitudes. Ils souhaitent alors écarter le composant chanvre qui les intéressait, mais qu'ils ne maîtrisent pas. Je dirais que c'est une barrière culturelle liée à des personnes qui ne réfléchissent pas plus loin et souhaitent délibérément fuir cette solution".

Bien entendu, libre à chacun de choisir ses matériaux de construction et d'avoir un avis propre quant à leurs emplois. Cependant, il est, à nouveau, notable que les types de considération peu intégratifs créent des frictions.⁹⁶ Lors d'une conférence de la SIA⁹⁷, il était toutefois surprenant de constater que les intervenants se mettaient relativement d'accord sur la perte de valeur prévisibles des objets immobiliers, n'ayant pas intégré des solutions durables dans un court horizon. Et de manière analogue, une augmentation de la valeur des objets immobiliers, intégrant des solutions durables, car elles étaient attrayantes moralement, mais ne représenteraient pas de potentiels frais pour les propriétaires dans un contexte légal évolutif en faveur de l'environnement. Les économies sur le bilan carbone d'une construction étaient considérées, tout comme l'économie financière induite, par la réduction d'énergie opérationnelle offerte par le chanvre.

Alors voilà, les acteurs peuvent potentiellement réaliser des économies avec le chanvre, même si sa laine est chère, et que de prime abord des surcoûts peuvent se manifester avec l'emploi d'un bref calcul. Le chanvre est alors supposé choisi et le chantier se réjouit de l'employer pour les multiples qualités promises. Mais les ennuis recommencent. Peu d'entreprises sont qualifiées pour réaliser le béton de chanvre qui a été massivement intégré au projet. De plus, ces entreprises mettent l'architecte en garde vis-à-vis de la logistique que cela implique. "Un grand volume de matière est acheminé sur le chantier, il ne faut pas qu'elle prenne l'eau, des machines seront nécessaires aux mélanges. Ah oui, il y a aussi l'installation de coffrages, et peut être une machine pour la projection, mais elle fait un peu de salissures. On peut faire sans, mais le temps de mise en œuvre est plus long que celui requis pour d'autres isolants. Une fois exécuté, le béton de chanvre demandera un temps de séchage."⁹⁸ En effet, la réalisation de béton de chanvre requiert une prise, puis un séchage qui est perçu comme contraignant. Il est aussi important de prendre en compte la quantité d'eau, et ainsi d'humidité dégagée par le séchage, apportée au chantier. Si cela n'est pas maîtrisé, des pathologies peuvent apparaître par la condensation de cette vapeur d'eau.⁹⁹ On entend parfois, dans de rares cas, que le chantier se trouve dans un contexte urbain

⁹⁶ Surface = argent, deux facteurs, deux dimensions, un résultat linéaire, c'est un peu plat.

⁹⁷ Source égarée

⁹⁸ Citation fictionnelle, basée sur une expérience personnelle lors d'emplois dans une entreprise de maçon devant expliquer cela aux architectes. Et dans les entreprises d'architecture recevant ce type d'explication de la part de leurs exécutants en maçonnerie.

⁹⁹ Selon Grégoire Dumont : "Le sujet de ces mises en œuvre est central avec l'emploi de ce matériau. Au-delà du séchage de la matière, la présence de grands volumes d'eau qui s'en évapore et se promène dans la construction peut aussi poser des problèmes si ce n'est pas anticipé."

tel, qu'il n'est pas envisageable de laisser les fenêtres ouvertes lorsque personne ne surveille les lieux. Ou encore, que se passe-t-il s'il pleut pendant 3 semaines, est-ce que le chantier va prendre du retard à cause du séchage plus lent ? C'est ainsi que la première manière de résoudre cette contrainte, c'est d'employer du chanvre préfabriqué et séché en atelier.¹⁰⁰ Cela demande, certes, une anticipation, mais évite de patienter sur le séchage. Toutefois, nous avons vu précédemment que cela demande un assemblage qui n'est pas anodin en termes de temporalité.

“Beaucoup de gens disent que le séchage est contraignant, car long. Mais je ne suis pas certain de cela. Sur un chantier, l'intervention avec le chanvre se fait au moment du gros œuvre, et il reste beaucoup d'autres postes à réaliser avant de poser les finitions. D'autres part, les isolations périphériques n'interfèrent pas vraiment avec les autres postes. Dans nos chantiers, nous n'avons pas été handicapés par des problèmes de séchage. J'ai l'impression que c'est un argument souvent brandi par quelqu'un qui cherche à écarter cette solution, sans pour autant en avoir fait l'expérience. Cependant, il ne faut pas pour autant le négliger ; c'est un enjeu en cas de mauvaise gestion.” -Laurent Mouly

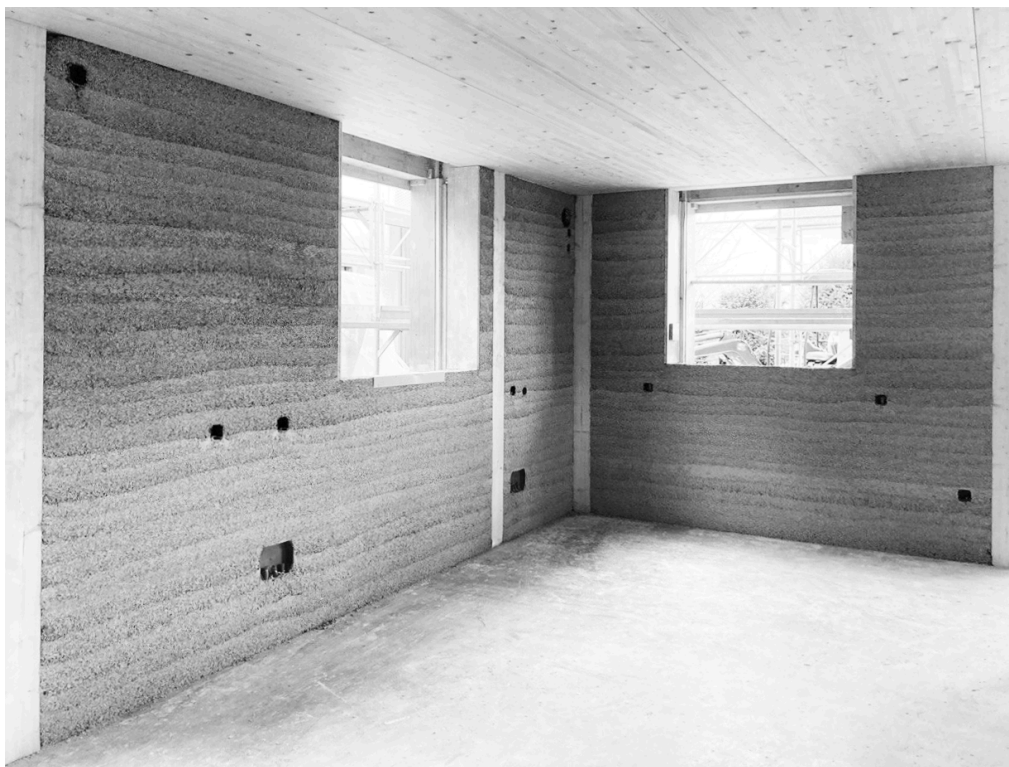
L'humidité est au centre des discussions pour pathologies encore trop fréquente qu'elle crée dans les bâtiments à notre époque¹⁰¹. Avec le chanvre, on en est généralement conscient, car on a conscience d'employer un matériau perspirant. Cela peut avoir l'air anodin, mais c'est une différence fondamentale, tant pour les principes constructifs qui intègrent cette notion, tant pour les occupants qui en bénéficieront. Or, ce qui est déplorable c'est que, de nos jours, on construit de manière “étanche”. Là se trouve une des précautions, si ce n'est pas LA précaution à considérer dans ce chapitre. Nous allons voir comment la binarité entre les méthodes définies comme normes aujourd'hui et les propriétés de perspirances font défaut quand on ne les considère pas suffisamment.¹⁰² En effet, lorsque la migration de vapeur d'eau est interrompue par un élément constructif, de la condensation peut se former à l'interface. Cette vapeur d'eau, qui est maintenant de l'eau, détériore les composants si elle ne peut pas s'évacuer ou s'ils ne sont pas prévus pour fonctionner avec. C'est ce qu'on observe couramment dans la construction conventionnelle ; on emploie des membranes étanches pour ne pas laisser la vapeur transiter dans la masse. Elle se retrouve soit bloquée d'un côté, soit de l'autre. Une ventilation des composants est alors nécessaire sur les faces extérieures, cela est contraignant au niveau des détails constructifs. A l'intérieur, c'est une ventilation mécanique forcée qui est communément employée. Elle représente cependant un coût, l'emploi de matières peu recommandées et une énergie non négligeable. Les conduits demandent une attention peu plaisante quant aux croisements qu'il peuvent rencontrer, aux doublages de paroi nécessaires à les dissimuler, et ce sans compter les pertes thermiques qu'elles engendrent. De plus, en cas de défaut d'étanchéité de la membrane, l'intégrité physique des éléments qu'elle protégeait sont compromis.

C'est d'ailleurs ce qui se passe avec le chanvre s'il n'est pas correctement mis en œuvre, comme nous le formule Grégoire Dumont : *“Le chanvre est en effet souvent combiné à des ossatures bois qui ont un rôle structurel. Des microfissurations apparaissent parfois à cause des différences de comportement entre matériaux, car la structure bois et le béton de chanvre en remplissage travaillent différemment. Cependant, lorsque la mise en œuvre est correctement réalisée, tout en respectant la recette composée par des produits testés, cela ne devrait pas arriver.”* On remarque donc une faillibilité du béton de chanvre.

¹⁰⁰ Selon Guilhem Douillet : “Bien que la densité du béton de chanvre influe tant sur le pouvoir isolant que sur la résistance à la charge -inversement proportionnel l'un à l'autre - le séchage influe lui aussi significativement. Nous avons fait des tests de séchage actifs pour réduire le phasage de chantier ; un séchage long offre de meilleures performances”

¹⁰¹ Basé sur une phrase employée par le professeur en physique du bâtiment Jean-Louis Scartezzini, lors de l'introduction d'un de ses cours : “Plus de 50% des pathologies graves des édifices contemporains sont causées par une mauvaise gestion de l'eau et de la vapeur d'eau.”

¹⁰² Selon Pittet Artisan : “Tristement, le problème le plus récurrent, c'est une erreur de conception architecturale ne permettant pas à la vapeur d'eau de migrer correctement à travers certains détails constructifs. La condensation qui s'y produit est la cause principale de sinistres constructifs.”



“Vue intérieure du Dojo”

ARbio

Toutefois les causes ne seraient pas tant attribuables à la matière qu'à ceux qui la mettent en œuvre.¹⁰³ Cela est toutefois une notion préoccupante ; le chanvre serait capable d'évacuer l'humidité sans en être affecté, mais en cas de présence accentuée d'eau dans un mur maintenu par une ossature en bois, un contact prolongé à de l'humidité pourrait sévèrement compromettre la sécurité.

D'après ce qu'en dit Arnaud Evrard, le chanvre offrirait la possibilité de maintenir le bois sec. Le premier maintiendrait le second à un taux d'humidité qui s'équilibre à 12%, permettant au bois d'être suffisamment rigide. Face à cela, Laurent Mouly est d'un autre avis. Lorsqu'on sort du laboratoire et qu'on prend en compte les intempéries (variables selon les régions), on pourrait alors se retrouver avec un équilibre entre le chaux-chanvre et bois autour de 15% et 20% de manière prolongée.¹⁰⁴ Ce qui est sensiblement au-dessus des conditions optimales de 12% à 18% pour que le bois remplisse pleinement ses fonctions. Il confirme également que : *“Nous avons plus régulièrement constaté des fissures d'enduit dans les angles, tours de fenêtre ou jonctions avec d'autres éléments constructifs. Ces fissures se produisent à cause des efforts internes relatifs aux légers mouvements de dilatation de matériaux hétérogènes. Cela peut être évité en installant des renforts et des mailles reprenant les efforts.”*

Quand le cas n'est pas anticipé à l'aide de précautions, plusieurs options se présentent selon la gravité des dégâts. L'option sparadrap : on retouche les surfaces pour combler les fissures. L'option béquille : on installe un renfort et on refait les couches par-dessus. L'option opération : on retire l'élément défaillant et on refait depuis le début, plus précautionneusement. Ce qui est intéressant, c'est qu'avec ces matériaux isolants et enduits biosourcés, il est envisageable, selon les cas, de réemployer la matière en ajoutant du liant. De manière plus globale, le béton de chanvre est effectivement très pratique à ce niveau-là, s'il est nécessaire d'intervenir à travers les éléments qu'il compose.

“Il n'y a en principe pas de pathologies quand nous prenons en compte les particularités de mise en œuvre du matériau. Encore, même avec les composants préfabriqués, nous rencontrons parfois des imprécisions et surprises avec lesquelles nous devons interagir. Malheureusement, quand il y a des erreurs, on accuse plus facilement le matériau que la bêtise humaine. Par ailleurs, l'emploi de matériaux de construction conventionnels amène aux mêmes constats, mais c'est moins facile à rattraper.” -Laurent Mouly

Pour finir, le plus important, c'est de ne PAS utiliser de pare-vapeur lors de l'emploi du chanvre dans une construction.¹⁰⁵ Le principe de perspiration d'un ensemble serait alors interrompu et de la condensation apparaîtrait à l'interface entre deux composants. Seule alternative, une lame d'air permettant la ventilation, mais cela questionne la logique constructive relativement au support ou mode de fixation. Il y a quand même une certaine *grammaire entre matériaux* qui s'installe lorsqu'on souhaite utiliser des matériaux perspirants. Les acteurs de la construction n'y sont pas toujours sensibilisés ce qui peut provoquer des aberrations constructives qui entachent la réputation du chanvre ; cela réduit la désirabilité de cette ressource et donne des arguments aux détracteurs.

¹⁰³ Selon Sébastien Pittet : *“Parfois, lorsqu'on réalise des sols ou des façades, les besoins de mise en œuvre ne sont pas respectés par les différents protagonistes du chantier en cours. Un temps de séchage avant une prochaine intervention n'est parfois pas respecté, cela induit des défauts de fabrication et des problèmes à contrecoeur. L'exemple d'une chape en béton de chanvre qui nécessite 3 semaines avant de pouvoir être praticable, et parfois plus avant d'être recouverte. Il n'est pas rare que certains ouvriers créent des tassements en marchant dessus, puis compromettent la pose de revêtements.”* -Sébastien Pittet

¹⁰⁴ Selon Laurent Mouly: *“Dans un cas de fort transfert de vapeur d'eau à travers la paroi, le bois s'y trouvant serait alors soumis à un taux d'humidité potentiellement trop haut et trop long, remettant en question son intégrité structurelle. De ce fait, notre entreprise monitore nos réalisations dans le temps. Nous avons remarqué un taux moyen d'humidité de 15 à 20 % , quand nous souhaitons le bois entre 12 et 18%. Il est bon de garder à l'esprit que les conditions de laboratoire ne sont pas comparables aux conditions In Situ, qui, elles, varient grandement selon les sollicitations climatiques.”*

¹⁰⁵ Les freins-vapeur sont parfois préconisés selon la perméabilité des parements intérieurs.

Ce qui nous amène au prochain sujet, qui discute des incertitudes concernant le chanvre.

Le béton de chanvre est employé depuis bientôt cinquante ans, depuis sa “découverte” par Charles Rasetti en 1986. Cependant nous n'avons pas encore un recul suffisant en la matière. En France, il existe des couples de matières certifiées¹⁰⁶ et des règles professionnelles¹⁰⁷ validées par le CSTB¹⁰⁸. Elles favorisent un usage correct du chanvre dans la construction tout en évitant, entre autres, les microfissurations et les réactions de carbonatations incomplètes. Diverses précautions sont recommandées, mais il reste néanmoins une part d'incertitude quant aux phénomènes dynamiques, comme nous l'avons vu plus haut avec les taux moyens d'humidité, par exemple ; une multitude de facteurs ne sont pas définis précisément et varient de même selon les cas de figure.

Et comme me l'a expliqué Laurent Mouly :

“En effet, nous employons des logiciels de modélisation (WUFI)¹⁰⁹ pour évaluer la thermique mais nous ne sommes pas en mesure d'intégrer l'ensemble des facteurs qui influencent réellement le comportement d'un milieu construit. Nous effectuons des tests en laboratoires permettant de monitorer les interactions du matériau et les transferts énergétiques. Cependant, nous travaillons encore avec un certain degré d'incertitude car nous n'avons que peu de recul et peu de données pour garantir le comportement des composantes entre elles. Principalement, nous cherchons à ne pas manquer de considérations sur le comportement des revêtements, afin d'éviter que la vapeur d'eau s'accumule dans la composante isolante qu'ils protègent. C'est une question déterminante pour éviter les sinistres et ainsi faire progresser l'adoption de ce matériau dans la construction. De ce fait, notre entreprise montre nos réalisations dans le temps.” [...] “Parallèlement aux techniques de mise en œuvre, nous avons par exemple travaillé avec des chaux de différents fournisseurs, produisant différentes qualités de béton de chanvre selon les couples de matière qu'ils préconisent. Dans pratiquement tous les cas, nous effectuons des tests des matériaux pour s'assurer de leur comportement avant la mise en œuvre du chantier. Lorsqu'on remarque des anomalies, il est agréable d'obtenir un conseil du fournisseur afin de les résoudre et ainsi écarter les risques. Étant relativement industrialisé, et racheté par des grands groupes, ils ne souhaitent parfois pas prendre le temps de coopérer autour d'un litige. Cela nous incite - en tant que professionnels - à choisir des fournisseurs et des équipes plus souples, prêtes à prendre du temps pour développer les techniques et apporter un support technique en fonction des cas rencontrés.”

Selon Arnaud, le mélange de chaux-chanvre est difficile à évacuer :

“Trop fibré pour aller dans la benne de minéraux, trop minéral pour aller au compost, difficile à trouver un agriculteur qui veut bien l'épandre dans son champ, il finit souvent aux incinérables.”

Il reste ainsi beaucoup de progrès à faire, et ce malgré le fait que certaines techniques ont déjà fait leurs preuves. Des améliorations sont espérées au niveau des échanges entre acteurs, avec l'intention

¹⁰⁶ En France, il est nécessaire de travailler avec une chènevotte labellisée "Granulat Chanvre Bâtiment" et un couple liant - chènevotte validé par des laboratoires agréés par Construire en Chanvre.

¹⁰⁷ Règles Professionnelles d'Exécution d'Ouvrages en Bétons de Chanvre est un document de référence qui s'appuie sur deux piliers permettant de définir les caractéristiques et les règles de mise en œuvre ; le bon fonctionnement des matériaux, garantie par les fournisseurs, et la qualité de la réalisation, garantie par les entreprises de mise en œuvre. En Suisse, nous n'avons pas de règlement à ce sujet ; toutes les responsabilités sont endossées par les entreprises de mise en œuvre et leurs connaissances respectives.

¹⁰⁸ CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment Français

¹⁰⁹ Le logiciel WUFI (Wärme und Feuchte instationär / Chaleur et humidité transitoires), permet de réaliser des calculs du transfert transitoire de chaleur et de masse dans les composants de construction à plusieurs couches, soumis à des conditions climatiques naturelles.

d'optimiser tant l'adoption culturelle que l'intégrité physique de ces solutions dans les pratiques courantes. Face aux potentiels du chanvre dans la construction, une forte inertie industrielle concernant certains matériaux persiste et les entreprises qui y sont liées protègent leurs intérêts sur le marché. Mais encore, le temps, l'espace et la pensée permettant des développements sont peu intégrables dans le contexte de flux tendus relatifs aux budgets compétitifs de la construction.

Nous espérons l'émergence de plus en plus de groupes de convaincus souhaitant s'engager ensemble face à ces questions. En Suisse plus particulièrement, l'emploi du chanvre est au stade embryonnaire. Il n'existe pas de règlement concernant ses applications. Nous comptons les entreprises romandes capables de le mettre en œuvre sur les doigts d'une moufle, et la charge entière de développer les techniques repose encore trop sur eux.¹¹⁰ ¹¹¹ Par chance, ils possèdent une expérience de plusieurs dizaines d'années dans le secteur et attirent de plus en plus d'acteurs complémentaires afin de faire valoir les méthodes tout en les améliorant¹¹². Néanmoins, ces techniques sont déjà applicables à de grandes échelles et pour des résultats très satisfaisants. La logistique de chantier et les anticipations sont des facteurs-clés quels que soient les matériaux utilisés. Le chanvre ne représente pas un obstacle irréalisable, mais requiert certainement une compréhension accrue de la matière manipulée. Ces notions sont donc, quant à elles, moins répandues et maîtrisées que celles requises lors de constructions conventionnelles. On remarque enfin que certaines précautions permettent ainsi d'éviter les pathologies constructives et de laisser les qualités du chanvre affirmer leurs plein potentiel.

¹¹⁰ ARbio SA est une entreprise de maçonnerie Vaudoise active depuis 1992 et spécialisée en construction durable. Elle est notamment pionnière dans l'emploi du chanvre en Suisse Romande.

¹¹¹ Pittet Artisans SàRL est une entreprise Vaudoise active depuis 1994 et spécialisée en construction durable ; la tradition de la construction se perpétue depuis trois générations dans la famille. L'entreprise a notamment développé des techniques de projection innovantes.

¹¹² Ils collaborent notamment avec les chercheurs des Hautes Écoles (HES-SO Yverdon et Fribourg) et d'autres Universités, afin de rendre les produits ancestraux comme le chanvre de plus en plus compris et acceptés sur le marché de la construction actuelle. Encore, de démontrer leur conformité aux normes de la construction par des tests de propriétés en laboratoires.

3.3 – Une transition technologique bénéfique aux acteurs

- La transition des acteurs de la construction offerte par les progrès technologiques du chanvre est un défi à ne pas manquer.

Le chanvre, autrefois considéré comme un matériau marginal réservé à des projets isolés ou à des initiatives écologiques anecdotiques, a progressivement gagné en popularité et en reconnaissance. Il s'adapte aujourd'hui à une variété de typologies de bâtiments, y compris en zones urbaines. Cette évolution est le résultat de divers facteurs techniques, économiques et sociaux qui ont permis de transformer la perception et l'utilisation du chanvre dans le secteur de la construction.

Dans ses débuts, l'utilisation du chanvre était souvent limitée à des projets écologiques isolés, réalisés par des pionniers convaincus de ses bienfaits environnementaux. Ces premiers projets étaient souvent des maisons individuelles situées en milieu rural, où les contraintes réglementaires étaient moins strictes et où les clients étaient plus ouverts à l'expérimentation de matériaux naturels et innovants.

Grâce à l'augmentation des réalisations et des études en laboratoire, les propriétés techniques du chanvre, telles que son isolation thermique et acoustique, sa résistance au feu et ses qualités de régulation de l'humidité, ont été de plus en plus reconnues. Des recherches approfondies et des certifications ont permis de valider ces avantages, rendant le chanvre plus acceptable pour des projets aux envergures croissantes. L'évolution des liants utilisés pour le chanvre a également joué un rôle crucial.¹¹³ Des innovations telles que le béton de chanvre agrémenté de plâtre, ou encore de viscosant, permettent une prise plus rapide, ou encore d'augmenter la charge à la compression, facilitant ainsi son adoption dans des contextes urbains et dans le cas de bâtiments plus complexes. Les mélanges de terre allégée¹¹⁴ présentent de nouveaux horizons pour le matériau. Bien que ces techniques restent minoritaires, elles montrent le potentiel d'évolution et d'adaptation du chanvre. Lorsqu'on prend en compte que la chaux représente 60 à 70% du bilan carbone d'un béton de chanvre, les mélanges de terre chanvre (argile comme liant) deviennent très prometteurs, même si la recherche est actuellement moins avancée sur le sujet.

Guilhem Douillet raconte :

“Suite à l'acquisition d'une maison à colombages et souhaitant l'isoler, la solution qui m'a paru pertinente est l'emploi du chanvre pour des raisons de migration de vapeur d'eau et gestion du point de rosée. Relativement aux matériaux que j'avais sur site, la terre, je me suis orienté vers un mélange terre-chanvre plutôt que chaux-chanvre. De plus, je souhaitais éviter l'emploi de la chaux, car c'est un produit qui, comme le ciment, demande beaucoup d'énergie pour être produit. C'est ainsi que l'histoire a commencée puis elle ne s'est jamais arrêtée.”

Le mélange terre-chanvre est cependant à considérer comme quelque chose de relativement différent du chaux-chanvre. Si nous pouvons les appeler tous deux “béton de chanvre” et que leurs mise en

¹¹³ “Il faut savoir que les chaux destinées au couple chaux-chanvre sont trafiquées dans la recette pour garantir une bonne prise. C'est surtout en utilisant des chaux non préparées que des fissures peuvent survenir ou que nous obtenions une prise de surface quand l'intérieur de la masse n'est pas correctement liée. Toutefois c'est relativement rare et cela est généralement dû à une mise en œuvre erronée”. - Laurent Mouly

¹¹⁴ isoterra.ch ; matelow.fr



“Villa moderne ITE Chanvre”

Arbio

œuvre peut être assez proche, ils ont cependant des propriétés ainsi que des contraintes propres à chacun.¹¹⁵

“Le terre-chanvre est encore un petit monde. Le bouche à oreille fonctionne, notre site internet, des revues de presse, des work-shop ainsi que la contribution au cours CAS “régénérative materials” de l'ETHZ permettent de nous faire connaître.” - G.Douillet

L'industrialisation des techniques de mise en œuvre, telles que la préfabrication de briques¹¹⁶ et de pans de murs entiers en chanvre¹¹⁷, ont eux permis de répondre aux exigences de rapidité et d'efficacité des chantiers urbains. L'utilisation de machines de projection a également accéléré la cadence de construction, rendant le chanvre compétitif temporellement et financièrement face aux matériaux traditionnels.

La reconnaissance du chanvre par les codes de construction et les réglementations urbaines a été un tournant décisif, bien qu'il reste beaucoup de progrès à faire.¹¹⁸ Grâce aux analyses de cycles de vie (ACV), il est possible de déterminer l'impact environnemental des matériaux de construction, y compris le chanvre, sur l'ensemble de leur cycle de vie.¹¹⁹ Ces analyses ont montré que le chanvre peut non seulement réduire les émissions de CO₂, mais aussi apporter diverses qualités pour les occupants ; des aspects de plus en plus valorisés dans les normes de construction. Cette marge de progression dans les considérations est déterminante pour augmenter l'attractivité du chanvre.

Les Analyses Dynamiques du Cycle de Vie (DACV) intègrent des aspects temporels et dynamiques, permettant une évaluation plus précise et prospective des impacts environnementaux. Moins généralisées en raison du manque de bases de données complètes et de la complexité de la modélisation temporelle, elles représentent une évolution importante. Les DACV pourraient progressivement permettre de mieux intégrer les matériaux biosourcés comme le chanvre dans les considérations de durabilité, en offrant une vision plus complète de leurs impacts agronomiques et économiques. En particulier, les cycles de croissance rapides du chanvre ainsi que, pour certaines variétés, la possibilité de pousser en hiver en font une plante très concurrentielle vis-à-vis des équivalents biosourcés.¹²⁰

“Il est encore déplorable de constater que l'engagement politique est faible, que la recherche est limitée et que l'adoption par la science est lente.” - G. Habert

Des projets phares, tels que des immeubles résidentiels, des bâtiments publics, des villas modernes et des arcades commerciales en chanvre, ont servi de vitrines pour démontrer les avantages de ce

¹¹⁵ “D'un côté il y a le rapport masse/performance, d'autre part le rapport CO₂eq.*m³/performance. Sans entrer dans un ACV, je pense qu'utiliser plus de masse de matière à “faible impact est plus judicieux qu'une faible masse d'un produit fort émetteur lors de sa fabrication, pour une performance égale.” (Je lui répondrais que cela dépend d'un multitude de facteurs comme le transport pour n'en citer qu'un.) “D'autre part, j'aime le côté local, réversible, compostable et dont les surplus peuvent être utilisés pour ma toilette sèche. Le matériau me paraît zéro déchet dans un sens 100% compostable ou réemployable car la prise de l'argile est réversible.” - G. Douillet

¹¹⁶ structura.tech/fr

¹¹⁷ wallup.fr

¹¹⁸ voir chapitre 3.1

¹¹⁹ « Analyse du cycle de vie et réduction des impacts environnementaux de la production de matériaux de construction écologique - Livrable L3.3, extrait du rapport L3.3.b2 Rapport méthodologique d'analyse du cycle de vie du béton de chanvre ». Laboratoire d'Energétique Solaire et de Physique du Bâtiment Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (LESBAT) - Partenariat Arbio, mars 2016.

¹²⁰ Agripedia. « La HAFL étudie la possibilité de relancer une production de chanvre à textile ». 12 mai 2023.

matériau en milieu urbain. Ces réalisations ont accru la crédibilité du chanvre et ont montré qu'il pouvait répondre aux exigences de performance et de durabilité des constructions urbaines.¹²¹

“Les projets architecturaux intégrant le chanvre manquent car ils représentent un défi pour les architectes qui préfèrent s'épargner des complications, les ingénieurs n'ont pas de base de calcul correcte, d'ailleurs pas de contrainte ou d'incitation d'intégrer certains facteurs. Il n'y a pas véritablement de formation à ce niveau, ni pour les académiques, ni pour les artisans. Nous avons l'impression qu'il faille faire du lobbying mais nous sommes tout petits.. Comment faire face à des cyclopes géants ?” -S.Pittet

Les études académiques sont toutefois en nombre croissant. Il y a de la recherche pour valoriser la fin de vie du béton de chanvre, actuellement considéré comme un déchet.¹²² Ces travaux explorent des méthodes de réutilisation et de recyclage, ce qui pourrait transformer le chanvre en un matériau encore plus durable et attractif pour le secteur de la construction.

L'évaluation de la durabilité des matériaux de construction omet souvent les bénéfices indirects, tels que l'amélioration de la qualité de l'air intérieur, le confort sensoriel, le bien-être psychique qu'un lieu peut apporter, la réduction des pesticides et herbicides, et la contribution à la régénération des sols. Ces impacts positifs sur la santé humaine et le bien-être des occupants ne sont pas toujours pris en compte de manière adéquate (ou du moins en tant que bénéfice expliquant un coût). De plus, tel que nous l'avons vu au chapitre 2.3, l'inertie des codes sociaux-professionnels freine l'adoption de méthodes d'évaluation plus complètes et de matériaux innovants comme le chanvre. Cependant, les mentalités évoluent, les normes et les lois aussi. Les avantages économiques du chanvre en font un réel atout. Les modes de calculs, les recherches et les expériences permettent un réel gain de potentiel pour ces techniques qui ne cessent de progresser. Nous assistons à l'évolution du chanvre à travers de multiples typologies de bâtiments, passant de projets anecdotiques à des constructions urbaines. Cela illustre une adoption croissante de ce matériau innovant et durable. Cela permet de répondre aux défis de durabilité écologique et de promouvoir des pratiques de construction plus responsables et efficaces. Les acteurs de la construction ont tout avantage de s'y intéresser, afin d'enmener leur entreprise vers des méthodes plus vertueuses. S'ils ne s'y sont pas mis hier, piqués de curiosité, ils s'y mettront peut-être aujourd'hui, par intérêt, ou sinon demain, lorsqu'ils y seront contraints. S'il reste encore des places sur le marché, non occupées par les équipes ayant senti le vent se lever.

“Lorsque le vent du changement souffle, certains construisent des murs tandis que d'autres construisent des moulins.” – Anonyme

Faire le choix du chanvre, c'est aussi travailler avec une matière moins industrialisée. Les matériaux communément employés dans la construction sont issus d'un long processus de développement. Ce développement a été accéléré par les processus d'industrialisation et la pétrochimie. La science a permis de mesurer les propriétés intéressantes d'une matière et de les pousser au summum de ce qu'elle pouvait offrir envers des besoins spécifiques. On obtient ainsi des matériaux et des procédés particulièrement efficaces auprès des fonctions spécifiques qu'il doivent satisfaire. Au gré du temps, la chaîne d'acteur pour un matériau ou un autre ont pris l'habitude de cette régularité qui facilite la vie. Pour les occupants d'une construction, les mentalités ont elles aussi ancrées des habitudes à force de vivre entouré de matériaux standards. Certains matériaux, techniques ou standards sont devenus hégémoniques au fil des dernières générations. L'industrie qui les accompagne est devenue colossale.

¹²¹ Dumont, Legrand, et Mouly. « LA HUCHETTE - Réhabilitation et extensions d'un immeuble de logement avec isolation en béton de chanvre », 2016.

¹²² « Etude CEREMA sur le recyclage du béton de chanvre ». CEREMA, 2016. (déjà réalisée) une autre est en cours mais j'ai égaré

Tout cela crée une inertie dans les mentalités, sur le marché et dans les habitudes.¹²³ Employer le chanvre dans la construction n'a rien de sorcier, toutefois, la conception, les résultats et les méthodes diffèrent de ce que l'on a l'habitude de pratiquer.¹²⁴ Il n'y a pas de mode d'emploi au dos de la boîte et très peu de formations à ce sujet. Comment Le chanvre peut-il alors se positionner dans ce contexte ? Est-ce que son adoption fait appel à des notions si éloignées des standards ? Encore, pourquoi changer nos habitudes ?

En demandant à l'entreprise Pittet Artisan, pionnière dans la construction intégrant du chanvre en Suisse, s'il n'avait pas l'impression de nager à contre courant :

“Oui nous avons toujours eu ce sentiment d'aller à contre-courant. Avec la prise de conscience des impacts de la construction sur l'humain et la nature, on pourrait croire que nous avons le vent dans nos voiles, pourtant il est encore très difficile de faire valoir nos méthodes. Les acteurs sont sensibilisés en théorie, mais dans la pratique, les lois, les normes, les règles du marché et habitudes contractuelles ne nous permettent pas d'appliquer le potentiel de nos techniques. On remarque des tendances cycliques à travers les décennies mais il est regrettable de constater que c'est encore et encore du green washing profitable aux plus grandes entreprises. [...] Cependant, nous souhaitons apporter des solutions techniques permettant d'offrir un milieu sain et confortable pour les habitants relativement à une pensée anthroposophique. En deuxième lieu des solutions soulageant la charge écologique de la construction envers la nature.”

Les matériaux biosourcés, comme le chanvre, nécessitent une compréhension technique spécifique que beaucoup de professionnels de la construction ne possèdent pas encore. Cela implique un investissement important en formation pour les architectes, les ingénieurs, et les entrepreneurs afin de maîtriser les nouvelles méthodes de construction et d'assemblage. Au-delà de la connaissance de la matière, il y a les propriétés du matériau et les manières de les utiliser ingénieusement dans la construction.

Les matériaux biosourcés ne sont pas toujours bien couverts par les réglementations existantes.¹²⁵ Les acteurs de la construction doivent souvent naviguer dans un cadre réglementaire incertain, nécessitant parfois des démarches supplémentaires pour obtenir des certifications ou des dérogations.¹²⁶

Cela peut ralentir le processus de construction et augmenter les coûts administratifs. Ce surcoût initial, couplé à un retour sur investissement potentiellement plus long, peut dissuader certains acteurs de la construction de s'engager dans ces méthodes.

¹²³ “la culture de la construction a une grande inertie et les acteurs sont souvent réticents à changer leurs habitudes.” - Grégoire Dumont

¹²⁴ “On trouve des valeurs assez variées sur le net. Cela dépend bien entendu de la densité et composition du mélange. Par exemple, le chaux-plâtre-chanvre à environ 300kg/m³ semble être le plus performant et même parfois arrive à un λ de 0.046 W/m*K mais j'ai de la peine à croire à ce chiffre étant donné que mes propres tests en laboratoires, comparant le chanvre lié par argile ou chaux ne m'ont pas donné des valeurs de conductivité thermique allant au dessous de 0.061W/m*K malgré différentes densités”. - G.Douillet

¹²⁵ “Par exemple l'inscription du chanvre dans les isolants KBOB selon les nouvelles méthodes et nouveaux tests de performances” - Sébastien Pittet -

¹²⁶ “Les certifications sont difficiles à obtenir. Les attentes des organismes de contrôle ne sont pas claires et transparentes. J'ai l'impression que les industriels de grande envergure (SIA & friends), par leur ancienneté sur le marché de la construction, leur notoriété et leurs capacités financières, n'ont pas trop de peine à faire certifier et commercialiser des solutions. Contrairement à ces derniers, notre entreprise se retrouve dans des impasses lorsque nous souhaitons faire évoluer les considérations de nos solutions constructives. Parfois sans réponse, nos demandes ne sont pas prises au sérieux ou encore des difficultés des services compétents à nous indiquer ce que nous devons démontrer pour obtenir des certifications.” - Sébastien Pittet -



“Lance de projection 6-8 m³/h”

Pittet Artisans x Grisoni

Guilhem Douillet nous partage de quelle manière il progresse sur ce chemin qui s'annonce long :

“Après plusieurs tests de recettes, de séchage, de charge et de conductivité thermique effectués pour le terre-chanvre, la suite serait les test de réaction au feu, résistance à la charge et aux secousses permettant d'obtenir des certifications favorisant l'emploi du mélange terre-chanvre dans la construction en Suisse. Pour l'instant, les coûts de ces tests sont hors de portée pour une entreprise d'artisans seule. La collaboration autour d'entités de construction pouvant réunir plusieurs entreprises mettant “en commun” le budget de divers chantiers, permettra probablement de réaliser ces tests de matériaux et faire évoluer le domaine.”

Cependant, la terre étant changeante à chaque lieu, certains tests seront selon moi à répéter pour chaque mélange. D'autre part, les chaînes d'approvisionnement et les entreprises de mise en œuvre du chanvre sont souvent moins développées, et les fluctuations de disponibilité peuvent entraîner des retards de projet.

Les clients ou les investisseurs peuvent être sceptiques quant à l'utilisation de matériaux biosourcés tel que le chanvre en raison de leur relative nouveauté et du manque de références comparables.¹²⁷ Convaincre les parties prenantes de la viabilité et des avantages de ces matériaux peut être un défi important. Cependant le mouvement se fait sentir et les débouchés sont présents.

Il est assez courant de regarder les difficultés d'une chose nouvelle et qu'elles provoquent un refus d'obstacle aux observateurs. Cependant ces mêmes acteurs peuvent aussi se tourner vers les débouchés rendant l'obstacle anecdotique quant aux bénéfices qu'il dissimule. Cette motivation est renforcée par la pression sociétale et réglementaire croissante pour des pratiques de construction plus durables. Ce n'est alors certainement pas seulement un choix mais une obligation croissante de s'adapter aux nouveaux standards. Heureusement, les acteurs les plus ouverts au changement n'attendent pas d'y être forcés. Encore, adopter des méthodes novatrices permet aux entreprises de se positionner en tant que leaders dans le secteur de la construction durable. Cette différenciation peut attirer de nouveaux clients, investisseurs et partenaires, et offrir un avantage compétitif sur le marché. Le Chanvre et la construction à l'aide de matériaux biosourcés fait appel à des processus relativement sains et enrichissants, contribuant ainsi à des environnements de vie et de travail plus sains. Les bâtiments construits avec des matériaux biosourcés tels que le chanvre peuvent offrir une meilleure résilience face aux changements climatiques et aux pénuries de ressources. Cette longévité et cette durabilité accrue constituent une motivation importante pour les acteurs de la construction soucieux de l'avenir.

Plus techniquement, les matériaux issus du chanvre, peuvent améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, réduisant ainsi les coûts opérationnels à long terme.¹²⁸ Des bâtiments mieux isolés et plus durables nécessitent moins d'entretien et consomment moins d'énergie, offrant des économies substantielles. Ces économies sont en effet un argument majeur pour une entreprise souhaitant faire une vente de prestations tout comme du point de vue d'un maître d'ouvrage souhaitant mettre son argent dans une solution efficace à long terme. Bénéfique bilatéralement, je réitère mon postulat.

¹²⁷ *“D'autres freins concernent les mandataires qui veulent innover avec nos solutions et une entreprise comme la nôtre mais ne sont pas prêts à adapter leurs modes de fonctionnement intégrant les nouvelles contraintes de ces techniques. En d'autre termes, il souhaiteraient que nous ayons 50 ans d'expérience certifiée, mais comme cela n'est pas le cas, sont contrariés au fil des défis rencontrés.” - Sébastien Pittet*

¹²⁸ *Selon la stratégie de performance axée principalement sur la résistance thermique linéaire d'une paroi, l'omission encore majoritaire des autres paramètres physiques et environnementaux dans le calcul rend la compréhension que le chanvre constitue un atout multicritère est difficile. - Sébastien Pittet -*

Les entreprises qui adoptent sans attendre des matériaux biosourcés tel que le chanvre à leurs services sont en effet mieux préparées à répondre aux réglementations environnementales de plus en plus strictes. Cela peut réduire les risques de non-conformité et les coûts associés aux adaptations futures des projets. De même, l'augmentation des coûts de l'énergie et la fluctuation des coûts des matières industrielles importées sont un risque constant pour les acteurs employant des matériaux conventionnels. Tant pour les clients, les architectes ou les artisans, la volatilité des marchés est un danger de taille. Une matière telle que le chanvre ne dépend pas de la même manière aux conflits intersectoriels ou géopolitiques. Cela en fait une ressource particulièrement fiable et résiliente bien au-delà du sens agronomique. Au fait, on se rend compte que les habitudes constructives sont en pleine mutation et que le chanvre, bien qu'employé depuis des décennies, est nouveau pour un grand nombre de praticiens. Nous pouvons observer les entreprises qui n'attendent pas pour développer les méthodes et renforcer les liens entre acteurs. C'est d'ailleurs ce que témoigne l'ingénieur et artisan en éco-maçonnerie Sébastien Pittet :

“Nous faisons de la recherche, du développement, notamment en élaborant des prototypes de machines permettant des procédés plus efficaces. Nous travaillons sur nos recettes et conservons précieusement notre savoir-faire pour garder une place sur le marché et éviter de se faire piller notre savoir par de grandes entreprises. Bien entendu, l'expérience reste notre plus grand atout. Nous travaillons parallèlement sur l'élaboration d'un centre de formation.”

Bien qu'il y ait une réticence à tendre la main vers de grandes entreprises, on comprend le besoin d'élever la pratique à une certaine normalisation des procédés et industrialisation des méthodes. Cependant, l'entreprise Pittet Artisan est pionnière dans le domaine. Elle a consacré des années pour faire renaître des méthodes ancestrales et en développer de nouvelles. Elle s'est d'ailleurs récemment associée à de grands groupes de construction afin de répondre à des projets de taille mettant en commun d'une part les ressources infrastructurelles de mise en œuvre, d'autre part les connaissances et le bon sens.

La demande pour des bâtiments durables et écologiques est par ailleurs en constante croissance. En adoptant des matériaux biosourcés et en particulier le chanvre grâce à leurs expertise, les entreprises peuvent accéder à de nouveaux segments de marché. Dans la même démarche, elles évitent de se retrouver sur un segment en baisse ou se limiter au Greenwashing représente l'emploi d'autres matériaux.. Encore, l'utilisation de matériaux non toxiques et naturels peut améliorer les conditions de travail sur les chantiers, en réduisant l'exposition des travailleurs à des substances chimiques nocives. Cela peut mener à une meilleure santé et sécurité au travail et à une plus grande satisfaction des employés tout comme celle de ceux qui les engagent.

Les promoteurs sont eux aussi confrontés à des hésitations quant au surcoût perçu par l'emploi du chanvre. Cependant les bâtiments construits avec des matériaux durables peuvent bénéficier d'une valeur perçue de plus en plus élevée dans le temps, tant en termes de revente que de location. Les clients et les investisseurs sont souvent prêts à payer un supplément pour des propriétés qui offrent des avantages environnementaux et de santé.

“Nous avons eu des démarrages de constructions intégrant le béton de chanvre il y a 30 ans surtout à travers des privés isolés et ayant une vision qui leur était propre. Tant avec les développements du matériau que pour répondre aux enjeux de décarbonation du bâti, tous s'y mettent à l'heure actuelle. Le secteur public montre l'exemple, le secteur privé est soutenu, le secteur locatif s'y intéresse, le patrimoine s'en réjouit, les ingénieurs sensibilisent, les chercheurs démontrent et communiquent, les architectes

intègrent, les artisans se multiplient, les producteurs augmentent. Nous avons besoin de tout le monde pour que les freins se lèvent ; chaque maillon de la chaîne est décisif.” – Sébastien Pittet –

Laurent Mouly renchérit :

“il y a une sorte d'effervescence autour de l'emploi du béton de chanvre et plus généralement autour des matériaux bio-sourcés. Nous ne sommes pas encore à un niveau de massification des interventions mais les concepts et les intentions font un chemin remarquable même au niveau politique et législatif, certes plus lentement. Les chercheurs, architectes et artisans se mobilisent pour faire valoir ces matériaux. Le public est lui aussi sensibilisé par cette tendance. Malgré cela, la courbe de réalisations progresse moins vite que l'intérêt. ”

En somme, adopter des matériaux biosourcés tel que le chanvre dans la construction présente des défis significatifs, mais aussi des motivations puissantes et des bénéfices tangibles. Les acteurs de la construction doivent investir dans la formation, naviguer dans des cadres réglementaires incertains, et surmonter les coûts initiaux élevés. Cependant, les avantages environnementaux, la différenciation compétitive, les incitations financières, et les bénéfices à long terme offrent des motivations convaincantes pour surmonter ces défis. Les entreprises qui réussissent cette transition peuvent non seulement améliorer leur image de marque et leur efficacité opérationnelle, mais aussi accéder à de nouveaux marchés et offrir des environnements de vie et de travail plus sains et plus durables.

“Tout changement est difficile au début, compliqué au milieu et magnifique à la fin.” – Robin Sharma

3.4 - De nouveaux codes pour la conception architecturale

- Le chanvre invite l'architecte à réviser ses codes de conventionnels construction pour une architecture cohérente et résiliente.

“Sans déviation de la norme, il n'y a pas de progrès possible” - Frank Zappa

L'approche des architectes travaillant avec des matières conventionnelles diffère significativement de celle des architectes qui s'aventurent à utiliser des matériaux naturels biosourcés. Les premiers se basent sur des codes et des habitudes bien établis, souvent dictés par des décennies, voire des siècles de pratique, où les matériaux sont standardisés et leurs comportements bien connus. En revanche, les architectes utilisant des matériaux biosourcés doivent réinterroger ces codes et développer de nouvelles stratégies de conception. Ils doivent prendre en compte les particularités physiques, les processus de culture, de transformation et d'approvisionnement des matériaux, ce qui exige une adaptation constante et une réflexion plus intégrée autour de la matière.

L'écriture architecturale est alors le lien entre les contraintes de l'imaginaire d'un architecte et la volonté d'y répondre de manière élégante et efficace. Le but principal est d'apporter un environnement construit sain et confortable et fonctionnel pour les occupants.¹²⁹ La conception se traduit par des performances, des formes et des perceptions influencées par des volontés plastiques, normatives, techniques, environnementales et budgétaires. Chaque choix architectural, chaque ligne tracée, invoque une multitude de processus qui se passent avant, pendant et après la matérialisation de cette pensée.¹³⁰ De nos jours, dans des pays industrialisés comme la Suisse et ses voisins, nous n'avons plus les mêmes contraintes. Les “progrès” techniques et logistiques permettent sans cesse de repousser les limites géographiques, temporelles, structurelles.¹³¹

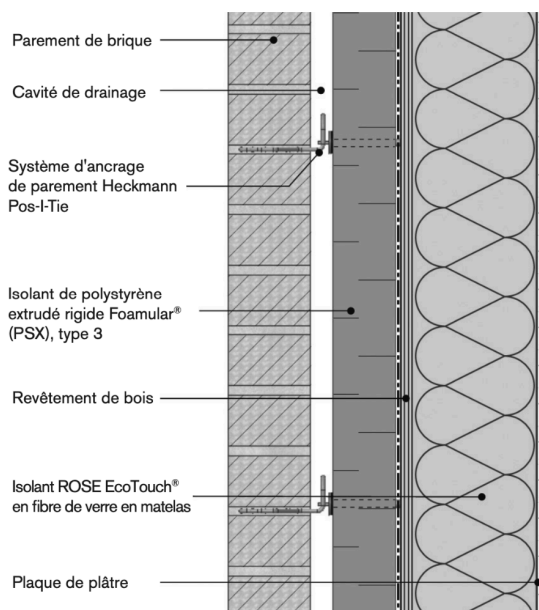
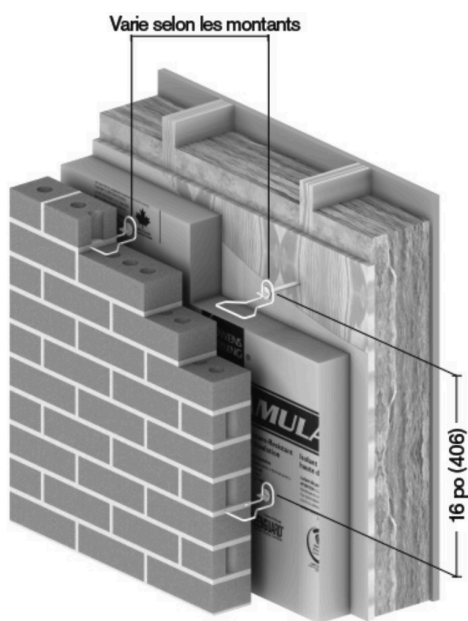
Avec les matériaux classiques comme le béton, l'acier, et la brique sont bien étudiés, avec des propriétés physiques et mécaniques largement documentées. La conception est souvent guidée par des normes et des techniques bien établies. Le dessin suit des méthodes et des normes de dimensionnement apprises lors de la formation. De même, les outils de conception influencent un architecte par le fait qu'il dessine et réfléchit son architecture à travers un programme informatisé pour lequel les codes graphiques et méthodes sont prédéfinies. L'utilisation du chanvre oblige à réinterroger les habitudes de conception des architectes ou ce qu'ils ont appris durant leurs formations. Il n'est plus possible de dessiner l'isolant par un zigzag sans se demander ce que la matière entretiendra avec les composants voisins.

“Quand certains vont se concentrer sur une esthétique puis réfléchir aux éléments qui peuvent la satisfaire, ou d'autres sur un gisement d'éléments de emploi puis voir quels visuels architecturaux cela peut produire, certains préféreront des contraintes liées au confort ou à la durabilité puis les intégrer au

¹²⁹ “Il y a une difficulté des constructeurs à considérer l'architecture autrement que comme un objet et les villes autrement que comme des collections d'objets. Cela tient beaucoup à leur formation qui valorise davantage la construction en neuf que la réhabilitation ou la restauration. Ingénieurs et architectes rêvent toutes et tous d'apporter leur pierre à l'édifice. Ou plutôt leur édifice au monde.” -Philippe Simay

¹³⁰ On peut remarquer une approche qui se passe par une phase d'intégration de la matière au projet ou contrairement un projet autour de la matière.

¹³¹ Figure : “Les façades ventilées satisfont aux exigences les plus élevées relatives à la fonctionnalité, à l'efficacité énergétique et au confort des bâtiments.” Saint-Gobain Weber. toutefois, je trouve que c'est un contre exemple ultime de gaspillage énergétique et de source d'inconfort.



“Exemple d’une façade ossature bois avec composition de matériaux conventionnels”

Owens Corning

début de leurs conception. Cela change notamment certaines choses au niveau de l'écriture car il y aura des répercussions en cascade suite aux critères de base.

De mon point de vue, privilégiant la santé et le confort des occupants, je me pose la question de quelle finition intérieure je souhaiterais (c'est ce qui est en contact avec mes sens et avec l'air que je mets dans mes poumons) alors je me dis que j'aimerais bien une peinture à la chaux avec des pigments naturels, puis me demande ce qui la supporte volontiers et qui se comporte de la même manière que ma finition en terme de migration de vapeur d'eau. Puis de couches en couches je me dirige de l'intérieur vers l'extérieur en évitant les ruptures de principes. Cette démarche permet une cohérence physique de la matière, des échanges thermiques et chimiques à travers ces couches. Rien à voir avec les mille-feuilles synthétiques que nous pouvons observer dans des cas conventionnels, ou les colles, solvants et produits dénaturés viennent certes chacun répondre à une fonction spécifique, mais n'ont pas d'unité, ni entre eux, ni avec les occupants." - Sébastien Pittet

Les particularités physiques et constructives du chanvre demandent de sortir de certains codes contemporains et de mettre la matière au centre de la réflexion. Avec l'emploi des matériaux géo et biosourcés, plus spécifiquement le chanvre, le fait d'être liée avec un lieu, un cycle, une matérialité, une logistique qui ne peut pas négliger dans la conception d'un édifice.¹³²

L'architecte et enseignante Alia Bengana témoigne :

"En effet, lorsqu'il était commun de bâtir en pierre, nous pensions l'architecture depuis et autour de la pierre. Sa localisation, sa taille d'extraction, sa capacité portante, sa porosité, sa malléabilité et bien d'autres paramètres étaient centraux lors de l'écriture architecturale. Nous ne pouvions en déroger car les facteurs cités définissent les contraintes et les limites pour un ouvrage réussi. Idem pour le bois ; les essences disponibles à proximité, les méthodes de gestion de forêt ou encore l'avancée des moyens permettant d'extraire, transporter et transformer la matière influençaient grandement ce dont un architecte pouvait se permettre de projeter."

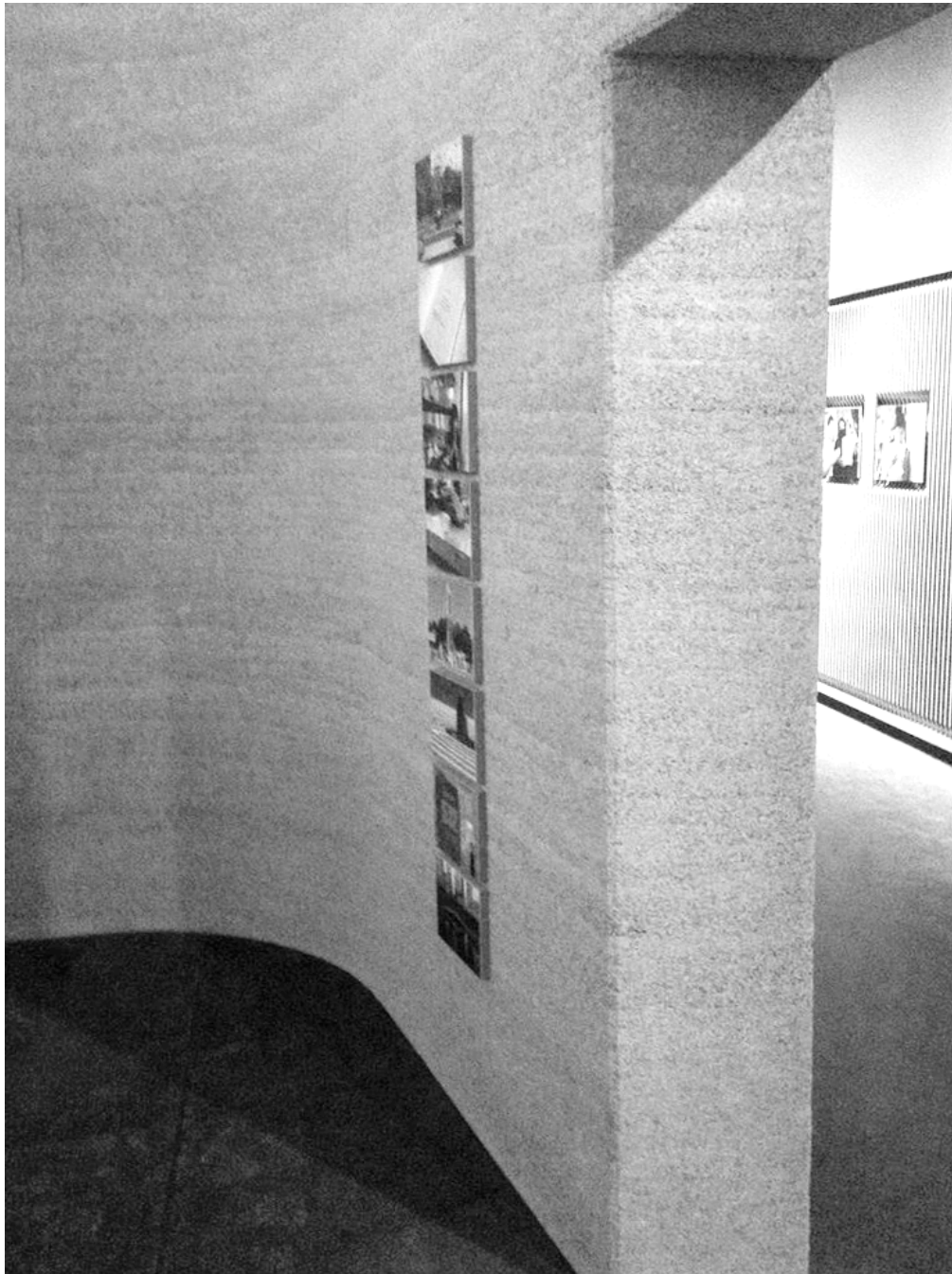
Au-delà des contraintes de ressource et d'approvisionnement, cela implique des variations dans les stratégies d'écriture architecturale. Le chanvre, principalement utilisé comme isolant, s'intègre en façade, dans les sols et la toiture.¹³³ Toutefois, il interagit aussi avec de nombreux éléments constructifs structurels, nécessitant une attention particulière pour assurer une bonne conduite mutuelle.¹³⁴ Par exemple, le chanvre offre une "excellente" isolation thermique et acoustique, mais peut nécessiter des épaisseurs de paroi différentes et des détails spécifiques pour maximiser ses avantages. Les architectes doivent également prendre en compte sa perspiration et la régulation de l'humidité offertes par ces matériaux, influençant la conception de l'enveloppe du bâtiment..

Lors d'une pratique conventionnelle, les détails de construction et les plans sont basés sur des normes bien établies, avec une large documentation technique disponible. Intégrer le chanvre peut nécessiter

¹³² "Quel avantage de ne plus avoir besoin de se préoccuper de la quantité, de la qualité ou de la provenance des matériaux. Tout est disponible, à portée d'un coup de fil ou d'un clic pour acheter sur catalogue." Philippe Simay

¹³³ Se référer au chapitre 3.1

¹³⁴ "Principalement, lors de la conception, il est crucial d'intégrer le matériau, ses atouts mais aussi contraintes dans l'ensemble auquel il fait partie. L'emploi simple du chanvre comme substitut remplaçant une couche constructive par une autre est une vision limitée et potentiellement problématique. Nous pouvons cependant, grâce à sa légèreté et sa fonction de remplissage, repenser la structure et composition des parties de l'ouvrage. Cela permet d'opter, quand cela est possible, pour une structure employant moins de béton." - Sébastien Pittet -



“Formes courbes”

Arbio

des recherches supplémentaires et des collaborations avec des experts pour garantir l'exactitude des détails techniques, ainsi que des ajustements pour refléter les particularités de ces matériaux.¹³⁵

La logistique est elle aussi affectée et doit être intégrée au plus rapidement dans une conception afin d'éviter toutes complications ou défauts lors de la mise en œuvre. Sébastien Pittet témoigne au sujet de défaut parfois constatés par une intégration limitée des enjeux logistiques des entreprises :

“Parfois, lorsqu'on réalise des sols ou des façades, les besoins de mise en œuvre ne sont pas respectés par les différents protagonistes du chantier en cours. Un temps de séchage avant une prochaine intervention n'est parfois pas respecté, cela induit des défauts de fabrications et des problèmes à contre coup. L'exemple d'une chape en béton de chanvre qui nécessite 3 semaines avant de pouvoir être praticable et parfois plus avant d'être recouverte. Il n'est pas rare que certains ouvriers créent des tassements en marchant dessus puis compromettent la pose de revêtements. C'est ensuite le poseur de revêtement qui n'accepte pas le support et une dispute débute entre le premier exécutant, le piétineur, le poseur et l'architecte pour déterminer à qui est la faute et qui prend en charge la résolution. Une autre situation est la trop faible considération des contraintes météorologiques lors de la conception, phasage de chantiers ou réalisation. Des écarts de température trop élevés peuvent créer des tensions de la matière lors du séchage ou réaction aux chocs thermique créant encore trop souvent des fissure, malgré treilli re reprise. La ventilation du chantier est parfois aussi une cause pathologique qui est difficile à garantir dans certains cas. L'entreprise ne peut pas être sur place tous les jours pour s'assurer des conditions optimales pour curer la matière mise en œuvre. L'architecte doit en tenir compte.”

Le chanvre nécessite des techniques spécifiques de mise en œuvre et une manipulation particulière. La logistique peut inclure des considérations pour le stockage, le transport et la préparation sur site des matériaux, des temps de séchages, ce qui peut nécessiter des ajustements dans la planification de chantier.¹³⁶ Encore, contrairement aux matériaux de construction bien connus, les architectes doivent être en mesure de communiquer d'avantages et les particularités des matériaux comme le chanvre aux clients¹³⁷, aux entrepreneurs, et aux autres parties prenantes pour qu'ils soient bien reçus.¹³⁸

Les propriétés mécaniques et structurelles du chanvre et du béton de chanvre influencent de même la géométrie des bâtiments. Ce qui peut restreindre ou inspirer des formes spécifiques. Les architectes peuvent exploiter la légèreté et la flexibilité de ces matériaux pour créer des formes plus organiques et innovantes. L'ingénieur et artisan Sébastien Pittet nous renseigne sur les implications fondamentales de conception employant le chanvre sur la géométrie et l'esthétique :

¹³⁵ “Tristement, le problème le plus récurrent, c'est une erreur de conception architecturale ne permettant pas à la vapeur d'eau de migrer correctement à travers certains détails constructifs. La condensation qui s'y produit est la cause principale de sinistres constructifs”. – Sébastien Pittet –

¹³⁶ “C'est peut être au niveau de l'application qu'il y a des limitations, l'inertie constructive à donner des habitudes de conception et réalisation. Il est parfois nécessaire de changer ces habitudes et reconsidérer les phénomènes logistiques et physiques d'un projet. Les acteurs sont parfois intéressés par le chanvre mais lorsqu'il doivent faire face aux contraintes nouvelles par rapport à d'autres, ils peuvent prendre peur et se tourner vers des méthodes plus conventionnelles.” – Laurent Mouly –

¹³⁷ Ne pas effrayer le client avec des méthodes encore considérées comme expérimentales, ne pas non plus promettre des choses incertaines et sur-vendues. La communication, c'est aussi faire valoir les qualités de la matière et les plus values qu'elle apportent au projet auprès d'un jury par exemple.

¹³⁸ “Il reste beaucoup de progrès à faire malgré que certaines techniques ont déjà fait leurs preuves. Il y a encore des améliorations espérées au niveau des échanges entres acteurs afin d'optimiser tant l'adoption culturelle que l'intégrité physique des ces solutions dans les pratiques courantes. Face aux potentiels du chanvre dans la construction, il y a une forte inertie industrielle de certains matériaux et les entreprises qui y sont liées protègent leurs intérêts sur le marché. Encore, le temps, l'espace et la pensée permettant des développements sont peu intégrables dans le contexte de flux tendus relatifs aux budgets compétitifs de la construction. Nous espérons l'émergence de plus en plus de groupes de convaincus souhaitant s'engager ensemble face à ces questions.” – Laurent Mouly

“Tout d’abord, les bases, la protection des éléments exposés par de bonnes bottes et un bon chapeau.”¹³⁹ Ensuite, nous pouvons grâce à sa légèreté et sa fonction de remplissage, repenser la structure et composition des parties de l’ouvrage. Cela permet d’opter, quand cela est possible, pour une structure employant moins de béton. Il est ainsi envisageable de s’orienter vers un système statique poteaux-dalles, puis effectuer le remplissage (et isolation dans la même foulée) avec du béton de chanvre, le gain de poids du remplissage se répercute aussi dans le dimensionnement de la structure porteuse ou encore des fondations. Dans d’autres cas, une structure en ossature bois est privilégiée. C’est un excellent partenaire du matériau chanvre. Le béton de chanvre projeté se combine aussi relativement bien avec les structures ou charpentes métalliques, prenant ainsi les rôles de remplissage, d’isolant, de protection contre le feu et parfois de finition. Au-delà de la structure, les volumes intérieurs sont parfois impactés. Comme nous l’avons vu précédemment, le λ étant plus faible que certains isolants communément utilisés, cela implique parfois d’augmenter l’épaisseur d’un élément constructif afin d’obtenir une résistance thermique particulière. Cela n’est pas toujours nécessaire si l’on prend en compte d’autres facteurs pour évaluer la performance d’une séparation d’espaces. Quand cela n’est pas évitable, la profondeur des embrasures se trouve augmentée. Cela amène parfois à une perception nouvelle de l’espace intérieur. L’effet visuel induit peut aisément être compensé avec des embrasures biseautées. [...]”

Nous comprenons que c’est potentiellement l’approche constructive entière qui est à penser autrement. On ne fait pas des choix isolés mais intégrés dans un ensemble architectural. Une autre manière de répondre à la question est la différence d’organisation dans la chaîne d’acteur avec une communication plus étroite et multidirectionnelle lors de la conception et réalisation du projet. On ne suit plus des codes préconçus et matériaux catalogues mais on travaille avec des ressources qu’on adapte au contexte constructif en abordant les contraintes d’un œil moins synthétique. La matière étant au centre des préoccupations, l’aspect visuel est aussi à regarder d’un œil nouveau. Un béton de chanvre ou d’un enduit chanvre-chaux évoquent une réalité constructive par sa matérialité dévoilée. On perçoit les choses au lieu de les masquer. Des textures sont perceptibles et la stratification des couches tout comme l’ambiance selon certains apporte une sérénité dans des logements ayant une finition à base de chanvre.

De plus, l’intégration réussie des matériaux biosourcés tel que le chanvre dans la construction ouvre de nouvelles perspectives pour une architecture plus durable et respectueuse de l’environnement. Elle encourage une réflexion axée sur la matière et une collaboration interdisciplinaire, impliquant architectes, ingénieurs, producteurs, artisans mais aussi les fournisseurs et les producteurs. En adoptant ces matériaux, les architectes peuvent développer des solutions innovantes qui allient performance technique, esthétique et durabilité. Un nouveau langage se crée en renouvelant les codes, la grammaire qui s’instaure entre les matériaux et la pratique qui en découle donne lieu à une architecture saine et résiliente. Avec une visibilité croissante, les aspects deviennent eux aussi plus désirables. Ces nouvelles formes et matérialités sont l’effet d’un renouvellement nécessaire à pallier les déboires architecturaux de notre époque.

C’est ainsi qu’il est constamment plus simple de faire valoir les qualités de la matière et les plus values qu’elle apportent au projet auprès d’un jury, par exemple. La démonstration de certaines qualités par le biais de calculs inexistantes (au-delà de la thermique ou des ACV statiques linéaires et vétustes) sera compensée par une potentielle opinion évoluée ou les nombreuses démonstrations qui éclosent sur le territoire.

¹³⁹Expression courante du monde de la construction signifiant qu’il est important de protéger les édifices avec des fondations ne permettant pas les remontées capillaires hydriques et que le chapeau protège la façade contre un ruissellement important.

“Le monde est changé par votre exemple, pas par votre opinion.” –Paul Coelho

En conclusion, l'architecture qui utilise des matériaux biosourcés, comme le chanvre, représente une approche novatrice et responsable face aux défis environnementaux actuels. Les architectes doivent adapter leurs techniques de conception, renforcer leur communication et collaboration interdisciplinaire, et se tenir informés des évolutions réglementaires. Cette pratique nécessite une réévaluation des méthodes traditionnelles et une adaptation des stratégies de conception pour intégrer les propriétés uniques de ces matériaux. Les architectes employant le chanvre doivent non seulement repenser l'écriture architecturale, mais aussi considérer toute la chaîne d'approvisionnement et les interactions entre les matériaux et les autres éléments constructifs. La direction de travaux peut représenter des défis nouveaux et les planning sont parfois impactés par des facteurs météorologiques ou géographiques. Toutefois, avec une bonne organisation, une communication étroite avec les parties prenantes et une once de bon sens, les surprises rencontrées lors d'un projet donnent lieu à de belles histoires au lieu de souvenirs amers.

L'un des moments clés des interviews a été lorsque j'ai demandé à Sébastien Pittet :

“Et si... le chanvre était adopté à large échelle sous ses diverses formes dans l'architecture en Suisse, que l'entier des isolation, rénovations énergétiques, les constructions neuves et même les surélévations urbaines l'employait. De quelle œil verrais-tu cette évolution du paysage constructif et culturel ?”

Voici sa réponse :

“J'y verrais principalement de la qualité ! C'est comme lorsqu'on voyage dans certaines villes anciennes où les rues sont pavées, les bâtiments revêtent de magnifiques crépis, il fait frais à l'intérieur pendant l'été.. C'est ce qu'on aime tous, et bien plus que des façades en plastique qui ressemblent au dessin de l'ordinateur, on aimerait y voir des vrais matières, de la qualité qui se ressent et qui s'incarnent dans la construction comme l'aboutissement d'une volonté culturelle commune.”

Afin de nuancer, j'ai rétorqué :

“Ça ne s'apparenterait pas à une tendance de retourner en arrière ?”

Il répondit de manière sublime :

“Non, j'ai l'impression que c'est plutôt le contraire, nous marchons à l'envers depuis un certain temps. Ce serait alors un retour vers l'avant ! Le modernisme a privilégié certains matériaux et types constructifs. Nous réalisons que ce n'était pas la meilleure des idées malgré les avantages qui ont fait ce succès. Il est temps de revenir à une vision plus cohérente avec les réels besoins des espaces habitables tout en gardant un lien étroit avec les capacités de nos ressources.”

3.5 - Une coopération décloisonnée est requise entre acteurs

- L'emploi du chanvre invoque une coopération décloisonnée entre les acteurs de la construction autour du secteur agricole d'où proviennent (et retournent) les ressources.

“Si vous voulez devenir un instrument de changement, rassemblez les membres de votre communauté et organisez une conversation régulière. La seule façon de réussir est de mettre les gens en contact, de partager l'inspiration et de se soutenir les uns les autres”. - Deepak Chopra

L'emploi du chaux-chanvre dans la construction marque lentement mais sûrement un tournant significatif pour le secteur du bâtiment, nécessitant une approche intégrée et interdisciplinaire inédite par rapport aux pratiques traditionnelles. Cette transition vers des matériaux naturels comme le chanvre implique une collaboration étroite et continue entre diverses parties prenantes de la chaîne de valeur. Les agriculteurs jouent un rôle crucial en cultivant des variétés de chanvre adaptées aux besoins de la construction, nécessitant une expertise agronomique spécifique pour maximiser la qualité et la performance des récoltes. Par exemple, des pratiques agricoles durables sont encouragées pour minimiser les impacts, tout en régénérant les sols et augmentant les rendements des prochaines cultures. Les transformateurs de matière convertissent le chanvre brut en matériaux utilisables comme les fibres et les chenevottes, nécessitant une adaptation constante des processus de transformation en fonction des variations de la matière première. Cette flexibilité est essentielle pour garantir la qualité et la constance des produits finis tout en répondant aux exigences spécifiques des artisans et des chantiers. Cependant il est crucial qu'ils entretiennent des rapports étroits avec les collaborateurs d'entrée et de sortie de produit. En effet, un équilibre est nécessaire entre l'offre et la demande pour lesquelles les transformateurs occupent une place charnière. La collaboration avec les distributeurs de matériaux est cruciale pour assurer une disponibilité continue sur le marché et gérer efficacement la logistique complexe associée aux matériaux naturels sensibles aux conditions de stockage et de transport. Ces enjeux sont à titre d'exemple particulièrement bien abordés par des structures coopératives sur le territoire Français. Ils permettent de mettre en lien l'entier du secteur agricole agissant en des lieux isolés afin de coordonner leurs actions. De plus, liées aux transformateurs et aux besoins des fournisseurs, la collectivisation d'infrastructure offre une manière surmontable pour les producteurs afin d'accéder à ce marché. De plus, les architectes, ingénieurs, politiques et maîtres d'ouvrages peuvent lors de demandes techniques se référer à cette organisation qui apporte une réputation stable et une plateforme centrale au domaine chanvrier.¹⁴⁰

Lorsqu'une volonté de construire plus durable se manifeste, les acteurs de la construction sont familiarisés avec la science, les normes, les règlements et les questions énergétiques. Toutefois, lorsqu'on se préoccupe de l'énergie grise et des facteurs au-delà du carbone, la matière végétale représente autant une opportunité extraordinaire qu'un monde dans lequel les professionnels de la construction n'ont pas les notions requises. Encore, la matière fait appel à des savoirs faire mais aussi des contraintes en commençant par celles géographiques et météorologiques. Les limites et équilibres

¹⁴⁰ : “Bien qu'il existe des machines spécifiques (et coûteuses) pour faucher le chanvre, il n'y en a pas à ma connaissance en suisse. De plus, les machines universelles (moissonneuses batteuses) utilisées par exemple pour le maïs conviennent pour sont utilisées pour le chanvre. D'autre part, la récolte est quand même un point critique. Premièrement à cause du caractère très fibreux et robuste des tiges. Deuxièmement, les agriculteurs font appel à des entreprise de « battage » spécialisées dans la fauche avec des outils de qualités ; malgré cela les becs de coupe et engrenages on tendance à s'encrasser du fait que ce ne soit pas du matériel spécialisé pour ce type de fibres.” -Comment font les autres ? - “Les agriculteurs (Français) s'organisent autour d'une coopérative chanvrière, ils mutualisent l'infrastructure spécialisée pour la culture du chanvre. Plus précisément les becs de coupe et les machines de défibrage avec toute l'infrastructure de stockage et les débouchés qui viennent avec.” -Florian Meyer

biologiques des milieux offrant ces nouvelles ressources sont aussi des notions que les acteurs aux habitudes “extractiviste” peuvent ne pas avoir à l'esprit. On ne braconne pas la matière jusqu'à épuisement ; on se préoccupe des cycles renouvelables tout en se préoccupant des écosystèmes qui en font partie.

La recherche académique peut elle aussi apporter des regards pertinents sur des enjeux territoriaux relativement aux caractéristiques offertes par le chanvre. C'est du moins ce que suggère l'étude “Explorer l'écart entre les bâtiments compatibles avec le budget carbone et les solutions existantes – Une étude de cas suisse” publiée en 2022 par l'Institut de l'énergie à Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HEIA-FR, HES-SO), Fribourg et Chaire de construction durable, ETH Zürich.¹⁴¹

“Les objectifs climatiques globaux semblent clairs, mais un manque de cohérence pratique est évident, notamment dans le secteur suisse de la construction. Actuellement, aucun cadre normatif ni limite juridiquement contraignante n'est en place pour contrôler et limiter les émissions du cycle de vie des bâtiments. Cela conduit à un manque de connaissances concernant les futurs objectifs sectoriels spécifiques ainsi qu'à un manque de compréhension de notre capacité actuelle à atteindre les futurs objectifs climatiques.” [...] “La mise en œuvre de matériaux biosourcés peut, d'une part, réduire l'impact GES des bâtiments car ils nécessitent généralement des procédés de fabrication moins intensifs en carbone et, d'autre part, retarder les émissions de carbone biogénique en stockant le carbone pendant la durée de vie des bâtiments.”

Jusqu'ici, nous connaissions, mais elle stipule aussi :

“Les budgets à l'échelle nationale pour le secteur de la construction peuvent orienter la planification stratégique et le contrôle requis des activités de construction du point de vue de l'élaboration des politiques. Un budget annuel limité impose, à ce niveau, non seulement une simple réduction des émissions spécifiques mais aussi un contrôle des activités de rénovation, du nombre de nouvelles constructions ainsi que la décarbonation du secteur énergétique.” [...] “Tant pour les décideurs politiques que pour les praticiens, il est important d'intégrer le long calendrier de planification de cette industrie. Ce calendrier nécessite de planifier à l'avance et non sur les valeurs actuelles, de la même manière qu'un architecte est invité à réfléchir à l'utilisation future du bâtiment, l'impact environnemental doit être conforme aux objectifs de l'année de livraison. La réduction des émissions qu'exige notre climat est une pente raide, quel que soit le point de vue, et ce qui est acceptable aujourd'hui ne le sera pas dans 5 ans, par conséquent la conception des bâtiments doit également commencer à suivre une voie vers le zéro net.”

“Dans un deuxième temps, les pratiques actuelles ainsi que les réductions futures de l'impact des matériaux et de l'approvisionnement en énergie sont identifiées dans la littérature et leur impact actuel ou potentiel de réduction a été évalué et cartographié par rapport aux objectifs. Les résultats montrent qu'un écart important existe aujourd'hui et persistera en 2050. Cet écart ne peut être comblé en s'appuyant uniquement sur l'amélioration future des matériaux et de la production d'électricité. En outre, le potentiel de stockage du carbone dans les matériaux utilisés dans notre parc immobilier est indispensable pour faire face au besoin urgent à court terme de réduire les émissions de CO² de l'atmosphère et ainsi limiter le réchauffement climatique à moyen terme.” - indispensable disent-il-

“Ce travail définit un parcours quantifié et aligné pour les activités de construction. Il existe un besoin urgent pour les praticiens du secteur de la construction de mieux comprendre les implications de la crise climatique dans leur profession. Ce besoin doit être comblé par les décideurs politiques pour imposer les

¹⁴¹ Prioré, Yasmine Dominique, Thomas Jusselme, et Guillaume Habert. « Explorer l'écart entre les bâtiments compatibles avec le budget carbone et les solutions existantes – Une étude de cas suisse ». Elsevier - Énergie des bâtiments, octobre 2022.

limites de réduction et le cadre méthodologique pour y parvenir. Enfin, l'écart présenté donne une image claire de l'état actuel des émissions des bâtiments et des efforts nécessaires pour parvenir à la neutralité climatique.”

Les politiques réglementaires ont alors un rôle décisif à jouer pour normaliser les pratiques, d'une part en favorisant les démarches de création de ressources respectueuses du lieu de production ; d'autre part en mettant des limites aux démarches qui continuent d'aggraver la tendance générale des flux de matières.

“La Suisse veut décarboner le secteur du bâtiment, mais peine à soutenir légalement ou financièrement les réseaux produisant des matériaux de construction à carbone négatif tel que le chanvre. Est-ce finalement de l'économie, de la politique ou du droit ? La culture du chanvre industriel est néanmoins autorisée et subventionnée depuis peu” -Florian Meyer

“Il y a un réel problème avec l'état de vaud et plus généralement l'attitude des cantons et de la confédération. Ils prétendent mettre en place les mesures “les plus adaptées” afin d'atteindre une supposée neutralité carbone en 2050. Avant ce terme, réduire de 50% à 60% les émissions de CO² d'ici 2030 (dans un peu plus de 5 ans). Ils conseillent les assainissements énergétiques des bâtiments, ce qui est une bonne chose, mais dans les recommandations et seuils indiqués, ils ne parlent que d'énergie opérationnelle. Quand des seuils d'énergie grise sont mentionnés, ils peuvent parfaitement accorder une médaille labélisée à des matériaux comme les PU et consors pétro-sourcés grâce à leur masse très faible. Ils sont toutefois de hauts pollueurs en termes plus vastes que le carbone. C'est une absurdité totale car cela fait face à la moitié du problème. L'énergie embarquée de matériaux de construction lors de leurs extractions, transformation, transport et fin de vie multicritères est déterminante pour évaluer la performance énergétique d'un bâtiment. Soit les décideurs politiques sont aveugles, soit ils font exprès de ne pas intégrer ces paramètres car ils trouvent le défi suffisamment inatteignable pour le moment. Cela risquerait de faire peur aux acteurs si le défi est doublé d'un coup en intégrant les 50% de contraintes supplémentaires On dirait qu'il y a une sorte de consensus à les ignorer, autant ne pas en parler, ce serait quand même pénible de devoir faire deux fois plus d'effort quand on peine à supporter le premier. De plus ce n'est pas très rentable, ils préféreront inciter les particuliers à acheter des panneaux solaires qui alimentent les systèmes publics en énergie dont ils tirent de nouveaux profits à la revendre chez le voisin ; évitent ainsi de se creuser les méninges sans des secteurs plus difficilement pilotables.” - Sébastien Pittet

“Nos modèles de “neutralité carbone” sont discutables. Toutefois il est clair que le chanvre est un atout permettant d'avoir une grande influence sur le bilan des constructions. Nos politiques et scientifiques voient les solutions à travers des aspirateurs géants à CO² puis ce gaz est enfoui sous terre ou revendu pour être injecté dans des serres comme stimulant de rentabilité maraîchère. C'est toutefois une question de volumes et il est encore difficile à croire que cela permettra d'atteindre les objectifs de réduction actuels. Que ce soit cette solution ou une autre, nous n'avons pas le temps d'attendre que la science invente un ultime tour de passe-passe. Nous devons agir dès aujourd'hui et des solutions efficaces existent : Entre autre, la sobriété de conception, l'usage judicieux de matériaux en se souciant des chaînes d'approvisionnement et de fin de vie, et aussi, l'emploi des fibres végétales permettant de séquestrer une grande partie de carbone dans nos bâtiments. D'après des estimations que j'ai réalisées, la généralisation de l'usage des matériaux bio-sourcés pour toutes les rénovations et constructions neuves annuelles permet un meilleur rendement annuel de capture carbone que les solutions actuellement politiques ; de ce fait oui, le chanvre est hyper intéressant. Quand les politiques se rendront compte de la synergie entre l'agriculture, la construction et l'aménagement du territoire, une révolution s'opérera en termes de méthodes face aux enjeux précédemment discutés.” -Laurent Mouly

Les récits de ces professionnels ont une mélodie qui résonne à l'unisson. Sauf que : *“Notre maison brûle et nous regardons ailleurs”* est la petite phrase prononcée par Jacques Chirac, président de la République française, en ouverture de son discours devant l'assemblée plénière du IV^e Sommet de la Terre le 2 septembre 2002 à Johannesburg. Depuis, 22 années se sont écoulées et peu de choses ont changé dans les priorités gouvernementales. Alors au lieu d'attendre que les décideurs reviennent “d'ailleurs”, en dépit que le cadre réglementaire est un facteur clé, il me semble incontournable d'emprunter l'issue de secours sans attendre qu'ils ouvrent leur porte. Laissons les ainsi s'étouffer dans les émissions funestes d'une construction (politique) insoutenable. À la place de les critiquer, ce qui est déjà fait mais ne changera pas grand chose au final ; s'organiser entre acteurs et producteurs dans une économie saine (pouvant favoriser des cycles courts ainsi que des valeurs locales) m'apparaît comme un plan plus prometteur.¹⁴²

Pour ce faire, il est crucial d'avoir de bonnes équipes sur le terrain. Juste après le groupe des producteurs, viennent ceux qui ont les connaissances pour faire de l'architecture issue de ressources végétales ; stratégie retenue pour éviter les solutions non renouvelables.¹⁴³ Sur le chantier, les artisans ont le rôle de maîtriser des techniques de mise en œuvre spécifiques aux matériaux naturels, ce qui nécessite une formation continue et une adaptation aux propriétés variables du chaux-chanvre. Les architectes et ingénieurs ont le rôle d'intégrer ces matériaux dans leurs conceptions tout en tenant compte des propriétés spécifiques de durabilité et de performance structurelle. Cette collaboration étroite permet d'optimiser les solutions techniques tout en respectant ou en contournant les normes et les réglementations lacunaires en vigueur.

Les maîtres d'ouvrage jouent un rôle central en accordant leur confiance à tous les acteurs de la chaîne. Afin de garantir le succès des projets utilisant le chaux-chanvre, une communication fluide et une gestion proactive des défis potentiels est nécessaire. Les institutions politiques et les régulateurs développeront des cadres normatifs adaptés aux spécificités des matériaux biosourcés -facilitant ainsi leur adoption généralisée- lorsque les multiples démonstrations auront initié une demande suffisante.

Toutefois quand on essaie quelque chose de “nouveau” il faut assumer les nouveautés dans la manière d'interagir ou de faire face à de nouveaux “problèmes” lors des étapes de chantier.

Sébastien Pittet nous fait part d'une observation très pertinente : *“Ce que nous avons remarqué, il est souvent conflictuel quand une intervention est fragmentée entre différentes entreprises. Un chauffagiste ou un poseur de revêtement qui rencontre une anomalie ou une difficulté exprimera volontiers son désaccord (et la faute) envers d'autres postes. Ce que les architectes mettent parfois en place pour éviter ces situations, c'est qu'une entreprise se charge de la coordination de l'entier des interventions qui se passent sur une partie du bâtiment jusqu'à la finition. Cela permet une continuité des étapes tout en respectant les contraintes des autres, limitant les pépins et garantissant un résultat de qualité, sous la responsabilité d'une même personne. Toutefois, cette manière de fonctionner se discute lors des devis et n'est pas encore coutume dans les phases de discussions avec les entreprises. une bonne chose à garder en tête, toi qui es architecte.”* Pour résumer, plus on fragmente les matériaux, leurs interfaces, les interventions et les exécutants, plus on induit une “incertitude” provoquant des erreurs et des conflits.”

Nous pouvons alors en tirer les constat suivants : l'intégration du chaux-chanvre dans la construction en Suisse illustre un changement vers des pratiques plus durables et une économie circulaire,

¹⁴² Luthe, Tobias. « [Hemp composite building materials to decarbonize the Swiss building sector within a circular economy.](#) » Hanf Magazin, 2019.

¹⁴³ Prioré, Yasmine Dominique, Thomas Jusselme, et Guillaume Habert. « Explorer l'écart entre les bâtiments compatibles avec le budget carbone et les solutions existantes – Une étude de cas suisse ». Elsevier - Energie des bâtiments, octobre 2022.

nécessitant une collaboration étroite entre tous les acteurs de la chaîne de valeur. Cette transition non seulement renforce la résilience économique et environnementale du secteur, mais promeut également une utilisation efficace des ressources locales, réduisant ainsi la dépendance aux importations et contribuant à la stabilité économique face aux volatilités globales. La coopération étroite et décloisonnée des groupes d'acteurs formant une chaîne complète permet d'éviter les ruptures de principes de la graine à la facture finale. Pour agir efficacement sans concessions économiques, des organisations faitières en construction biosourcé pourraient changer les modes opératoires. En nourrissant une architecture cohérente tout en bâtissant une diversité agricole résiliente, les acteurs de la chaîne trouveraient un bien être profitable en faisant partie d'une collaboration vertueuse et réciproque entre les secteurs.

“Qui est alors chargé d'initier le mouvement ?” ais-je demandé au professeur Guillaume Habert lors d'une rencontre.

“Connecter l'agriculture avec la construction est selon moi une solution prometteuse. Il serait utile de convaincre les agriculteurs qui sont avant tout des entrepreneurs et qui ont potentiellement le bras long en politique. Puis les subventions pourraient catalyser la démarche. Aussi il faudrait accepter que certaines terres vont devoir s'adapter en fonction des enjeux et variations climatiques. Le prix du lait ne fait pas vivre les agriculteurs et l'élevage de bovins consomme beaucoup de terres, dont celles induites pour produire leur alimentation ; sans parler des antibiotiques ou du gaspillage. Les politiques sont sceptiques à ce sujet. Les acteurs de la construction sont déjà convaincus mais attendent les opportunités économiques d'intermédiaire entre offre et demande. Un réseau indépendant des circuits conventionnels pourrait être une piste fertile.” -G.Habert

“Ne laissez pas ce que vous ne pouvez pas faire interférer avec ce que vous pouvez faire.” - John Wooden

4 - Conclusion

4.1 - Synthèse

Au terme de ce travail, nous avons pris conscience que les usages de cette plante ne s'arrêtent pas, et de loin, à la consommation récréative que certains esprits conservent.

Lors du premier axe -Implantation-, et par le premier titre -Ressources hors normes-, nous avons découvert de quelle manière, par sa génétique robuste, la plante de chanvre s'adapte à différents contextes et lieux de culture en faisant ainsi une ressource abondante et résiliente. Dans le monde, cette plante est cultivée depuis des millénaires et ses usages sont très variés. Certes, elle a connu des périodes de gloire pendant les grands temps de la navigation et le début de l'imprimerie, mais aussi des périodes de récession lorsque d'autres cultures ont pris une part de marché significative tel que le coton et les fibres synthétiques. De plus, certaines lois et décisions politiques ont fortement influencé sa position dans l'économie. L'industrialisation et notre frénésie constructive ont donné lieu à une artificialisation de la planète terrifiante. Les impacts cumulés par ces martiaux intenses en énergie nous ont amenés à ressentir un besoin de mettre des limites à ces ressources totalement hors des normes de bon sens. Cependant, par les qualités qu'elle offre, et relativement au défis environnementaux auxquels nous faisons face, la plante de chanvre fait un grand retour au devant de la scène. Il n'est pas trop risqué de dire qu'elle pourrait devenir un exemple iconique de ressource durable en vue de tous les usages qu'elle offre tout en demandant si peu d'eau, sans intrants chimiques et avec une telle résilience face aux aléas du climat. Bien qu'elle soit produite en masse dans certains pays européens, la majeure partie est exportée et, de surcroît, employée principalement pour la confection de papier, de textiles ou encore de litières pour animaux. Il est alors sensé de s'être demandé à quel point les autres fonctions que cette matière peut remplir ne se sont pas développées davantage ; En outre, localement et dans le domaine de la construction.

A travers le chapitre suivant, initié par le second titre -Le chanvre tel un antidote émergent-, il a été souligné que sa culture n'est alors pas à destination unique et que son emploi dans le bâtis ne requiert qu'un sous produit d'une ressource. La valorisation seule des graines de cette plante en font un déjà un marché rentable auprès de divers secteurs tels que l'alimentation et ses produits dérivés pour les soins. Lorsqu'on ajoute la valorisation des fibres et de la pulpe, des secteurs fortement enracinés comme le textile, le papier ou l'industrie augmentent considérablement le rendement économique de la même récolte. Vient ensuite la construction qui s'effectue avec les "restes" considérés comme trop petits morceaux pour secteurs phares. De ce fait, les surfaces agricoles ne sont pas concurrentes à la production alimentaire dans un but unique de produire un matériau pour la construction mais s'exportent à destination multisectorielle, tout en étant régénératif pour les sols et zéro déchet. Le potentiel de ses cultures à capturer le carbone de l'atmosphère sur des cycles saisonniers en font une alliée redoutable pour atteindre les accords de Paris concernant le parc immobilier. Pourtant, en Suisse, nous avons constaté la quasi inexistence de ce marché. Dans l'hypothèse que le marché du chanvre se renforce en Suisse face aux défis de la construction décarbonée, le corpus de ce chapitre s'est engagé à tester et valoriser de quelle manière ce matériau supposé miraculeux est aussi capable de substituer de nombreux composant lors d'une construction neuve et pour un assainissement énergétique. Cependant les polices de construction en vigueur n'ont pas de mesure en place pour favoriser suffisamment l'emploi de matériaux séquestrant du carbone dans les constructions. Cependant, une amélioration de ces réglementations est à anticiper et rien n'empêche un projet de les intégrer avant d'y être forcé.

Au fil du troisième chapitre intitulé -Au-delà du “Carbon Tunnel”- nous explorons à quel point cette métrique uniformisée sous le terme “CO₂.équivalent” est très pratique pour les comparaisons et pour la communication à un large public. Mais cette “abréviation des enjeux” permet aussi de véhiculer une déconsidération des autres facteurs décisifs à la cause. En effet, tout sera ramené en kg CO₂équivalent. La considération du chanvre ne positionne pas le chanvre comme étant particulièrement compétitif avec ce type d'observations. Cependant, lorsque le temps et les milieux naturels sont intégrés de manière honnête et dynamique, il y a un écart significatif permettant au chanvre de dévoiler ses multiples bénéfices en termes de durabilité environnementale, au-delà du Carbon Tunnel. Bien entendu, ce sont principalement les excès qui posent problème. Un emploi inconscient du chanvre pourrait tout à fait devenir nuisible à terme, cependant en parlant d'excès, nous remarquons que les régimes de consommation des terres consacrés à l'élevage, régimes des ressources énergétiques externalisées (importations douteuses) et régimes des bâtiments peuvent se comparer à des pratiques alimentaires hautement indigestes pour l'environnement. La parcimonie et une consommation équilibrées des ressources ne dépassant pas un capital carbonique limité permettraient de faire un premier pas au niveau des principes. Il est regrettable de constater qu'une refonte profonde des pratiques et des standards socio-culturellement admis est essentielle pour atteindre une trajectoire viable.

Le chapitre optimiste sur l'effervescence des filières chanvre sur le territoire Suisse intitulé -Une filière bénéfique pour la Suisse- discute des avantages que la filière peut apporter au territoire, aux agriculteurs, aux autres acteurs de la filière, à l'architecture et au habitant du secteur d'implantation d'une telle infrastructure. Cependant, bien que les freins soient colossaux, pas par la solidité de l'obstacle mais par l'étendue du travail à réaliser pour implanter un nouveau secteur primaire et secondaire dans un pays orienté tertiaire. De surcroît, l'existence de structures de petites tailles ont déjà vu le jour et n'ont pas l'air de mal se porter, au contraire. Un véritable regain d'intérêt de manifeste autour de cette ressource malgré que les infrastructures de transformation et le circuit de ventes amène un fort risque de ne pas valoriser 100% de la plante du premier coup. La fédération des producteurs, des transformateurs et des acheteurs de marchandise peut et doit être la stratégie retenue afin de stabiliser les prix par une anticipation lucide de l'offre et la demande. La mutualisation des acteurs en fera leurs forces et réduira les risques et limites financières. Même si la politique Suisse est lente et un peu conservatrice, les avantages proposés par cette ressource pour la diversification du secteur agricole en vue des aléas climatiques et politiques grandissante pourrait donner lieu à de véritables investissements stratégiques envers la culture et la valorisation du chanvre. Sensibilisés à la cause environnementale, tant les agriculteurs que les clients en bout de chaîne sont en mesure de comprendre la valeur qui justifie un potentiel coût élevé de lancement. D'autre part, les potentiels de séquestrations du dioxyde de carbone dans le système biogénique puis dans les édifices restent un argument écrit comme “indispensable” pour atteindre les accords de Paris sans dissimuler les effets 60 années plus tard en omettant le D dans DACV.

Lors du chapitre cinquième et dernier de l'axe -Implantation-, le titre : -Des Avantages Territoriaux- est l'aboutissement supposé d'une prise de conscience généralisée et appliquée des enjeux discutés dans les parties précédentes. En regardant nos besoins sociétaux en termes durables, les matériaux non-renouvelables doivent, comme leurs nom et leurs intensité énergétique le suggère, laisser place à des logiques d'approvisionnement renouvelables. Par chance, le chanvre est un excellent candidat pour une transition profonde de nos logiques d'extractions vers des logiques de cultures vertueuses et régénératives. En plus de permettre un territoire sain sur le plan naturel, l'emploi généralisé du chanvre à travers divers industries crée de nouvelles économies en cycle court. Une souveraineté matérielle qui engendre une stabilité économique accrue par la régionalisation de la valeur ajoutée. Les importations

seraient réduites, de nouveaux emplois seraient créés, de nouveaux marchés verraient le jour et un retour vers une interaction interdépendance entre la ressource - le territoire - les habitants pourrait être constaté. Pour cela, nous devons veiller à prendre en compte la dimension écosystémique de cette plante et fonctionner à son image, dans une approche globale et par des actions locales.

Pour résumer l'axe -Implantation- de manière complète, il suffit de lire les cinq postulats les uns après les autres. En effet, ils sont en soit la formulation concise reflétant l'essence d'un chapitre et ma position sur ce dernier. Cela sera de même pour l'axe -Applications-.

En synthèse de l'axe -Application- le titre premier -La polyvalence du chanvre au bâtiment- présente les fonctions diverses que le chanvre occupe sous différentes formes et mise en œuvre. Les indications et contre-indications sont soulevées. Une hybridation des techniques et des lieux d'emplois du chanvre dans une construction soulève son incroyable agilité de mise en œuvre. Cependant, il est essentiel de garder en tête qu'il n'a ni rôle structurel et que ses mélanges ne sont pas 100% naturels". Les ajouts de polyester viennent dénaturer les laines de chanvre et la chaux utilisée comme liant dans les bétons de chanvre représente jusqu'à 70% de son carbone embarqué. Toutefois les compositions sont très variables et peuvent s'adapter aux besoins spécifiques. Les bétons terre chanvre ou encore appelés terre allégée ne sont pas suffisamment développés pour venir substituer la chaux de manière fiable dans la construction. La terre étant une ressource hétérogène de lieu en lieu, les propriétés attendues peuvent être fortement variées. La méthode représente toutefois un potentiel très prometteur lorsqu'une homogénéisation des procédés sera garantie. Il existe principalement des mises en œuvre par voie humide et par voie sèche et elles comportent toutes des avantages et des inconvénients. D'autre part, la main d'œuvre doit être qualifiée et résiliente afin d'accompagner la démarche avec bon sens. Le plus étonnant, c'est le potentiel de substituer plus d'un matériau en choisissant des matériaux comme le chanvre. Par exemple, le béton de chanvre peut remplir la fonction d'isolant, mais aussi de finition, de remplissage, de correcteur hydrique, augmenter le confort par un déphasage subtil, améliorer l'acoustique et apporter une atmosphère saine et agréable sensoriellement. La substitution de divers systèmes d'accroche, de liaisons variées, collés aux interfaces, vis, treillis, joints de lissage, plinthes de bordures et membranes de rétention de vapeur d'eau, pour ne "que" ces derniers. Les structures elles-mêmes peuvent être repensées par le gain notable de masse des éléments composant une paroi. Le nombre d'interventions étant réduit, cela réduit les coûts de main d'œuvre mais aussi de matériaux. Le risque qui se manifeste à l'interface de deux acteurs est lui aussi considérablement réduit. La projection est rapide mais salissante ; des coffrages préalables sont cependant nécessaires à un béton de chanvre "long" au séchage ; les briques font sens dans des cas moins nombreux ; les laines sont chères ; la préfabrication de pans de murs entier est encore un secteur niche au sein d'un secteur niche. Alors si le chanvre permet des économies à la limite de l'entendement et qu'il apporte de hautes qualités architecturales, c'est surtout sa capacité à revêtir toutes les formes pour toutes les situations avec des niveaux de complexité technologique et des charges carbone admirablement basses.

La partie intitulée -Des précautions qui s'anticipent- mettent un accent prononcé sur les potentielles complications que le chanvre apporte avec son lot de nouveautés. Des blocages psychologiques aux fissurations en passant par la gestion des flux de vapeur d'eau, nous pouvons comprendre celles et ceux qui ne souhaitent pas s'y aventurer. Cependant, tous les matériaux d'une construction ont des particularités requises. Les sinistres d'une majorité des constructions employant des matériaux conventionnels sont sujettes à des dégâts non remédiables suite à une mauvaise gestion de l'eau ainsi que le transfert interrompu (ou non) de ses vapeurs. Une approche, propre aux contraintes de la mise en œuvre du chanvre, est ainsi à adopter, tant par les acteurs qualifiés que les personnes interagissant avec eux à qui ils doivent communiquer l'ensemble des précautions en amont du chantier. Une

démarche de sensibilisation peut être nécessaire, tout comme effectuer des contrats particuliers indiquant que tout le monde est d'accord sur ces principes et contraintes. Tant la maîtrise des liants, des conditions de séchages, du phasage de chantier, des machines appropriés, et la maîtrise des transferts de vapeur d'eau font de la construction en chanvre une démarche qui ne s'improvise pas. L'avantage, c'est qu'en cas d'erreur, c'est facilement rattrapable.

Le chapitre -Une transition technologique bénéfique aux acteurs- confronte les potentiels que représente ce nouveau secteur par l'accroissement de la demande avec un secteur conventionnel compétitif et dans lequel un désintéressement risque de s'installer. Une entreprise peut à son bon vouloir et à ses frais entreprendre une démarche de diversification de son offre et suivant des formations on en expérimentant. Que l'acteur concerné soit un fournisseur, un artisan, un ingénieur, un architecte, un maître d'ouvrage ou encore un jury de projet, faire un pas dans un nouveau domaine demande du courage et n'apporte pas de résultat dès le premier jour. Avec le chanvre, ce qui est intéressant, c'est qu'il représente un environnement matériel, économique et social plus enrichissant qu'il peut en avoir l'air. Par la diversité de projet auxquels il peut répondre efficacement, le marché du chanvre est tout sauf restreint. Avec les besoins d'assainissement énergétiques d'environ un million de bâtiments en Suisse d'ici un quart de siècle sous des objectifs de plus en plus contraignants, ce n'est pas la quantité de travail qui risque de manquer tout comme la compétitivité entre entreprises ne risque pas de statuer ce marché autant plus vaste qu'il correspond remarquablement bien aux constructions neuves. La plus-value perçue de ce type de construction -employant des matériaux biosourcés à faible empreinte carbone, sain pour les occupants comme pour l'environnement- pourrait être un argument de taille. C'est probablement même judicieux pour un promoteur qui ne souhaite pas observer fondre la valeur de son investissement au rythme des réglementations plus strictes, ou par le réchauffement planétaire que ces dernières n'auront pas su limiter plus tôt. Pour illustrer, on peut déceler deux tendances dans lesquelles l'optimiste verra une opportunité dans chaque danger ; pendant que d'autres verront un danger dans chaque opportunité. -W.Churchill . Plus concrètement et pour conclure ce chapitre, l'anticipation est un facteur clé peu importe le domaine. Cependant, vis-à-vis d'un procédé relativement jeune d'une matière comme le béton de chanvre, ne permet pas le recul suffisant afin de connaître les tendances exactes et limites plafonnantes de cette matière. Toutefois, les régisseurs de réglementation publique pourraient aussi percevoir une opportunité à travers le chanvre afin de ralentir la collision avec les fameux 1.5°C à ne pas dépasser.

L'avant-dernier titre -De nouveaux codes pour la conception architecturale- met en perspective les missions, les défis et les outils dont l'architecte se positionne judicieusement au milieu de pratiques et interactions nouvelles qu'implique le chanvre. D'une part, on ne conçoit pas un projet de la même manière en termes constructifs qu'avec des matériaux conventionnels. Il y a de pair toute la dimension qui précède un projet à intégrer comme base de la réflexion. Ne venant plus d'un catalogue sur lequel on clique, les composants ne se dessinent plus indépendamment grâce aux couches de plastique ; de colles ; d'équerres métalliques qui les lient et les séparent à la fois. Encore l'architecte ne peut plus (se) représenter un isolant par un zig-zag quelconque s'apparentant à "n'importe quoi atteignant un λ proche de 0.04 W/m. K". Les épaisseurs varient, les stratégies s'hybrident. Il y a dès l'or une provenance, une interaction avec les matériaux qu'il côtoie, de nouveaux détails, une redoutée vapeur d'eau qu'il ne faut surtout pas contrariée, de nouvelles mises en œuvre, de nouvelles formes, de nouveaux acteurs, de nouvelles limites, de nouveaux risques, mais surtout de nouvelles opportunités. Les règlements peuvent paraître flous ou incohérents, le bon sens et la bonne volonté permettront cependant d'apprivoiser ces nouveaux facteurs. De nouvelles manières de dessiner, puis viennent de nouvelles manières de communiquer, des rencontres inattendues, des résultats surprenants. Il y a de nouvelles erreurs, qui n'en font pas, mais il y aura surtout de nouvelles qualités et un sentiment d'avoir œuvré pour une cause

enrichissante tout en vivant des expériences bien plus grandissantes qu'avec les "business-as-usual-materials".

Pour le dernier titre -Une coopération décloisonnée- On ne fait pas de chanvre pour la déco (quoi-que). Une volonté accrue de changer les paradigmes environnementaux liés aux matériaux est régulièrement la source d'une telle entreprise. Dès lors qu'on accorde de l'importance à une matière biosourcée, nous sommes directement lié avec le site d'où elle se cultive, des cycles et des limites pour se régénérer, les producteurs, les acteurs qui sont capable de la conditionner en composants, d'autres qui permette leurs redirection sur un chantier, les artisans qui ont le savoir-faire indispensables à une intégration réussi, l'architecte qui est chargé de coordonner cela, la maîtrise d'ouvrage venant tous les jours sur le chantier pour contempler ces pratiques venues d'un monde non conventionnel. Les usages seront aussi une opportunité de partager les valeurs d'une telle aventure de manière perspirante. Plus stables, plus sains, les conditions réunies pourraient bien être suffisamment fertiles pour convaincre des visiteurs d'en faire de même ? Encore, se manifeste une sérénité sensorielle et visuelle à travers la matière de l'espace réalisé ensemble, sur un terroir, à partir du terroir. N'est-ce pas là somme qui définit les qualités de vie offertes par la construction ?

Les pistes qui m'intriguaient au départ semblent avoir trouvé des tendances claires par leurs incarnations en postulats. Ils synthétisent ainsi à l'extrême, une succession incalculable de formulations qui n'étaient pas abouties. Les postulats définitifs demeurent imparfaits mais ils cristallisent ma position. N'était-ce pas le but d'un énoncé ?

D'autre part, je souhaite apporter quelques nuances non évoquées dans l'étude. La démarche n'as pas chercher à problématiser quelque chose et tenter de la résoudre par un dédale d'arguments tout aussi valables que les contres-arguments qui se trouvaient probablement ailleurs. Ensuite, la méthode à chercher à rassembler, puis catégoriser, puis ordonner, puis nuancer (pas suffisamment) les informations recueillies auprès d'un spectre le plus vaste possible, toujours dans un but de caractériser les potentiels du chanvre autour de l'architecture. Et de constituer une boîte à outils pour ma pratique future. Encore, ce document peut servir comme point de départ pour divers acteurs qui souhaiteraient, eux aussi, éventuellement se lancer sans (un) des multiples secteurs du chanvre. Ou encore comme point de comparaison pour une personne, qui comme les interviews ont apporté pour moi, confronter leurs propre vision aux visions d'acteurs détenant respectivement des postes, enjeux et expérience divers autour d'une même plante. Vous vous demanderez alors pourquoi autant de détours à la Cantine, au Zoo ou encore au bureau du premier Ministre. C'est tout simplement du fait que le chanvre représente une ressource aux portées et influences intersectorielles réciproques selon mon regard. Pour la faire plus courte, vous pouvez vous référer au titre de l'investigation.

Alors quand je me demandais en rêvassant au début de ce périple : "Y'a t'il une opportunité à travers l'architecture de trouver un équilibre entre ressources, économie, confort et durabilité?" Je suppose que la question pourrait, ne pas considérer l'architecture, comme "contre poids" d'un système contenant les autres, même s'il aurait une légère influence. Mais plutôt : "Où se trouve le point d'équilibre entre (tous les éléments d'un système territorial)" et surtout tout, "comment le définir judicieusement". De par mon récent apprentissage, je débuterais au niveau des ressources.

Je ne prétends ni détenir la réponse, ni être capable de la trouver mais je m'engage en tant qu'architecte à faire de ce point d'équilibre, le nord magnétique de ma boussole professionnelle.

"Le monde est changé par votre exemple, pas par votre opinion." -Paul Coelho

4.2 - Analyses complémentaires

Suite aux investigations menées ainsi qu'aux limites mentionnées à l'entrée de ce document, les thématiques suivantes constituent de bonnes pistes d'analyse approfondie :

Afin de comparer l'utilisation du chanvre dans différents contextes géographiques, il serait judicieux de mener une analyse des différences régionales influençant la construction en chanvre. Les réglementations, les conditions climatiques, et les impacts environnementaux et économiques sont en effet des facteurs déterminants pour cibler pertinemment les enjeux qu'ils comportent. Cela permettrait de déterminer les meilleures pratiques et les adaptations nécessaires pour différents environnements. Les zones comportant de fortes chaleurs estivales et les pays en développement pourraient ainsi bénéficier de ces études pour intégrer de manière adéquates les potentiels de cette plante

Afin d'évaluer plus précisément la durabilité à long terme des constructions en chanvre, monitorer l'évolution de plusieurs constructions en chanvre sur une période prolongée permettrait d'observer leur performance, leur résistance aux intempéries, leur isolation thermique et acoustique, et leur impact sur la santé des occupants. Cette analyse devrait inclure des mesures périodiques pour suivre l'évolution des propriétés des matériaux, leurs effets sensoriels et psychiques ressentis et la différence des mesures de laboratoire face à celle d'un contexte réel.

Afin d'évaluer les coûts et les avantages économiques de l'utilisation du chanvre, il serait indispensable de mesurer les coûts de construction, d'entretien, et de recyclage des bâtiments en chanvre par rapport à ceux construits avec des matériaux traditionnels. Les cas constructifs sont cependant très contrastés et les résultats ne permettent pas d'être transposés de manière fiable. D'autre part, comme discuté de manière incertaine lors de l'investigation, une attention pourrait également être portée sur les incitations fiscales, les subventions, et les impacts économiques locatifs pouvant créer de l'attraction chez un promoteur. D'autre part, quantifier l'apport économique régional représenté par la création d'emplois dans les industries de production et de transformation du chanvre. Plus largement, quelle est la pertinence d'une souveraineté des ressources vis-à-vis d'une d'approvisionnements potentiellement interrompus par la volatilité géopolitique.

Afin d'identifier et analyser des exemples de constructions en chanvre réussies, il serait pertinent de réaliser des analyses de cas détaillées sur des projets de construction en chanvre bien établis. En examinant les facteurs de succès, les défis rencontrés, cela mettrait en lumière les leçons apprises. Ces analyses de cas pourraient inclure des interviews approfondies avec les parties prenantes impliquées, telles que les architectes, les ingénieurs, les constructeurs, et les occupants. Explorer les causes de sinistres constructifs peut également offrir de précieuses leçons.

Afin de comparer le chanvre avec d'autres matériaux de construction végétaux, il conviendrait d'effectuer des analyses comparatives détaillées entre le chanvre et d'autres matériaux de construction (comme la paille, le lin, et fibres analogues). Des recherches en termes de performance, de coût, d'impact environnemental, et de fonctionnalité en tant que composant constructif aiderait à comprendre davantage comment optimiser l'emploi des matières face aux situations. Cette comparaison pourrait inclure des tests en laboratoire en hybridant les fibres mais aussi les liants. Enfin une recherche avancée des potentiels de réemploi et de fin de vie des composants offrirait des ouvertures notables afin de favoriser l'adoption des matériaux biosourcés comme substituts de choix auprès des matériaux conventionnels.

Afin d'explorer les nouvelles technologies et techniques d'utilisation du chanvre, étudier les innovations récentes dans la production et l'utilisation du chanvre dans la construction est une manière de promouvoir la matière auprès de nouveaux marchés. Valoriser les potentiels des composites de chanvre, les méthodes de traitement pour améliorer la résistance et la durabilité, et les techniques de construction avancées accéléreraient l'intégration de ces performances des bâtiments en chanvre.

Afin de comprendre les perceptions et les acceptations sociales du chanvre dans la construction, il serait essentiel d'examiner comment les différentes populations perçoivent l'utilisation du chanvre dans la construction, en identifiant les barrières socioculturelles et les facteurs qui favorisent son acceptation. Cette étude pourrait inclure des enquêtes, des groupes de discussion, et analyser les tendances dans les politiques agricoles.

Au-delà de l'impact environnemental complet des constructions en chanvre, il est primordial de réaliser des analyses de cycle de vie dynamiques détaillées sur un territoire pour évaluer l'empreinte carbone indirecte relative à la substitution d'autres matériaux de construction conventionnels. Étudier également les facteurs relatifs au bénéfices d'une culture du chanvre pour la biodiversité et l'utilisation des sols serait un exercice apportant une pertinence comblant les lacunes des modèles d'études encore majoritairement employés. Il est cependant crucial de garder à l'esprit qu'une fraction des paramètres ne peuvent ni être prédit, ni être maîtrisés.

Afin d'analyser les cadres réglementaires et les politiques de soutien à l'utilisation du chanvre, une recherche est recommandée à différents niveaux (local, national, international). Cela pourrait identifier les lacunes mais aussi les leviers pouvant suggérer des politiques plus favorables à l'adoption du chanvre. Si la politique Suisse est lente, elle possède l'avantage d'être plutôt souple, ce qui peut contribuer favorablement à une intégration des analyses effectuées.

Afin d'explorer les effets du chanvre sur la santé et le bien-être des occupants des bâtiments, il serait utile de mesurer dans quelle proportion les propriétés du chanvre, telles que sa capacité à réguler l'humidité et à fournir une bonne isolation thermique et acoustique peut affectent la santé et le bien-être des occupants. Des enquêtes de satisfaction ainsi que des mesures dynamiques des conditions intérieures peuvent aider à définir des points déterminants.

En combinant ces différentes approches, il serait possible de développer une compréhension plus complète et plus nuancée du potentiel du chanvre dans la construction, ainsi que des défis et des opportunités associés à son utilisation bénéfique au territoire.

4.4 – Préceptes et outils pour ma pratique

En tant qu'étudiant en architecture et jeune architecte en devenir, je tirerai de précieux enseignements de cette investigation et plus généralement de l'expérience vécue autour de cet exercice.

Je dois me l'avouer, vous l'aurez probablement remarqué, la rédaction d'un document de la sorte n'est certainement pas l'exercice qui me met très en valeur. Cependant les apprentissages, au sujet de la matière étudiée tout comme au niveau personnel ont véritablement été grandissants. Il est difficile de me rendre compte de l'avant et de l'après au niveau des informations intégrées par cette recherche. Toutefois, je suis convaincu que cela m'a permis de déconstruire une multitude de croyances, tant pour l'architecture employant le chanvre, tant au niveau des éléments charnières de la pratique qui semblaient être des freins déterminants.

Par exemple, j'étais plutôt d'avis que c'était le rôle des politiques d'initier ou non un mouvement par une démarche top-down. Aujourd'hui il ne me semble pas que la démarche bottom-up soit plus adaptée. Il me paraît plus raisonnable de penser qu'il n'y a pas de méthode lorsqu'on s'engage sur un terrain ou tout est à construire et dans un domaine où l'ensemble des acteurs est indispensable car interdépendants pour former une "chaîne". Que ce soit par petites collaborations professionnelles, par un groupe de curieux souhaitant expérimenter ou en faisant un discours à la télévision, tous les moyens sont bons pour mettre en place un projet si un enthousiasme contagieux accompagne la démarche. Lorsque "tout le monde attend une personne qui se lance avant de se lancer elle-même", elle pourrait elle-même, "être la personne que tout le monde attend pour la suivre." C'est souvent l'effet de l'inconnu ou du risque qui retient, cependant dès lors qu'un groupe se forme, la mutualisation des forces, du temps, des connaissances et des ressources financières permettent amplement de ne plus se sentir en danger ou de naviguer sur une barque dans le brouillard (ou du moins bien accompagné).

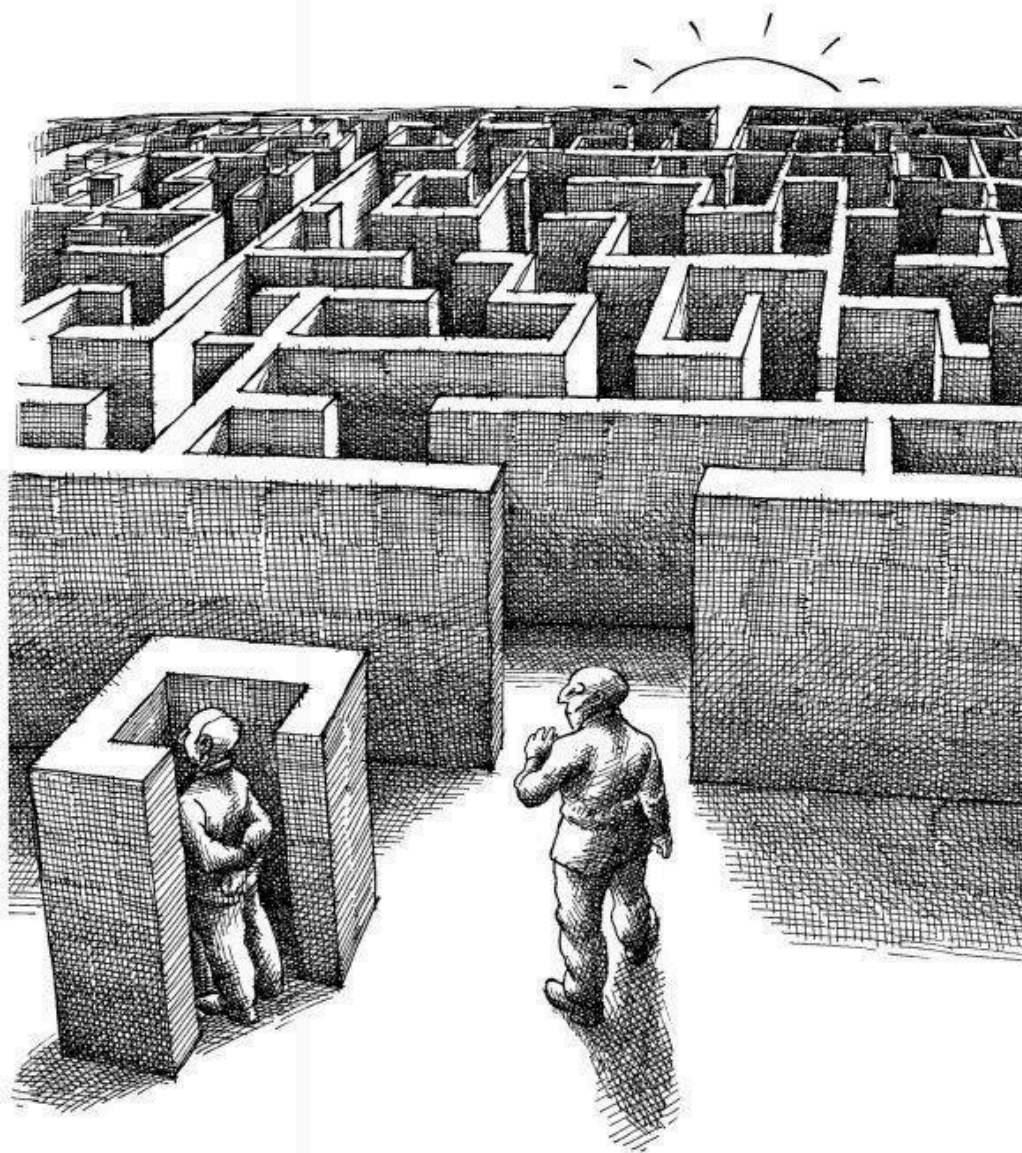
Au niveau des principes, ma vision de la durabilité a considérablement changé au cours de cette investigation. D'avis subtilement dogmatique, je me suis rendu compte que ce n'était pas l'hégémonie des matériaux bio-sourcés qui allaient offrir une solution complète et finale. Ils peuvent hautement contribuer, certes, mais c'est surtout la pertinence territoriale, les paramètres employés dans la considération et les proportions parcimonieuses des matériaux plus intense qu'il faut surveiller. C'est probablement l'intégration profonde des stratégies le plus en amont d'un projet et un dialogue fertile entre les acteurs qui peut améliorer la qualité finale d'un projet d'architecture. De même, le mode comparatif incarné par l'architecture végétarienne m'a offert un outil de visualisation et de communication, certes un peu grossier, mais redoutable par sa capacité d'appropriation du grand public.

Un levier efficace que je n'avais pas non plus dans ma boîte à outils, c'est celui de définition de frontières de systèmes en relation avec le déphasage temporel de nos captures, transfert ou émission effectives de CO₂. J'ai véritablement eu un sentiment de révélation lorsque j'ai saisi ce que ça représentait concrètement.

Plus techniquement, j'ai collectionné un nombre d'informations incalculables (certainement amenées de manières maladroites et décousues dans ce document) sur les stratégies de mise en œuvre relatives aux matériaux biosourcés pour une intégration adéquate dans une construction. Surtout, c'est les points de vigilance et les choses à ne surtout pas faire tel que se lancer dans ce type de travaux sans l'accompagnement d'acteurs expérimentés et un dialogue transparent sur les précautions à anticiper.

D'autre part, le chanvre est loin d'être 100% inoffensif auprès des écosystèmes ou de l'atmosphère. Si sa culture est relativement propre, et bien plus que de nombreux cas, c'est surtout au niveau des liants et des émissions indirectes comme l'énergie pour fabriquer la chaux, alimenter le tracteur qui procède à la récolte ou les machines qui effectuer un défibrage qu'il y aurait des grandes marges de progression. Encore un outil intéressant, j'ai réalisé qu'au-delà des impacts engendrés à chacun des choix architecturaux avant même la ligne sur un dessin. Il y a autant pour les rénovations que les nouvelles constructions une grammaire incontournable qui apparaît. Le principe de perspiration entraîne des interactions entre matériaux et composants constructifs d'un élément architectural. Reconsidérer le fonctionnement de l'ensemble par la grammaire imposée par le chanvre me paraît plus souple et agréable à pratiquer - Depuis la possible décharge de la structure au petit détail influençant la stratégie retenue pour l'isolation en passant par la multiplication de rôles d'une même intervention. Sans vous ensevelir en vous présentant la panoplie collectée dans cette boîte à outils bien remplie.

Je souhaiterais terminer par cette notion. J'ai lentement mais profondément pris conscience que je ne serais certainement pas arrivé là où je suis actuellement (devant l'ordinateur après une nuit blanche) sans un cadre propice pour me remettre en question de jour en jour. Le groupe de suivi que vous avez constitué autour de mon investigation a été autant déstabilisant par des points de vue attentes contrastées lors des partages - qu'enrichissant par le potentiel de ces interactions à m'avoir éloigné de ma zone de confort. Le challenge continu de la vision que je portais sur mes recherches et par le nombre de fois où j'ai repris depuis "le début", me permet d'espérer que cette version, en perpétuelle évolution, puisse vous laisser apprécier de manière plus reculée que moi, l'avant et l'après de mon parcours.



ZEP

5.1 – Bibliographie

- Livres
- Articles, Documents
- Vidéos , Audio
- Pages Web

Livres :

1. Baechtold, Claude, et Alia Bengana. *Béton, la fin d'une ère?*, s. d.
2. *Béton – Enquête en sables mouvants – broché – Alia Bengana, Claude Baechtold, Antoine Maréchal*, Livre, s. d.
3. Blain, Christophe, et Jean-Marc Jancovici. *Le Monde sans fin, miracle énergétique et dérive climatique*. Dargaud., 2021.
4. Ferry, Luc. *Les sept écologies – broché –*, s. d.
5. Fijalkow, Yankel. *Richard Sennett, Bâtir et habiter pour une éthique de la ville*, Albin Michel, 2019. Ministère de la culture, 2020.
6. Hertz, Ellen, Florence Graezer Bideau, Walter Leimgruber, et Hervé Munz. *Politiques de la tradition – Le patrimoine culturel immatériel – Ellen Hertz, Florence Graezer Bideau, Walter Leimgruber, Hervé Munz (EAN13 : 9782889152247)*, s. d.
7. Houben, Hugo. *Traité de construction en terre – CRATerre – Librairie Eyrolles*, s. d.
8. *Le tour des matériaux d'une maison écologique – broché –*, s. d.
9. Simay, Philippe. *Bâtir avec ce qui reste. L'Esprit Des Villes*, 2024.
10. TerraFibra Architectures | Boutique | Pavillon de l'Arsenal, s. d.

Articles et Documents :

1. Agripedia. « La HAFL étudie la possibilité de relancer une production de chanvre à textile ». 12 mai 2023.
2. « Analyse du cycle de vie et réduction des impacts environnementaux de la production de matériaux de construction écologique – Livrable L3.3, extrait du rapport L3.3.b2 Rapport méthodologique d'analyse du cycle de vie du béton de chanvre », mars 2016.
3. « Aspects agronomiques de la culture du chanvre – Agripedia », 12 février 2024.
<https://themes.agripedia.ch/fr/aspects-agronomiques-de-la-culture-du-chanvre/>.
4. Bio Suisse. « LE BIO EN CHIFFRES 2022 », 2022.
https://www.bio-suisse.ch/dam/jcr:8016b59b-1e29-4b56-ac97-fe10940a78d9/BiZ22_fr_230329.pdf.
5. Carbó, Adrià Budry. « «La fête du pétrole ne va pas durer», Jean-Marc Jancovici ». *Le Temps*, 22 février 2019.
6. « Chanvre, un éco-matériau aux multiples usages | Build Green », 19 juin 2017.
<https://www.build-green.fr/chanvre-un-eco-materiau-aux-multiples-usages/>.
7. Drummond, E.-Pur x Dessins. « Le chanvre en construction résidentielle ». *Blogue Dessins Drummond* (blog), 15 juin 2021.
<https://blogue.dessinsdrummond.com/2021/06/15/le-chanvre-en-construction-residentielle/>.
8. Dumont, Legrand, et Mouly. « LA HUCHETTE – Réhabilitation et extensions d'un immeuble de logement avec isolation en béton de chanvre », 2016.

9. Dupraz-Dobias, Paula. « Réduction des émissions: un accord pionnier qui soulève des questions ». *SWI swissinfo.ch* (blog), 25 novembre 2020.
https://www.swissinfo.ch/fre/business/suisse-perou_reduction-des-emissions-un-accord-pionnier-qui-soulève-des-questions/46184744.
10. Elhacham, Emily, Liad Ben-Uri, Jonathan Grozovski, Yinon M. Bar-On, et Ron Milo. « Global Human-Made Mass Exceeds All Living Biomass ». *Nature* 588, n° 7838 (décembre 2020): 442-44.
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>.
11. « Etude CEREMA sur le recyclage du béton de chanvre ». CREMA, 2016.
12. Evrard, Arnaud. « Bétons de chanvre, synthèse des propriétés physiques ». Construire en CHANVRE, novembre 2002.
13. Goeswein, Verena, Jana Reichmann, Guillaume Habert, et Francesco Pittau. « Disponibilité de terrains en Europe pour un changement radical vers la construction biosourcée », 18 janvier 2021.
https://www.researchgate.net/publication/350975579_Land_availability_in_Europe_for_a_radical_shift_toward_bio-based_construction.
14. Göswein, Verena, Jana Reichmann, Guillaume Habert, et Francesco Pittau. « Land availability in Europe for a radical shift toward bio-based construction ». *Sustainable Cities and Society* 70 (1 juillet 2021): 102929. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102929>.
15. Greco-Coppi, Martin, Carina Hofmann, Diethelm Walter, Jochen Ströhle, et Bernd Epple. « Negative CO2 Emissions in the Lime Production Using an Indirectly Heated Carbonate Looping Process ». *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 28, n° 6 (12 juin 2023): 30.
<https://doi.org/10.1007/s11027-023-10064-7>.
16. Habert, Guillaume. « Fast-Growing Bio-Based Materials Can Heal the World ». *ResearchGate*, Buildings and Cities, octobre 2021.
https://www.researchgate.net/publication/356781745_Fast-Growing_Bio-Based_Materials_Can_Heal_the_World.
17. « Les matériaux biosourcés à croissance rapide peuvent guérir le monde ». *Batiments et villes*, octobre 2021.
https://www.researchgate.net/publication/356781745_Fast-Growing_Bio-Based_Materials_Can_Heal_the_World.
18. Habert, Guillaume, Alina Galimshina, Maliki Moustapha, Alexandre Hollberg, Sébastien Lasvaux, et Bruno Sudret. « Stratégies pour une rénovation robuste des bâtiments résidentiels en Suisse ». *Nature communication*, 20 février 2024.
19. Hinwil, Carlo Pisani, Carlo Pisani. « Un aspirateur géant à CO2 ». *SWI swissinfo.ch* (blog), 7 novembre 2018. https://www.swissinfo.ch/fre/science/startup_un-aspirateur-geant-a-co2/44507012.
20. « Indicateur de la législature: Taux d'auto-alimentation en denrées alimentaires ». Office fédéral de la statistique Section Environnement, développement durable, territoire, 2023.
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/themes-transversaux/monitoring-programme-legislature/tous-les-indicateurs/ligne-directrice-3-securite/taux-autoapprovisionnement.html>.
21. InterChanvre, La Chanvrière, et Pôle européen du chanvre. « Construire et rénover nos bâtiments en chanvre », s. d.
<https://www.pole-europeen-chanvre.eu/construire-et-renover-nos-batiments-en-chanvre/>.
22. « Jean-Marc Jancovici: «La fête du pétrole ne va pas durer» - Le Temps ». 22 février 2019.
<https://www.letemps.ch/economie/finance/jeanmarc-jancovici-fete-petrole-ne-va-durer>.
23. Jorio, Luigi. « Protection du climat: la Suisse «insuffisante», mais meilleure que bien d'autres ». *SWI swissinfo.ch* (blog), 14 juin 2021.
<https://www.swissinfo.ch/fre/business/protection-du-climat-la-suisse-insuffisante-mais-meilleure-que-bien-d-autres/46697274>.

24. — — —. « Un siècle pour rénover tous les bâtiments en Suisse ». *Swiss Info*, janvier 2020.
https://www.swissinfo.ch/fre/societe/crise-climatique_un-si%C3%A8cle-pour-r%C3%A9nover-tous-les-b%C3%A2timents-en-suisse/45415340.
25. « Un siècle pour rénover tous les bâtiments en Suisse ». *SWI swissinfo.ch* (blog), 15 janvier 2020.
https://www.swissinfo.ch/fre/societe/crise-climatique_un-si%C3%A8cle-pour-r%C3%A9nover-tous-les-b%C3%A2timents-en-suisse/45415340.
26. « L'énorme potentiel inexploité du bois suisse - Le Temps ». 31 août 2022.
<https://www.letemps.ch/suisse/lenorme-potentiel-inexploite-bois-suisse>.
27. Luthe, Tobias. « Hemp composite building materials to de-carbonize the Swiss building sector within a circular economy. » *Hanf Magazin*, 2019.
https://www.researchgate.net/publication/336879536_Hemp_as_Incubator_of_a_Circular_Economy.
28. Meyer, Florian. « FLOW NRJ "L'énergie au service de la nature" ». MSc HES-SO en Integrated innovation for product and business development - Innokick, 12 janvier 2024.
29. Ornelas, Andrea. « Les Péruviens demandent que l'accord climatique avec la Suisse soit transparent et inclusif ». *SWI swissinfo.ch* (blog), 25 novembre 2020.
https://www.swissinfo.ch/fre/politics/r%C3%A9duction-des-%C3%A9missions_les-p%C3%A9ruviens-demandent-que-l-%C3%A9accord-climatique-avec-la-suisse-soit-transparent-et-inclusif/46184060.
30. « Pierre, chaux, chanvre, terre... Exemples de parois en matériaux bio et géosourcés – degré », 7 novembre 2023.
<https://degre.fr/2023/11/07/pierre-chaux-chanvre-terre-exemples-de-parois-en-mat%C3%A9riaux-bio-et-geosources/>.
31. Pittau, F. « Conséquences environnementales de la rénovation par rapport à la démolition et à la reconstruction : une évaluation comparative du cycle de vie d'une étude de cas italienne ». *Earth Environ*, s. d.
32. Prioré, Yasmine Dominique, Thomas Jusselme, et Guillaume Habert. « Explorer l'écart entre les bâtiments compatibles avec le budget carbone et les solutions existantes – Une étude de cas suisse ». Elsevier - *Energie des batiments*, octobre 2022.
33. Ryschawy, Julie, Marc Benoit, Nathalie Hostiou, et Claire Delfosse. « Quelles concurrences et synergies entre cultures et élevage dans les territoires de polyculture-élevage ? » *INRA Productions Animales* 30 (25 juin 2018): 363-80. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2017.30.4.2266>.
34. Saussure, Jean-Valentin de. « La compensation carbone décrédibilise les ambitions suisses à l'international ». *Heidi News*, novembre 2022.
<https://www.heidi.news/climat/cop27-la-compensation-carbone-decredibilise-la-suisse>.
35. *Swissveg*. « Consommation de terres agricoles ». s. d.
36. *Terre & Nature*. « Le chanvre argovien en passe de conquérir le marché suisse », 29 octobre 2020.
<https://www.terrenature.ch/le-chanvre-argovien-en-passe-de-conquerir-le-marche-suisse/>.

Vidéo et Audio :

1. *Circular Metabolism, 4 mythes sur l'éco-construction* (Guillaume Habert). *Metabolism of Cities*, 2023.
<https://www.circularmetabolism.com/p/4-mythes-sur-leco-construction-guillaume#details>.
2. *Nouvo - On a toujours cultivé du chanvre en Suisse - Play RTS*. Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.rts.ch/play/tv/nouvo/video/on-a-toujours-cultive-du-chanvre-en-suisse?urn=urn:rt:s:video:11952766>.

Pages Web :

1. « Adaptable et durable, le chanvre peut être vecteur de croissance dans les pays en développement | CNUCED », 13 décembre 2022.
<https://unctad.org/fr/news/adaptable-et-durable-le-chanvre-peut-etre-vecteur-de-croissance-dans-les-pays-en-developpement>.
2. Agroscope. « Emissions provenant de l'agriculture ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/aktuell/dossiers/archiv-dossier/tieremission-en1.html>.
3. Amouri, Marianne. « Tout savoir sur le chanvre: histoire, culture, utilisations et propriétés ». uWeed, 4 décembre 2023. <https://uweed.ch/fr/blog-cbd/chanvre/>.
4. Bcomp. « Bcomp », 12 juin 2024. <https://www.bcomp.com/>.
5. Bcomp. « Sustainability ». Consulté le 28 juin 2024. <https://www.bcomp.com/sustainability/>.
6. Bengana, Alia. « Le long chemin des bottes de paille | Espazium », 13 novembre 2023.
<https://www.espazium.ch/fr/actualites/le-long-chemin-des-bottes-de-paille>.
7. « C33 Systemwandel ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://circularhub.ch/fr/magazine/details/fahrplan-fuer-das-zirkulaere-bauwesen-in-der-schw-eiz>.
8. Caue77, ©. « Venez découvrir comment le béton de chanvre répond aux exigences environnementales croissantes de nos sociétés, et comment il peut se mettre en oeuvre dans le neuf comme dans l'ancien ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.caue77.fr/architecture-et-patrimoine/le-beton-de-chanvre>.
9. Chloé. « Construire et rénover nos bâtiments en chanvre · Pôle européen du chanvre ». Pôle européen du chanvre, 7 mai 2024.
<https://www.pole-europeen-chanvre.eu/construire-et-renover-nos-batiments-en-chanvre/>.
10. Collectif Biosourcés Grand Est. « Le béton de chanvre ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.biosources-ge.org/materiau/beton-chanvre/>.
11. « Construire en chanvre - Construire En Chanvre ». Consulté le 28 juin 2024.
https://www.construire-en-chanvre.fr/documentation#tome_1.
12. « Construire en pisé - broché - Craterre, Livre tous les livres à la Fnac ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.fr.fnac.ch/a14103524/Craterre-Construire-en-pise>.
13. « Coopérative agricole Cavac - Pour une agriculture fertile et respectueuse du vivant », s. d.
<https://www.coop-cavac.fr/>.
14. Dropbox. « DIAPORAMA_biganos_R&D terre-chanvre.pdf ». Consulté le 28 juin 2024.
https://www.dropbox.com/scl/fi/pk80poqrreh7p5yh8rprm/DIAPORAMA_biganos_R-D-terre-chanvre.pdf?dl=0&e=6&rlkey=qug3rtupz6yap7hayqr7uijpq.
15. Dropbox. « Traces-23-11.pdf ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.dropbox.com/scl/fi/m4urdoc7geuob5dqcy561/Traces-23-11.pdf?dl=0&rlkey=dos2pfd32oedeb5pebz136usy>.
16. « DUMONT LEGRAND ARCHITECTES - Rue de la Huchette, Paris (75) - Réhabilitation et extension d'un immeuble du XVIIIème siècle ». Consulté le 28 juin 2024.
[http://www.dumont-legrand.fr/projet-Rue_de_la_Huchette_Paris_\(75\)-R%C3%A9habilitation_et_extension_d_un_immeuble_du_XVIII%C3%A8me_si%C3%A8cle-55.html](http://www.dumont-legrand.fr/projet-Rue_de_la_Huchette_Paris_(75)-R%C3%A9habilitation_et_extension_d_un_immeuble_du_XVIII%C3%A8me_si%C3%A8cle-55.html).
17. Durand, Karine. « Les défenseurs du climat souffrent d'une vision tunnel ! » Futura. Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/rechauffement-climatique-defenseurs-climat-souffrent-vision-tunnel-110729/>.

18. « ecobau / Thèmes / La lumière du jour ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.ecobau.ch/fr/themes/la-lumiere-du-jour>.
19. Ecoservices. « HBCD ». Consulté le 28 juin 2024. <https://www.ecoservices.ch/hbcd>.
20. era, solution. « Isolants thermiques pétrochimiques aux fonctions spécifiques ». Solution ERA, 10 janvier 2020.
<https://solutionera.com/articles/habitat-ecologique/materiaux-naturels/isolants-thermiques-petrochimiques/>.
21. ERTHLY. « ERTHLY ». ERTHLY. Consulté le 28 juin 2024. <https://erthly.co.uk/>.
22. flowhemp.ch. « Cultivons l'avenir du chanvre ». Consulté le 28 juin 2024. <https://flowhemp.ch/>.
23. « Fort V | bc-as ». Consulté le 28 juin 2024. <https://bc-as.org/projects/fort-v>.
24. « Futur antérieur - Quand le chanvre raconte l'histoire de l'humanité - rts.ch - Portail Audio ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.rts.ch/audio-podcast/2019/audio/futur-antérieur-quand-le-chanvre-raconte-l-histoire-de-l-humanite-25047520.html>.
25. GENOSSENSCHAFT GLÄRNISCH TEXTIL HEMP SOLUTIONS. « Hanf 360 Grad ». Consulté le 28 juin 2024. <http://glaernischtextil.ch/hemp-360730.html>.
26. Hanfsteine - Hanfputze - Hanfmörtel. « hemp Bricks | hemp plaster | hempcrete ». Consulté le 28 juin 2024. <https://www.hanfstein.eu/home-english/>.
27. Harmonius Shop. « Hanftofu ». Consulté le 28 juin 2024. <https://www.harmonius.ch/hanftofu>.
28. Hemp Benchmarks. « Can Hemp Lumber Cut into the Wood Industry? » Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.hempbenchmarks.com/hemp-market-insider/can-hemp-lumber-cut-into-the-wood-industry/>.
29. Hemp Benchmarks. « Hempcrete: New Studies, Applications, and Approaches ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.hempbenchmarks.com/hemp-market-insider/hempcrete-new-studies-new-applications-new-approaches/>.
30. Hemp Benchmarks. « The Huge Potential of Hemp Plastic Compounds ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.hempbenchmarks.com/hemp-market-insider/huge-potential-for-hemp-plastic/>.
31. Hemp Benchmarks. « U.S. Hemp Grain Market Facing Headwinds ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.hempbenchmarks.com/hemp-market-insider/u-s-hemp-grain-market-facing-headwinds/>.
32. Hemp Benchmarks. « What Can Be Done with Millions of Tons of Hemp Waste? » Consulté le 28 juin 2024. <https://www.hempbenchmarks.com/hemp-market-insider/hemp-waste/>.
33. « Isoterra site web ». Consulté le 28 juin 2024. <https://isoterra.ch/index/>.
34. Karibati. « Médiathèque ». Consulté le 28 juin 2024. <https://www.karibati.fr/mediathque>.
35. « La culture du chanvre industriel en Ontario | ontario.ca ». Consulté le 28 juin 2024.
<http://www.ontario.ca/fr/page/la-culture-du-chanvre-industriel-en-ontario>.
36. « Le bois bientôt en crise? - swiss-arc.ch ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.swiss-arc.ch/fr/connaissances-techniques-scene-article/connaissances/le-bois-bientot-en-crise/45479734>.
37. « Le chanvre dans l'histoire ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://allianceflaxlinenhemp.eu/fr/tout-savoir-chanvre-europeen/chanvre-dans-histoire>.
38. « L'emploi du chanvre dans la construction - Compagnons maçons », s. d.
39. « Les matériaux biosourcés dans la construction d'ici 2030 | Ordre des architectes », 27 juillet 2021.
<https://www.architectes.org/actualites/les-materiaux-biosources-dans-la-construction-dici-2030-92690>.

40. « Les Matériaux de Construction en Chanvre Ecologique ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.ecohabitation.com/guides/3376/du-chanvre-dans-la-maison/>.
41. LUTZ architectes. « CECB,CECB Plus: votre expert pour réduire la consommation d'énergie des bâtiments ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.lutz-architectes.ch/conseil/cecb-cecb-plus-et-conseils-energetiques>.
42. Naomi. « Petit nouveau dans les directives des polluants du bâtiment (SABRA) : l'HBCD - », 1 mars 2023.
<https://www.dgexpertise.ch/2023/03/01/petit-nouveau-dans-les-directives-des-polluants-du-batiment-sabra-lhbcd/>.
43. « New publication: Hemp as Incubator of a Circular Economy – Tobias Luthe ». Consulté le 28 juin 2024. <https://tobiasluthe.de/new-publication-hemp-as-incubator-of-a-circular-economy/>.
44. « Nouvelle brochure A5 Lignum », 18 mars 2024.
https://www.lignum.ch/fr/sur_un_clic/nouveautes/nouveautes/nouveautes/nouvelle-brochure-a5-lignum/.
45. OFAG, Office fédéral de l'agriculture. « Chanvre ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzliche-produktion/hanf.html>.
46. OFEV, Office fédéral de l'environnement. « Matières premières, déchets et économie circulaire : en bref ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/thema-abfall/abfall--das-wichtigste-in-kuerze.html>.
47. Ort, Firma. « Chaux suisse ». Firma. Consulté le 28 juin 2024. <https://www.kfn.ch/fr/chaux-suisse/>.
48. Pearce, Rosamund. « Mapped: The World's Largest CO2 Importers and Exporters ». Carbon Brief, 5 juillet 2017. <https://www.carbonbrief.org/mapped-worlds-largest-co2-importers-exporters/>.
49. « Polystyrène : Les avantages, les inconvénients, la chimie – Parlons sciences ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/les-stim-expliquees/polystyrene-les-avantages-les-inconvenients-la-chimie>.
50. « proclima Sortiment ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.stroba-naturbaustoffe.ch/produkte/daemmstoffzubehoer>.
51. « Quels sont les avantages des isolants biosourcés ? » Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.ffbatiment.fr/techniques-batiment/performance-environnementale-batiments/materiaux-biosources/dossier/quels-sont-les-avantages-des-isolants-biosources>.
52. « Qu'est-ce que la norme RE 2020 ? | L'immobilier par SeLogger », 7 septembre 2021.
<https://edito.seloger.com/conseils-d-experts/reglementations/qu-norme-re-2020-article-40435.html>.
53. Rica, Usbek &. « Vous avez dit architecture végétarienne ? » Demain La Ville – Bouygues Immobilier, 16 mai 2024. <https://www.demainlaville.com/vous-avez-dit-architecture-vegetarienne/>.
54. « RS 730.0 – Loi du 30 septembre 2016 sur l'énergi... | Fedlex ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/762/fr>.
55. rts.ch. « Climat: Holcim et Lonza, les plus gros pollueurs en Suisse ». Storytelling, 13 juin 2021.
<https://www.rts.ch/info/suisse/12169855-climat-holcim-et-lonza-les-plus-gros-pollueurs-en-suisse.html>.
56. Santos, Yony. « Le réemploi est un phénomène inévitable; l'environnement nous obligera à changer | Espazium », 1 mars 2022.
<https://www.espazium.ch/fr/actualites/le-reemploi-est-un-phenomene-inevitable-lenvironnement-nous-obligera-changer>.

57. Scribd. « Guide de Mise en Oeuvre Béton de Chanvre | PDF | Bois (matériau de construction) | Chaux ». Consulté le 28 juin 2024.
<https://fr.scribd.com/document/376354765/Guide-de-Mise-en-Oeuvre-Beton-de-Chanvre>.
58. Sonnette, Stéphanie. « «Diviser par deux l'impact environnemental du béton» | Espazium », 12 novembre 2020.
<https://www.espazium.ch/fr/actualites/diviser-par-deux-limpact-environnemental-du-beton>.
59. statistique, Office fédéral de la. « Indicateur de la législature: Empreinte gaz à effet de serre ». Consulté le 16 juin 2024.
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiken/querschnittsthemen/monitoring-legislaturplanung/alle-indikatoren/leitline-3-sicherheit/treibhausgasfussabdruck.html>.
60. « Structura C GmbH ist ein Schweizer Anbieter von nachhaltigen Baumaterialien. » Consulté le 28 juin 2024. <https://www.structura.tech/fr>.
61. SuisseEnergie. « Minergie et SNBS: bon pour le porte-monnaie et le climat ». Consulté le 28 juin 2024. <https://www.suisseenergie.ch/batiment/labels-du-batiment/>.
62. Triple Performance. « Chanvre ». Consulté le 28 juin 2024.
[//wiki.tripleperformance.fr/wiki/Chanvre](https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Chanvre).
63. Triple Performance. « Production de grandes cultures », s. d.
<https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Chanvre>.
64. User, Super. « L'histoire profonde du chanvre - Swiss Hempcare », 28 juin 2024.
<https://www.swisshempcare.ch/fr/blog-fr/la-grande-histoire-du-chanvre.html>.
65. « WALL'UP PRÉFA de WALL'UP PRÉFA : fiche produit et informations techniques sur Matériaux.archi ». Consulté le 28 juin 2024.
https://www.materiaux.archi/produits/wallup-prefa/murs-et-facades-lourdes-prefabriquees-wallup-prefa_10998.
66. Water Footprint Network. « Water Footprint Network », s. d. <https://www.waterfootprint.org/>.



Vincent Luetto