

# CHANVRE



GUIDE DES BONNES PRATIQUES

TOME 1

## BASE POUR CONSTRUIRE EN CHANVRE

Préconisations techniques,  
optimisations et performances



## **Avertissement**

Ce document est la propriété de l'association Construire en Chanvre. Il ne peut être diffusé qu'aux adhérents de l'association, ou avec l'autorisation explicite d'un des membres du bureau de Construire en Chanvre. Toutes utilisations frauduleuses des données présentes dans l'ouvrage, pourra faire l'objet de poursuites.

Les données présentées dans ce document proviennent de recherches à date de l'année 2015, merci de prendre en compte cette information à la lecture du livret.

Toute personne ne souhaitant pas être mentionnée devra en faire part à l'association Construire en Chanvre.

# CenC

## Tome n° 1

### Bases pour la construction chanvre

Présentation des enjeux culturels, politiques, sociaux et techniques relatifs à la filière **béton de chanvre**.

#### Rédacteur

Quentin Pichon

Ingénieur ETP - Architecte DE

#### Contributeurs

Jean-Marc Naumovic

Architecte D.P.L.G. et président de Construire en Chanvre

#### Corrections et remerciements

Conseil d'administration de CenC



[www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr)



---

## INTRODUCTION

État des lieux de la filière béton de chanvre en France : vingt-cinq ans après sa création, vers la fin des années 1980, ce système constructif a fait l'objet de nombreux travaux de recherche. Ces travaux ont eu pour but de mettre des chiffres sur les performances environnementales, structurelles et énergétiques du matériau. Nous tenterons en plus de cet état des lieux, d'identifier les enjeux auxquels le développement de la filière béton de chanvre fait face. Nous verrons différentes situations pour lesquelles il est pertinent d'utiliser ce mode constructif plutôt qu'un autre.

## PRÉSENTATION

Chaque année en France, on cultive environ 12000 ha de chanvre. L'exploitation française du chanvre sert principalement pour la production de fibre, papetière et technique, de graines, notamment pour la fabrication d'huile végétale, et enfin de chènevotte, utilisée pour les trois quarts en paillage et pour le reste dans le domaine de la construction. Sur ces 12000 ha de cultures, environ 1800 ha partent dans le secteur du B.T.P. Soit un équivalent de 1000 maisons produites avec du chanvre. C'est peu, et cela même deux ans après la RT 2012. Alors que la filière chanvre peut apporter des réponses aux enjeux fixés par les politiques nationales et régionales, à savoir : les lois sur la transition énergétique, les lois du Grenelle, ou encore l'Agenda 21, qui souligne la mise en place d'une « réflexion sur l'utilisation de matériaux biosourcés ». Il existe un déséquilibre dans le marché des matériaux comme le chanvre, le lin, la ouate de cellulose, etc. La demande est toujours timide alors que l'offre est déjà bien présente. Un des objectifs de CenC est de déterminer quels sont les freins à la demande, pour les matériaux biosourcés, dans le secteur du bâtiment.

Le secteur de la construction possède la particularité d'être un domaine où les nouveautés sont rares et très difficiles à obtenir. Ceci est en partie dû à la notion de temps, propre à la construction. Il faut, en effet, presque une génération pour commencer à constater les effets qu'une innovation peut avoir.

De plus, le savoir-faire se transmet principalement sur le terrain. Sur les chantiers ou dans les bureaux, les techniques de construction moderne, sont basées sur des savoirs d'une centaine d'années (béton armé, ossature métallique), ils sont des acquis, déjà certifiés, dont on sait contrôler le comportement immédiat et dans le temps. Les systèmes de marchés publics bloquent

EUROPE :  
25000 ha de culture.  
France :  
12000 ha de chanvre  
10 à 15% pour le B.T.P.  
1000 maisons/an

FILIÈRE CHANVRE EN FRANCE  
Du champ au bâtiment,  
la **transversalité** de la  
filière française possède  
un caractère **inédit**.

---

également le développement des nouvelles méthodes constructives. Les offres étant principalement faites selon les prix et non sur la qualité, elles freinent la recherche et l'innovation. On comprend qu'il faille développer l'aspect législatif et fiscal pour aider les acteurs à faire valoir leurs produits ou techniques. Intégrer dans les appels d'offres, Plans Locaux d'Urbanisme ou Plans Climat-Énergie Territoriaux, des outils pour sensibiliser les maîtres d'ouvrages, peut être une solution.

En 2003, le CSTB a publié une étude sur les freins à l'innovation dans la construction. L'étude montre la très grande diversité des P.M.E. et artisans, menant leurs propres expériences sur chantier, sans posséder de bureau R&D. Le problème est donc aussi sur le partage des informations entre les acteurs liés à l'ouvrage.

Ces raisons, entre autres, sont responsables de la forte inertie dans l'évolution des procédés constructifs.

Le dernier point évoqué est ce sur quoi l'association Construire en Chanvre veut investir, pour développer le béton de chanvre : décentraliser l'association dans les régions. L'objectif étant la mise en place de relais, dans les régions, pour se rapprocher des acteurs de la filière.

### **Comment s'est développé le béton de chanvre dans des marchés qui s'orientent d'abord vers des systèmes constructifs alliant ciment et acier ?**

Face à ces deux géants de la construction, le ciment et l'acier, nous essayerons d'identifier quels sont les moyens et les acteurs qui font du béton de chanvre une alternative à la construction classique. Nous verrons comment la filière s'est agrandie et quels en sont les enjeux. Nous verrons quels sont ses freins, et s'il est possible de les débloquent.

Le développement du document essaiera d'identifier les enjeux culturels, politiques, sociétaux et techniques auxquels fait face le développement du mélange chaux-chanvre.

INTRODUCTION	5
PRÉSENTATION	6
<b>I GENÈSE DU BÉTON DE CHANVRE</b>	<b>10</b>
QU'EST-CE QUE LE CHANVRE ?	10
LE BÉTON DE CHANVRE : INNOVATION CONSTRUCTIVE	14
L'INVENTION DES MISES EN ŒUVRE	17
UNE INNOVATION RENDUE POSSIBLE GRÂCE À L'ASSOCIATION CONSTRUIRE EN CHANVRE	22
LA FILIÈRE BÉTON DE CHANVRE	25
PROBLÈMES DE CONCURRENCE	30
LA RÉGLEMENTATION DE LA CONSTRUCTION EN BÉTON ET MORTIER DE CHANVRE	31
<b>II LE BÉTON DE CHANVRE : ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET ARCHITECTURAUX</b>	<b>40</b>
DÉPOLLUER ET CONSTRUIRE À LA FOIS	40

PERFORMANCES THERMIQUES	43
PERFORMANCES HYGROTHERMIQUES	44
PERFORMANCES ACOUSTIQUES	49
RÉACTION AU FEU	49
RÉSISTANCE AUX ATTAQUES DIVERSES, ASPECT SANITAIRE	50
STABILITÉ SISMIQUE	51
UNE ARCHITECTURE LÉGÈRE À METTRE EN VALEUR	51
<b>III IDENTIFICATION DES ENJEUX DE CONCEPTION EN BÉTON DE CHANVRE</b>	<b>52</b>
ENJEUX TECHNIQUES DE CONCEPTION	52
ENJEUX CULTURELS ET SOCIÉTAUX	67
DOMAINE D'APPLICATION DU BÉTON DE CHANVRE, CHAMPS D'INTERVENTION	70
CONCLUSION	78
GLOSSAIRE	81
BIBLIOGRAPHIE	82

# I GENÈSE DU BÉTON DE CHANVRE

## QU'EST-CE QUE LE CHANVRE ? HISTORIQUE

Cultivé pour les besoins de l'habillement, du linge de maison, de la corderie, des calfatages, des filets et des voiles de marine, ou encore pour l'éclairage grâce à ses huiles, ou dans la pharmacopée, le chanvre sera, jusque dans les années 1930, un des atouts industriel et économique de la France.

Comme pour le lin, son déclin est principalement dû aux découvertes sur la polymérisation qui donnent accès aux matériaux synthétiques. Peu à peu, le nylon se substituera au chanvre et les polymères synthétiques, issus du pétrole, commenceront à remplir notre quotidien.

Mais pas seulement. Dans les années 1930, du fait de sa teneur en psychotrope, sa culture devient interdite. C'est la prohibition. Dans certains pays, il sera totalement abandonné, en France, il résistera aux pressions extérieures. Sa culture repartira dans les années 1970, et aujourd'hui, sous contrôle de l'État, la France autorise sa culture. La demande tourne principalement autour de la papeterie spéciale, de la plasturgie, de l'alimentation, de textiles techniques, des huiles, mais aussi, depuis bientôt 30 ans, de la construction. En effet, de nouvelles initiatives ont vu le jour pour redévelopper sa culture en France, promouvant les avantages de son utilisation dans la construction. En valorisant par exemple la chènevotte, comme granulat pour les bétons de chanvre ou en vrac comme isolant. La fibre, elle, pouvant servir dans les panneaux ou comme laine isolante.

1850 : Près de 176 000 ha de chanvre.

1930 : Début du déclin de sa culture et de son interdiction.

1970 : Sa culture repart en France.

2014 : 15000 ha en Europe.

10 000 ha en France.

1 500 ha partent dans la construction. Adaptabilité très rapide aux évolutions du marché.

Autorisées en France :  
Les variétés possédant une teneur en THC inférieure à 0.2%.

## LA PLANTE CHANVRE

Le système agricole, qu'il soit français ou d'ailleurs, s'il est mal géré, participe depuis son invention à la destruction progressive des sols. C'est sur la notion d'un rendement toujours plus grand que la majorité des cultures se sont faites. La productivité des sols était et reste l'élément à maîtriser, et ce, quoi qu'il en coûte à notre planète. La première révolution agricole après le Moyen-Âge fut le système de jachère, puis vinrent la mécanisation et l'industrialisation avec l'utilisation non régulée de phytosanitaires. C'est le commencement de la destruction des sols<sup>1</sup>. A contrario, la culture du chanvre repose sur une agronomie saine et efficace.

La plante chanvre est une plante à feuilles palmées, originaire d'Asie centrale, elle se cultive en l'absence de traitements phytosanitaires et de plus est économe en intrants. Sa culture constitue sur les exploitations un réservoir de biodiversité. C'est une excellente tête d'assolement, celle-ci améliore la capacité en eau des sols en les fractionnant en profondeur, grâce à un système racinaire dense et profond. Elle laisse un sol propre et une terre meuble, étouffant les adventices. Elle peut préparer le sol pour une culture céréalière, ou autre, permet de diminuer les intrants pour les autres cultures à venir.

D'un point de vue agronomique, elle fait partie des plantes qui possèdent un cycle végétatif court, une très bonne productivité, et qui permettent de répondre aux enjeux planétaires de stockage de carbone.

## LES DÉBOUCHÉS

Du chanvre, on obtient trois produits importants, ainsi qu'un sous-produit : la fibre, la chènevotte, les graines et les poudres :



Champs de chanvre.  
Crédit photo : H-A Segalen.

### LE CHANVRE :

#### TAILLE :

Plante à feuilles palmées de 2 m de haut.

#### ORIGINE :

Asie centrale.

#### INTRANTS :

80 unités d'azote/ha contre 160 à 210 pour le blé.

#### BIODIVERSITÉ :

Favorable aux arthropodes hygrophiles et ombrophiles.

#### BONNE TÊTE D'ASSOLEMENT :

Favorise la rotation des cultures.

#### CYCLE VÉGÉTATIF :

150 jours étalés du 15 avril au 15 septembre.

#### PRODUCTIVITÉ :

1 ha = 2,5t de fibre et 4,5t de chènevotte.

1. Philippe Bihouix, *l'Âge des low tech*, 2014.

## Les fibres

Elles sont principalement utilisées dans la papeterie haut de gamme, qui assure à la filière sa stabilité. Elles sont également utilisées dans l'isolation, environ 25% de la production. Enfin les 20% restants vont dans la plasturgie en venant par exemple remplacer le polyacrylonitrile-butadiène-styrène, que l'on trouve dans les tableaux de bord et portières des voitures.

Les constructeurs automobiles aussi réfléchissent à l'amélioration du bilan environnemental de leurs voitures. Les Peugeot 308 intègrent maintenant des fibres de chanvre dans leurs portières et tableaux de bord<sup>1</sup>.



Fibre de chanvre.  
Crédit photo : H-A Segalen.

## La chènevotte

85 % de la production gamme, est valorisée dans les paillages horticoles et la litière équine, et 15 % dans la construction pour les mortiers ou en vrac comme isolant. Cela représente environ 4 t/ha.



Chènevotte.  
Crédit photo : H-A Segalen.

## Les graines

La majeure partie s'utilise dans l'alimentation humaine. En effet, commencent à se développer des produits alimentaires à base de chanvre comme les huiles de chanvre riches en oméga 3 et 6, lait de chanvre<sup>1</sup>...

## Les poudres (poussières)

Les poudres sont composées des poussières produites lors de la première transformation mécanique du chanvre. Elles sont un sous-produit, et sont valorisés dans la production de pellets pour l'énergie.

### En résumé :

#### FIBRE :

55 % dans la papeterie.  
25 % dans l'isolation.  
20 % dans la plasturgie.  
Total 17 000 t en France.

#### CHÈNEVOTTE :

85 % pour les paillages.  
10 à 15 % pour la construction.  
Total 50000 t en France.

#### GRAINES :

Huile de chanvre.  
Lait de chanvre.  
Total 5 000 t en France.

#### POUSSIÈRES :

1 t/ha.  
Sous-produit du chanvre.

## LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ACTUELS

L'impact sur l'environnement par le secteur du B.T.P. est un des plus importants au monde. Qu'il s'agisse de la construction acier ou en béton armé, ces deux méthodes commencent à présenter plus de problèmes que de réponses aux enjeux environnementaux et architecturaux actuels.

En effet, chaque année ce sont 15 milliards<sup>1</sup> de tonnes de sable qui partent dans la construction, entraînant la disparition de certaines plages. De plus l'utilisation massive des métaux a entraîné leur raréfaction et il faut aujourd'hui creuser toujours plus profond pour extraire le minerai, donc augmenter ainsi les risques de problèmes environnementaux.

La fabrication des bétons est un procédé gourmand en eau, calcaire, argile, sable, et émet énormément de gaz à effet de serre. Elle est extrêmement énergivore et dangereuse pour l'environnement du fait, entre autres, de la clinkerisation à haute température et de sa forte consommation de matières premières. La question que l'on est à même de se poser est simple :

Pourquoi ne remplaçons-nous pas plus le ciment ou l'acier, pour préparer une transition énergétique ambitieuse ?

Le secteur du bâtiment consomme près de la moitié de l'énergie finale totale dépensée en France et représente un quart des émissions de gaz à effet de serre.

De plus, le bâtiment consomme plus de 20 % des composites plastiques mondiaux<sup>2</sup>. Un des problèmes auxquels nous exposent les matériaux issus de la polymérisation synthétique est la difficulté du recyclage, à la différence du bois, du lin, du chanvre, qui de plus sont des ressources renouvelables.

### Le saviez-vous ?

15 milliards de tonnes de sable par an partent dans la construction.

70 % de la construction en France repose sur un procédé constructif à base de ciment.

20% des composites plastiques mondiaux sont consommés par le bâtiment.

**OBJECTIF DE LA FRANCE :**  
réduire les GES de 40% d'ici à 2030 par rapport à 1990.

1. INSEE

2. Philippe Bihouix, *l'Âge des low tech*, 2014.

À ces problèmes, les solutions que peut apporter la filière chanvre sont multiples. En effet, un champ de chanvre agit comme un puits à carbone : pour se développer, la plante absorbe du carbone, elle le piège et le stocke. C'est l'avantage principal des produits de construction issus de l'agriculture, comme la paille, le lin, le bois, etc. Ce sont ces matériaux dont on dit qu'ils sont biosourcés.

Nous verrons dans les parties qui suivent comment s'est mise en place l'innovation constructive béton de chanvre, et comment elle répond aux attentes environnementales de notre société.

## LE BÉTON DE CHANVRE : INNOVATION CONSTRUCTIVE.

### NAISSANCE D'UNE INNOVATION CULTURELLE : LES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

La notion de développement durable est apparue dans les années 1970, suite aux catastrophes écologiques et à l'augmentation du coût de l'énergie (crise du pétrole de 1973). La première définition sera donnée en 1987, quand arrivent les premières préoccupations sur les émissions de gaz à effet de serre. C'est dans ce contexte que naissent les premières investigations sur des matériaux issus de la biomasse. Cependant, ce ne sera que vers les années 2000 qu'il commencera à y avoir un réel passage à l'acte sur le terrain, en parallèle avec le développement des filières biosourcées, et donc du béton de chanvre.

Depuis quelques années une prise de conscience, chez certains politiques, commence à émerger.

Un nouveau projet de loi sur la transition énergétique, ambitieux et qui va sans doute avoir beaucoup de répercussions sur le secteur de la construction, fait son apparition. En effet, le projet de loi stipule la nécessité de concevoir des bâtiments à énergie positive, ainsi

#### BIOSOURCÉ

«Les matériaux biosourcés sont, par définition, des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale.»  
Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie.

---

que « l'amélioration thermique » obligatoire pour les passoires énergétiques, etc. L'État investit sur une aide aux financements « permettant à des sociétés publiques d'avancer des fonds aux particuliers souhaitant engager des travaux de rénovation énergétique ». Le rapport mentionne également l'engagement de la France « vers une stratégie nationale bas carbone<sup>1</sup> ». La prise de conscience de l'État sur les enjeux environnementaux, depuis le Grenelle de l'environnement, touchant au secteur de la construction est désormais écrite noir sur blanc. Ce type de loi peut engendrer un investissement plus important dans la recherche et le développement d'innovations basées sur les matériaux biosourcés. On ne peut plus se contenter de construire en béton et compenser un mauvais bilan carbone par des outils technologiques (panneaux photovoltaïques, domotique dans toute la maison, etc.). L'intérêt qu'il y a à utiliser des matériaux biosourcés réside dans leur fabrication et dans leurs propriétés intrinsèques. En utilisant des matériaux issus de la biomasse végétale, on supprime d'office le bilan carbone désastreux qu'ont l'acier et le ciment. On « décarbone » dès le début l'acte de construire.

Le facteur 4 est un enjeu de la Communauté européenne très difficile à obtenir. Le bâtiment ne peut se dispenser de ce facteur 4, l'acte de construire doit être moins polluant.

**C'est pourquoi la construction en chanvre est une réelle réponse.**

1. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, projet de loi sur la transition énergétique.

## NAISSANCE D'UNE INNOVATION CONSTRUCTIVE : LE BÉTON DE CHANVRE

La fabrication du béton de chanvre, comme celle d'un béton classique, repose sur un mélange de trois composants : un granulat, un liant et de l'eau.

- Le liant est à base de chaux (cf couples liants/granulats homologués sur [www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr)).
- Le granulat est la chènevotte (cf label chanvre bâtiment).

La chènevotte doit suivre une procédure de contrôle précise. Un essai granulométrique est réalisé sur des échantillons de chènevotte provenant des chanvrières, avant leur mise en circulation. Le label chanvre bâtiment existe pour valider la conformité du produit.

Le béton peut être préparé à la main, à l'aide d'un malaxeur ou d'une bétonnière, ou par projection mécanique. Les outils sont disponibles en location ou à l'achat par les entreprises. Le béton de chanvre frais, une fois mélangé, peut servir dans presque tout l'ouvrage, à condition qu'il soit utilisé en parallèle d'une ossature bois, béton ou acier.

La diversité des ouvrages réalisés depuis les années 1990 montre déjà la potentialité de ce système constructif, qui trouve son origine avec les travaux réalisés par Charles Rasetti, dans les années 1980. Charles Rasetti est un maçon italien, né en 1910 et directeur d'une entreprise de BTP. Un jour, il prit connaissance d'un article de presse publié par la Chanvrière de l'Aube. Cet article traitait de la sortie d'un nouveau matériau, sous-produit du chanvre, appelé la chènevotte. Il se lance dans l'expérimentation. Grâce à son savoir-faire, il décide de mélanger cette chènevotte avec de la chaux vive éteinte, à la manière des maçons de l'époque, qui minéralisaient le bois de

### À savoir :

La chènevotte, comme la chaux, fait l'objet d'un contrôle très précis. Ne sont homologués, dans le cadre des règles professionnelles de construction, que certains types de liants minéraux et de chènevotte.

COUPLE LIANT/GRANULAT :  
Cf [www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr)



Mortier chaux-chanvre  
Crédit photo : H-A Segalen

construction avec du silicate de soude, pour le rendre imputrescible et ininflammable. Il expérimentera ensuite son mélange sur le chantier de la maison de la Turquie, à Nogent-sur-Seine, entre 1987 et 1991<sup>1</sup>.

Un premier produit sera alors commercialisé par la Chanvrière de l'Aube, la Canobiote (chênevotte recouverte de silicate de soude), en 1987, marquant ainsi le début du béton de chanvre. La composition actuelle du béton est cependant bien différente de celle inventée par Charles Rasetti. En effet, un autre artisan, Yves Kühn, montrera plus tard qu'il n'est pas nécessaire de traiter la chènevotte, car son caractère végétal lui permet de naturellement bien réagir avec l'eau. Il faudra néanmoins l'associer à un liant adéquat. En 1997, avec les techniques de mise en œuvre et le couple granulats-liant de l'époque, on peut considérer le béton de chanvre comme un nouveau matériau de construction compétitif.



Maison de la Turquie, 1987.

## L'INVENTION DES MISES EN ŒUVRE INNOVATION CHEZ LES AGRICULTEURS

### Procédé de défibrage mécanique

Une fois la récolte et le séchage du chanvre terminés, les différentes parties de la plante sont séparées selon leur utilisation. La paille va rejoindre les ateliers de défibrage mécanique qui permettent de séparer chènevotte et fibre. La chènevotte passera ensuite dans un silo possédant des tamis de différentes tailles. De ce tri mécanique, on récupérera en cuve la chènevotte qui servira soit dans la construction, soit dans l'horticulture...

Les chanvrières, si elles veulent rentrer dans la filière construction du chanvre, doivent se munir du procédé de labélisation. Ce label permet aux chanvriers de

1. Construire en Chanvre.

mettre en vente une chènevotte homologuée pour le bâtiment.

## INNOVATION DANS LES ENTREPRISES

### Machine à projeter le chanvre

Le béton de chanvre préparé sur chantier peut être coulé entre banches ou projeté à l'aide d'une machine. Dans les années 1990, il était préparé à la main et mis en place à la pelle ou à la truelle. Puis, pour des raisons de délais de mise en œuvre, et pour faciliter sa mise en place, les entrepreneurs ont commencé à introduire des malaxeurs sur le chantier, des bétonnières à béton de chanvre.

Enfin, pour être encore plus efficace sur les chantiers, des machines à projeter le chanvre sont apparues sur le marché. Il en existe de différentes tailles, avec différents principes. L'avantage des machines est que l'on peut projeter en continu, plus loin, plus haut et voir moins d'eau, ce qui peut diminuer les temps de séchage.



Chantier rue Myrha - NXNW  
architecte et LM ingénieur.  
Crédit photo : Fabrice Malzieu

## TECHNIQUE DE L'OSSATURE ET DU BÉTON DE CHANVRE

### Mise en place sur une ossature

La technique recommandée par les règles professionnelles est celle qui allie structure porteuse en bois et béton de chanvre pour l'enveloppe. Cependant, il est tout à fait envisageable de réaliser des bâtiments à ossature mixte chanvre-acier ou chanvre-béton armé. Des projets à ossature mixte existent déjà.

Une fois l'ossature bois et généralement la couverture terminées, le coulage peut commencer. Si le coulage est manuel, il se fera entre deux banches, en montant le coffrage petit à petit jusqu'en haut.

Si la technique utilisée est la projection, alors on coffrera généralement la face intérieure.



Chantier D.Bayol



Architecte : Atelier D

8 logements locatifs sociaux, rue Bourgon  
dans le XIII<sup>e</sup> arrondissement de Paris

Architecte : Atelier D

Chanvre projeté mécaniquement sur chantier,  
rue Bourgon dans le XIII<sup>e</sup> arrondissement de Paris



On viendra projeter le béton dessus de bas en haut. Le mélange restant souple et malléable plusieurs jours de suite, la surface peut ensuite être facilement égalisée à l'aide d'une grande règle ou d'un râteau.

### Les blocs de chanvre

En 1998, des entrepreneurs ont axé leurs recherches sur le développement de blocs de béton de chanvre, proposant ainsi un autre système de mise en œuvre. La mise en place ressemble à celle des parpaings. Les blocs sont assemblés en quinconce, collés et assistés d'éléments structurels verticaux, en bois de préférence. Le montage est plutôt rapide et s'adapte à des bâtiments de petite taille comme du logement individuel sur un ou deux niveaux. En revanche, en isolation par l'extérieur ou en cloisonnement, les blocs de chanvre sont très utiles de par leur facilité de mise en œuvre qui ne nécessite pas de machine sur le chantier. Néanmoins ce procédé n'est pas couvert par les règles professionnelles de Cenc.



Chantier D. Bayol



Blocs de chanvre  
Crédit photo : H-A Segalen

## LE CHANVRE COMME ISOLANT EN TOITURE OU MUR SANDWICH

### Chènevotte en vrac

La chènevotte en vrac peut être utilisée comme isolant dans les combles en partie horizontale. On la répand sur environ 30 cm obligatoirement avec de la chaux, qui avec l'humidité ambiante formera une masse plus compacte. Pour l'étanchéité à l'air, il faudra disposer au dessus de la chènevotte une sous-toiture et boucher tous les points d'entrée d'air potentiels.

## Laine de chanvre

Les fibres de chanvre issues du défibrage sont une alternative aux fibres minérales pour l'isolation. Ces fibres, comme pour la chènevotte, ont un effet « puits de carbone ».

Les laines de chanvre sont produites sur différents sites en France.

### Fibres de chanvre :

Puits de carbone, 1,7 kg de CO<sub>2</sub>/eq/kg de matière.  
Entièrement recyclable.

### Caractéristiques laines :

Nappage de fibres de chanvre.  
Ép = 280 mm  
Réq = (environ) 7m<sup>2</sup>.K/W  
Déphasage = (environ) 9h

## Les panneaux préfabriqués

Depuis peu, certains industriels se sont lancés dans la préfabrication de murs en béton de chanvre, avec ossature bois, métallique ou béton. Ces éléments permettent de gagner du temps sur la phase chantier. Les temps de séchage sont supprimés du planning. Cette technique n'est cependant pour l'instant qu'au stade de l'expérimentation.

Toutes ces techniques sont les résultats de travaux de recherche et développement menés par différents acteurs liés à la construction, partout en France. Néanmoins, tout cela n'aurait pu être possible sans une organisation ayant pour mission de financer, ces recherches, de regrouper ces connaissances, et de les partager avec le plus grand nombre en faisant la promotion du matériau auprès du public.

## UNE INNOVATION RENDUE POSSIBLE GRÂCE A L'ASSOCIATION CONSTRUIRE EN CHANVRE

### HISTORIQUE DE L'ASSOCIATION

En 1998, Construire en Chanvre, association loi 1901, est fondée par une trentaine de personnes, dits « membres fondateurs ». Il s'en suit un regroupement de moyens pour mettre en œuvre des recherches sur le produit et arriver aux premières règles professionnelles

de construction et aux premières formations de mise en œuvre du béton de chanvre.

Aujourd'hui Construire en Chanvre continue son travail de perfectionnement de la technique et propose des nouvelles formations pour les architectes et les organismes de contrôle. Elle communique avec les régions françaises et européennes sur la technique et la qualité de ce matériau remarquable.

## RÉGIONALISATION DE L'ASSOCIATION

Aujourd'hui, l'identité nationale de Construire en Chanvre doit être complétée. Les premières conclusions de l'audit réalisé sur la place laissée à l'innovation dans le secteur de la construction en France soulèvent un problème majeur. Le secteur de la construction fait face à un problème de communication et de centralisation de l'information entre tous les acteurs liés à la vie de l'ouvrage.

Pour répondre à cela, depuis 2014, un processus de régionalisation de la structure a été initié. Déjà trois régions pilotes existent et travaillent sur le développement de la filière, de manière locale.

Ces régions seront autonomes, elles posséderont leur propre pôle de recherche et développement et géreront le développement local de la filière. Néanmoins, elles sont tenues de rendre compte de toutes leurs actions, à la structure nationale CenC. Elles sont tenues au respect d'une charte dictée par l'association. Ce règlement spécifie les enjeux de la filière et l'éthique avec laquelle les acteurs doivent se comporter les uns par rapport aux autres.

Le but de régionaliser est donc d'asseoir la filière sur des bases éthiques, sociales et réglementées. Elle permettra d'accélérer le développement de la filière en lui donnant

1998 :  
Création de l'association  
Construire en Chanvre.  
2007 :  
Premières règles  
professionnelles de  
construction.  
2012 :  
Seconde version des  
règles professionnelles.

Régionalisation :  
Régions IDF, Champagne-  
Ardenne, Bretagne.

plus de poids financier pour sa R&D. Elle permettra de contrôler la concurrence entre les régions sur les débouchés et la vente, d'être plus proche des acteurs pour répondre plus vite à leurs besoins et enfin d'assurer la filière et de communiquer plus aisément et plus largement dessus.

## COMPOSITION DE L'ASSOCIATION

L'association Construire en Chanvre est constituée de professionnels du bâtiment. Tous les membres sont issus de la filière : chercheurs, fabricants de chaux, architectes, maîtres d'œuvre, distributeurs, entrepreneurs, etc. Aujourd'hui ce sont huit membres actifs qui gèrent l'association, en attendant sa régionalisation.



Logo CenC

Conseil d'administration de l'association 2016 :

- **Président** : Jean-Marc Naumovic. Architecte DPLG.
- **Vice-président** : Daniel Daviller. Directeur général délégué (BCB : Balthazar et Cotte Bâtiment).
- **Trésorier** : Gérard Lenain. Entrepreneur béton de chanvre, retraité.
- **Secrétaire général** : Sylvestre Bertucelli. Directeur d'Interchanvre.
  
- **Administratrice** : Gislaïne Legendre. Fonctionnaire du ministère de l'Agriculture, retraitée.
- **Administrateur** : Claude Eichwald. Maître d'œuvre et ancien président de CenC.
- **Administrateur** : Benoit Savourat. Agriculteur, président de La Chanvrière.
- **Administrateur** : Michel Cadot. Directeur technique des Chaux & Enduits de Saint-Astier (C.E.S.A).
- **Administrateur** : Daniel Bayol. Maître d'œuvre.
- **Administrateur** : Olivier Jadeau. Directeur de CAVAC Bio matériaux.
- **Administrateur** : Jean Claude Daniel, trésorier du collectif 3CA, ancien député de la Haute Marne
- **Administrateur** : Mouloud Behloul, directeur développement technique chez Lafarge France.

## LA FILIÈRE BÉTON DE CHANVRE

### CRÉATION DE LA FILIÈRE BÉTON DE CHANVRE

La filière se compose à l'origine d'agriculteurs et d'organismes qui vont produire à la fois les graines et la paille. Ensuite, il y a les industries de première transformation qui vont partager la paille en trois parties. Viennent après les producteurs de liant. Enfin, il y a tout le secteur du bâtiment comprenant : les architectes, les maîtres d'œuvre, les maçons, les usagers... La filière compte aussi les scientifiques qui travaillent autour de l'innovation et les organismes qui fédèrent les différents acteurs (CEREMA, CRDA...).

La filière considérée ici est donc la succession des opérations de la production des graines de chanvre à la construction d'un ouvrage jusqu'à sa fin de vie :

**C'est la filière béton de chanvre.**

### LES CHANVRIÈRES EN FRANCE

La filière commence avec les chanvriers. Aujourd'hui, c'est environ 12 000 ha de champs cultivés chaque année sur le territoire français, et supervisés par 1000 producteurs.

La caractéristique de tête d'assolement du chanvre est le principal intérêt pour les agriculteurs. En effet, nous l'avons vu plus haut, son utilisation dans la rotation des cultures a deux avantages :

- Eviter l'utilisation d'intrants et améliorer la structure des sols.
- Valoriser les sous-produits du chanvre.

Mais cette culture ne pourrait se faire sans la supervision d'organismes publics, et l'aide d'industriels.

#### Une filière :

« Une filière est l'ensemble des activités productrices qui, de l'amont à l'aval, alimentent un marché final déterminé. » (Le Petit Robert).



Images pour la filière, de la récolte à l'ouvrage.  
Crédits photos : H-A Segalen et C. Eichwald pour la maison.



Maison FEST, en Alsace.  
Maître d'œuvre : Claude Eichwald.

Commentaire des usagers : *Lors du premier hiver, lorsqu'il faisait -15°C dehors, nous avions 18°C dans les chambres. Et même sans chauffer, nous maintenons les 15°C. La maison est très confortable...*

Maison FEST, en Alsace.  
Maître d'œuvre : Claude Eichwald.



## ORGANISMES DE LA FILIÈRE

### Un contrôle par INTERCHANVRE

La filière du chanvre est encadrée par un organisme paritaire : INTERCHANVRE. Cet organisme a pour mission principale de veiller à ce que le développement des débouchés des deux coproduits fibres et chènevotte soit harmonieux, le principal enjeu étant l'équilibre entre l'offre et la demande.



### Les soutiens de la filière béton de chanvre

Si la filière béton de chanvre existe encore aujourd'hui, c'est qu'elle a pu bénéficier de soutiens importants, qu'ils soient publics ou privés. L'origine principale de son financement provient de ses soutiens annuels. INTERCHANVRE représente le plus important partenaire, viennent ensuite les fabricants de chaux dans le secteur privé et les chanvrières. D'autres financements, ponctuels, s'ajoutent à ceux annuels. Ces financements d'origine régionale ou nationale sont liés à des projets. On peut citer en exemple des organismes tels que la D.H.U.P, la D.R.I.E.A ou l'A.D.E.M.E., qui dans les années 1990, financera les premiers programmes expérimentaux en béton de chanvre intitulés «Produits, techniques et méthodes pour le bâtiment favorables à l'environnement» dans le but d'améliorer la qualité environnementale des bâtiments.

#### INTERCHANVRE :

Organisme paritaire qui va communiquer sur la filière et la représente sur la scène politique.

**DHUP** = Direction de l'habitat de l'urbanisme et des paysages.

**DRIEA** = Direction régionale et Interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Ile-de-France.

**ADEME** = Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

## INDUSTRIALISATION DE LA FILIÈRE

Pour exister, la filière a besoin d'un moteur industriel puissant et diversifié, correspondant aux préconisations du ministère de l'Écologie (cf encadré vert).

On recense en France aujourd'hui des industriels qui consacrent tout ou partie de leur activité au chanvre : La Chanvrière, la CAVAC Biomatériaux, Eurochanvre, Planète Chanvre et Agrochanvre. La CAVAC étant le leader européen sur le marché des laines isolantes végétales pour le bâtiment.

L'industrialisation permet de mettre en place des outils plus puissants tant localement que nationalement. L'industrialisation n'est pas le seul outil de développement de la filière béton de chanvre. Un autre moyen de mettre en avant un système constructif performant est la labélisation.

### LE LABEL BÂTIMENT BIOSOURCÉ

L'utilité et la précision des procédés de labélisation sont parfois sujettes à controverses. Néanmoins, ils sont des moyens de pousser la performance des bâtiments vers le haut.

En 2012, la D.H.U.P. a mis en place un label Bâtiment biosourcé. Il est possible de demander l'obtention de ce nouveau label, visant à valoriser l'utilisation de matériaux biosourcés dans un bâtiment. Ce label, évalue les critères énergétiques et environnementaux du bâtiment.

### Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

« L'industrialisation de la filière sous-entend la capacité des professionnels à satisfaire les exigences techniques et économiques du marché. Il s'agit donc pour la filière des matériaux biosourcés d'activer les moteurs de l'industrialisation que sont en particulier l'évaluation et la certification, la rédaction des règles professionnelles, et plus généralement une démarche de qualité totale. »

### Label Bâtiment biosourcé :

Le label évalue les performances et l'utilisation d'un pourcentage minimum d'au moins trois matériaux issus de la biomasse végétale ou animale : bois, chanvre, lin, paille, laine de mouton, plumes...

## PROBLÈMES DE CONCURRENCE

### EXPLOITER LES RESSOURCES LOCALES DE CHANVRE DÉJÀ DISPONIBLES

#### Concurrence forte entre les agriculteurs

La première des concurrences au sein de la filière est celle entre chanvriers. Poussés par l'augmentation possible des parts de marché du chanvre dans la construction, certains chanvriers n'ont pas hésité à développer leur investissement dans la filière chanvre. Seul problème, la réalité du marché est pour l'instant tout autre. Aujourd'hui l'offre est supérieure à la demande, si bien que le potentiel déjà présent dans les cultures françaises est suffisant pour fournir chènevotte et fibre à un marché qui pourrait être plus important.

Néanmoins, certains chanvriers se sont lancés un peu trop rapidement dans de nouvelles infrastructures et ont dû mettre la clé sous la porte.

Il n'y a pas a priori de nécessité d'augmenter la production, la concurrence se fait déjà naturellement sur le terrain. Se confrontent déjà les marchés locaux et nationaux sur l'exportation puis la vente dans les régions de France.

#### Une situation de concurrence Européenne face à une demande encore fragile

La Chanvrière  
5000 ha / 35000 t de paille

Hempflax + Hempron  
2000 ha / 15000 t de paille

Eurochanvre / Interval  
2000 ha / 15000 t de paille

Cavac Biomatériaux  
1500 ha / 10000 t de paille

Planète Chanvre  
1000 ha / 7000 t de paille

Agrochanvre  
600 ha / 7000 t de paille

Poitou Chanvre  
100 ha / 700 t de paille

Chanvre Mellois  
100 ha / 700 t de paille

Gatichanvre  
600 ha

Autres transformateurs  
600 ha / 3500 t de paille

(sources INTERCHANVRE)

---

## CONCURRENCE ENTRE LA CONSTRUCTION ET L'ALIMENTAIRE

Il existe un équilibre entre ressources agricoles (affectation des terres) pour la production alimentaire et pour la construction. Avec le développement de la production agricole à vocation construction, certains s'interrogent sur la fragilité ou non de l'équilibre entre ces deux marchés. D'après Sylvestre Bertucelli, directeur d'INTERCHANVRE : « sur ce point, réellement, il n'y a aucun danger ». Avec un développement même très optimiste du marché dans la construction, la concurrence resterait infime.

## LA RÉGLEMENTATION DE LA CONSTRUCTION EN BÉTON ET MORTIER DE CHANVRE

### LA CONSTRUCTION CHANVRE À L'ÉTRANGER

Le chanvre industriel est toujours cultivé dans de nombreux pays à travers le monde. Bien qu'il ait fait l'objet d'une campagne de prohibition forte, sa culture, comme en France, a repris. On retrouve aujourd'hui de nouveau des cultures de chanvre, sous certaines conditions, en Amérique du nord et au Canada, principalement pour la production de graines.

Le Royaume-Uni autorise les laboratoires pharmaceutiques à effectuer des travaux de recherche et développement sur les propriétés médicinales de la plante. Ils utilisent la plante dans la lutte contre l'épilepsie, sous forme de traitement en comprimés. L'Australie elle aussi s'est lancée dans l'exploitation du chanvre depuis 2002. Elle produit principalement des fibres et de la paille en s'inspirant des systèmes agricoles existants en Europe. Son exploitation tourne autour des 10 000 ha par an<sup>1</sup>.

En Europe, les pays autres que la France qui utilisent les dérivés du chanvre dans le secteur de la construction sont la Belgique, l'Allemagne et l'Italie. La France étant le premier pays à avoir émis des systèmes de réglementation, ces pays ont développé les leurs sur les modèles déjà existants, notamment sur les normes relatives aux granulats. L'Italie et l'Allemagne importent la plupart de leur chènevotte directement depuis la France.

Pour notre partenaire italien, Equilibrium, le développement du béton de chanvre va plus vite qu'en France. Ils font face à moins de réticence et de méfiance quant à l'utilisation de ce système constructif. Ils accompagnent des projets qui en France, aujourd'hui, ne pourraient être envisagés. Notamment un projet en cours de construction en R+8 avec 61 logements.

## RÔLES DE L'ASSOCIATION DANS LA RÉGLEMENTATION

### — Une vision transversale

Son action est particulièrement dédiée au développement du béton de chanvre dans la construction, c'est en cela qu'elle assure un rôle transversal dans la filière. Elle a un regard sur les processus de fabrication, depuis la récolte par les chanvriers jusqu'au dialogue avec les maîtres d'œuvre, d'ouvrage et entreprises sur les techniques de mise en œuvre. Son rôle s'intègre dans la notion de filière.

Depuis sa création en 1998, son activité concerne les tâches suivantes :

- Le contrôle qualité des matières premières (label chanvre bâtiment sur la chènevotte, couple liant granulat).
- L'assurabilité des acteurs (règles professionnelles, certifications, formations...).
- Le développement des techniques de mise en œuvre.

### Le saviez-vous ?

En France, seul serait autorisé à la vente le SATIVEX, pour lutter contre la sclérose en plaques, et sous certaines conditions. Depuis 2015.



Chantier Italien de 61 logements avec enveloppe en béton de chanvre.

1. Pierre Bouloc, Le chanvre industriel, 2006.

- La prescription auprès des entreprises, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, contrôleurs techniques, auto constructeurs...

Dans la suite, nous verrons ces différents points en détail.

## Le label chanvre bâtiment

C'est un moyen de contrôle qualité pour les granulats. Ce protocole de contrôle et de suivi de la chènevotte, issue des chanvrières, a été mis en place par Construire en Chanvre. Il s'agit d'une labélisation réalisée à l'aide d'analyse d'échantillons par un programme informatique adapté. Pour chaque ballot de chènevotte produit, l'association récupère un petit pourcentage financier, qui lui sert à financer ses programmes de recherche et de développement.

Afin de construire en chanvre en toute sécurité, il est nécessaire d'utiliser des couples liants-granulats qui ont fait l'objet d'études thermiques, acoustiques, de durabilité, etc. Cela en vue d'assurer la qualité des matériaux utilisés.

Nous allons aborder l'élément nécessaire pour s'assurer du suivi des bonnes techniques de mise en œuvre, les règles professionnelles.

## La mise en place des règles professionnelles

La connaissance et le suivi des règles professionnelles d'exécution contribuent à l'assurabilité de la construction à base de mortiers et bétons de chanvre. La dernière édition date de 2012 et fait actuellement l'objet d'un suivi précis. Pour rentrer dans le cadre normatif des règles professionnelles de construction et ainsi éviter tout



Logo déposé, label chanvre bâtiment.

### Label chanvre bâtiment

Le label chanvre bâtiment a pour but de garantir la qualité de la chènevotte produite pour construire en chanvre.

Liste des couples liants-granulats et procédure de labélisation disponible sur [www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr)

désordre, il est impératif de respecter les techniques de mise en œuvre préconisées par celles-ci.

On y trouvera notamment des carnets de détails techniques et des préconisations tels que les épaisseurs d'enrobage du bois. **Exemple : le non-respect de ces épaisseurs d'enrobage conduit à des fissurations au droit des poteaux.**

Cet ouvrage est un bon tronc commun, mais ne peut pas répondre à tous les sujets concernés par la construction en chanvre. Notamment les préconisations sur le caractère très hygroscopique des murs, que l'on abordera par la suite. Ce système constructif étant récent, ce document ne peut être figé. Il est en constante évolution, selon les retours des différents chantiers. Le matériau étant végétal, sa mise en œuvre dépend aussi des conditions climatiques, de la température, de l'humidité, etc.

## Les suivis dans le temps

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les seuls documents aujourd'hui qui permettent de construire en chanvre en toute sécurité sont les règles professionnelles. En attendant les D.T.U., ces règles sont suffisantes, et s'il arrive qu'un projet sorte de leur champ d'action, alors une Atex (appréciation technique d'expérimentation) peut être réalisée.

Il existe deux types de règles professionnelles, celles qui font l'objet d'un suivi dans le temps et celles qui n'en ont pas. Ce suivi dans le temps fonctionne comme un observatoire d'ouvrages types qui présente l'évolution des bâtiments au fil des années : réponse aux éléments climatiques, au confort été/hiver, au coût d'entretien, énergétique, au confort des usagers et aux désordres s'il y en a eu.

Cet observatoire doit être constitué dans les deux années suivant la validation des règles professionnelles



Règles professionnelles, version 2012.

**Recouvrement des bois :** Les pièces de bois doivent être recouvertes d'une épaisseur minimale de Béton Chanvre Tradical® en fonction de leur épaisseur (épaisseur = dimension  $\phi$  parallèle au parement).



Ep. pièce de bois $\phi$	4 cm	5 cm	8 cm	7 cm	8 cm
Recouvrement minimum e	7 cm	7,5 cm	8 cm	8,5 cm	9 cm

Distances d'enrobage (voir règles professionnelles).

par l'Agence Qualité Construction. Une fois réalisé, il doit être présenté en commission C2P, la commission de prévention produit, qui jugera de la pertinence du travail effectué.

## Les normes et certifications

Pour comprendre l'évolution d'un procédé constructif, il est intéressant de voir quels sont aujourd'hui les éléments administratifs nécessaires à ce développement.

Deux types de documents existent :

- les documents réglementaires (obligatoires).
- Les documents normatifs.

Les produits dérivés du chanvre tels que la chènevotte et les laines possèdent tous un marquage C.E., un étiquetage sanitaire et des fiches de déclarations environnementales sur les émissions de composés organo-volatils notamment. Ces documents sont obligatoires et répondent au contexte réglementaire français.

Ensuite, différentes normes encadrent la construction chanvre. Seules des normes d'essais existent sur les matériaux à base de chanvre, et certains isolants en vrac, laine en vrac, entrent dans la norme 15101 sur les produits d'isolation destinés au bâtiment.

Les règles professionnelles sont aussi des documents de type normatif, qui une fois acceptées par la C2P, permettent au matériau de rentrer dans le domaine traditionnel.

Certains produits de construction à base de chanvre bénéficient aussi de certifications tels que les laines isolantes. Quelques industriels ont obtenu la certification ACERMI pour leurs laines isolantes. Cette certification leur garantit les performances thermiques de leurs matériaux. Cependant cette procédure est longue et compliquée.

### Techniques de mise en œuvre hors règles professionnelles

Les blocs de chanvre ont fait l'objet d'appréciation technique d'expérimentation de niveau a, c'est-à-dire sur un chantier. Cette Atex a été écrite par des experts du C.S.T.B., de l'A.I.M.C.C., de la F.F.B. et par des contrôleurs techniques.

Les éléments préfabriqués en béton de chanvre n'entraient pas non plus dans le domaine traditionnel. Il a donc fallu les faire évaluer techniquement par un groupe d'experts du C.S.T.B. Ces éléments préfabriqués ont fait l'objet d'un Pass Innovation du fait qu'ils correspondaient à un procédé répondant aux objectifs du Grenelle de l'environnement.

### ACERMI

Depuis 2013, une procédure simplifiée appelée ACERMI Tremplin a vu le jour, pour simplifier la démarche de certification.

On voit donc que le béton de chanvre, depuis une dizaine d'années, entre dans les cadres normatifs et réglementaires. Soit directement en tant que technique traditionnelle, soit par le biais de Pass Innov, etc. comme technique non courante<sup>1</sup>. L'étape suivante, qui pour l'instant est manquante, est celle de la prescription.

## La prescription, vers les D.T.U.

La prescription est aujourd'hui avec la recherche et le développement un des points majeurs sur lesquels l'association concentre tous ses efforts. En effet, l'étape suivante, après les règles professionnelles, devrait être la rédaction des D.T.U.

Aujourd'hui les formations dispensées sur la construction à base de chanvre sont principalement pour les entreprises. A partir de 2015 apparaissent de nouveaux systèmes de formations adaptés aux architectes, maîtres d'œuvre et bureaux de contrôle.

On trouvera des formations et guides pour :

- Les entreprises, avec des formations aux techniques de mise en œuvre, à l'utilisation des machines aux particularités du produit, etc.
- Les maîtres d'œuvre et architectes, avec la vente de formations visant à faciliter la compréhension des techniques et enjeux constructifs dès l'avant-projet.
- Les maîtres d'ouvrage, avec une assistance à la maîtrise d'ouvrage en cours de développement sur comment, dès l'appel d'offre, intégrer les notions de matériaux biosourcés comme le chanvre.
- Les contrôleurs techniques, avec un guide plus explicite que les règles professionnelles.

### Règles professionnelles

2015 : les règles professionnelles d'exécution avec procédure de suivi ont à nouveau été validées et reconduites par la commission de prévention produit (C2P).

1. CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION À BASE DE CHANVRE, constructions&bioressources.

- 
- Le particulier qui souhaite recevoir une formation sur les techniques de mise en œuvre des bétons et mortiers de chanvre.
  - Les étudiants, avec la mise en place d'un module de sensibilisation aux matériaux biosourcés suivi d'une formation de quelques cours axés sur les enjeux constructifs liés au béton de chanvre.

Le travail qui doit être mené dans le cadre de ces prescriptions devrait être un point de départ pour l'élaboration des DTU. Le groupement de personnes chargé d'élaborer ces cahiers de formations est constitué de professionnels du bâtiment : maîtres d'œuvre et architectes. Ces cahiers techniques seront élaborés par lots, à partir des retours d'expériences issus de l'observatoire des chantiers.

La structure de ces cahiers de prescriptions devra être à l'image de ce que serait les DTU :

- Des prescriptions par lots sous forme de cahiers des clauses techniques.
- Des fiches de critères généraux de choix des matériaux.
- Un cahier des clauses spéciales.

Aujourd'hui la garantie décennale existe, mais les architectes font toujours face à de nombreux blocages. Les difficultés ne sont plus sur l'habitat individuel, mais plutôt pour des projets du tertiaire ou de logement collectif. Nous allons voir quelles sont ces difficultés, et comment s'y préparer.



**Maison de la ruralité, en Alsace.**  
Maître d'œuvre : Claude Eichwald.

Établissement recevant du public réalisé en bois et béton de chanvre, parfois brut en intérieur.  
Témoignage d'une diversité architecturale unique.

Maison de la ruralité, en Alsace.  
Maître d'œuvre : Claude Eichwald.



---

## II LE BÉTON DE CHANVRE : ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET ARCHITECTURAUX

**Préambule :** Une fois mis en place et enduit, le béton de chanvre se passe de l'ajout d'un isolant. Il appartient à la famille des monomurs, mais sans réellement en être un car il dépend d'une ossature. Il est donc très difficile à classer, et ne peut être comparé directement aux autres systèmes constructifs. Ce qui en fait un matériau unique, dont on ne peut parler qu'en présentant ses caractéristiques une à une :

### DÉPOLLUER ET CONSTRUIRE À LA FOIS ANALYSE DU CYCLE DE VIE DU MATÉRIAU CHANVRE

En 2006, une première analyse du cycle de vie du chanvre a été réalisée par l'INRA en collaboration avec le ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Cette analyse couvre le cycle d'utilisation de deux sous-produits du chanvre :

- La chènevotte et son application dans le bâtiment.
- La fibre par son emploi dans les bioplastiques et dans les laines d'isolant naturel.

Cette analyse du cycle de vie a permis de mettre des chiffres sur un certain nombre de caractéristiques liées à ces sous-produits, notamment pour quelles raisons est-il intéressant de les utiliser dans le secteur de la construction, face aux systèmes constructifs utilisant béton et acier.

Une des premières conclusions concerne le bilan carbone, nous l'avons déjà évoqué précédemment :

*L'impact sur l'effet de serre est favorable : le mur de béton de chanvre constitue un puits de carbone intéressant au moins pour une durée de 100 ans, car il stocke, dans ses trois puits de carbone*

que sont la chènevotte, le bois et le Tradical(R) (chaux), plus de CO2 que son cycle de vie n'en émet<sup>1</sup>.

La deuxième conclusion concerne son réemploi futur. S'il existe, quel avenir y a-t-il pour les déchets issus de la déconstruction d'un ouvrage en béton de chanvre ? Ce système constructif a-t-il sa place dans l'économie circulaire ?

## ÉCONOMIE CIRCULAIRE DU CHANVRE

Deux types d'économie sont chaque jour mises un peu plus en avant par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : l'économie verte et l'économie circulaire.

**L'économie verte** est une économie qui émet beaucoup moins de gaz à effet de serre, et qui privilégie les écotechnologies : l'ensemble des technologies dont l'emploi est moins néfaste pour l'environnement que le recours aux techniques habituelles répondant aux mêmes besoins<sup>2</sup>.

**L'économie circulaire**, c'est faire de nos déchets des matières premières. C'est le seul système d'avenir<sup>3</sup>.

Le processus de fabrication du béton de chanvre entre dans le cadre de l'économie verte pour les différentes raisons vues en amont, mais pas encore tout à fait dans celui de l'économie circulaire.

L'économie circulaire pour être vérifiée suppose la mise en fin de vie d'un ouvrage utilisant le couple chaux-chaivre et son réemploi dans un bâtiment ou pour une autre activité. Or aujourd'hui, 25 ans après les premiers bâtiments en chanvre, aucun chantier connu de démolition n'a été recensé. En pratique, l'économie circulaire n'a pas pu être vérifiée.

Cependant, le rapport de l'INRA sur l'analyse du cycle de vie du chanvre fait la mention suivante :

*La partie bois pourrait être réutilisée ou valorisée énergétiquement alors que la partie béton de chanvre pourrait être utilisée en aire de compostage, en remblais ou en amendement agricole.*

1. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE et INRA, Étude des caractéristiques environnementales du chanvre par l'analyse de son cycle de vie, 2006.
2. MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
3. François-Michel Lambert, président de l'Institut de l'économie circulaire.

Mais ce même rapport termine par ce qui arriverait pour les déchets issus d'une démolition dans le contexte actuel :

*La fin de vie pour l'ossature bois comme pour le béton chanvre est un stockage en centre d'enfouissement technique de classe II<sup>1</sup>.*

On reconnaît donc au matériau des propriétés favorables à l'environnement, mais qui ne pourraient être totalement exploitées aujourd'hui.

Nous l'avons rappelé plus haut, l'enjeu environnemental pour une transition énergétique vers une société décarbonée est une priorité.

Il faut comprendre que l'impact du matériau et du système constructif qui l'accompagne est un des nerfs de la guerre pour la sauvegarde de l'environnement. Dans cette lutte, l'utilisation du chanvre prend tout son sens.

Deux sous-produits sont utilisables dans la construction, la chènevotte et la fibre. Après transformation on obtient principalement de la laine de chanvre, utilisable comme isolant, et du béton de chanvre après mélange de la chènevotte avec de la chaux et de l'eau.

## Bilans carbonés de ces deux produits

- Pour la **chènevotte** : Puits de carbone net avéré de 1,9 kg CO<sub>2</sub>eq/kg. (source ACV Inra juin 2005)<sup>2</sup>
- Pour la **fibre** : Puits de carbone net avéré de 1,7 kg de CO<sub>2</sub>eq/kg. (source ACV Inra juin 2005)<sup>2</sup>

L'analyse du cycle de vie faite par l'INRA sur le béton de chanvre donne :

- 48 kg CO<sub>2</sub>eq stockés pour 100 ans. (source ACV Inra juin 2005)<sup>2</sup>



La chènevotte est produite et vendue calibrée selon le test correspondant au label chanvre bâtiment.



Laine de chanvre.  
Crédit photo : CAVAC

1. MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE  
2. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE et INRA, Étude des caractéristiques environnementales du chanvre par l'analyse de son cycle de vie, 2006.

La fabrication industrielle de la chaux passe par un stade de cuisson dans lequel la réaction de combustion engendre un dégagement de  $\text{CO}_2$ . On obtient alors de la chaux vive. Par ajout d'eau la chaux va s'éteindre et former de l'hydroxyde de calcium. La prise de la chaux éteinte sur l'ouvrage va se traduire par une réaction entre l'hydroxyde de calcium et le dioxyde de carbone contenu dans l'air. C'est ce phénomène de carbonatation qui permet à la chaux de capter une partie du dioxyde de carbone qu'elle a libéré.

On comprend rapidement l'enjeu que représente l'utilisation de tels matériaux. Pour avoir un ordre de grandeur, pour deux maisons individuelles, l'une réalisée avec un système de construction classique, parpaings et complexe BA13 polystyrène ou laine minérale, et l'autre maison en béton de chanvre pour les murs et laine de chanvre pour la toiture, le stockage est d'environ 11t de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  contre 15t de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  émis pour l'autre. On évite alors une dépense d'environ 26  $\text{teqCO}_2$ .

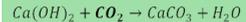
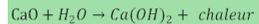
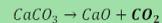
## PERFORMANCES THERMIQUES

En France, 25% de l'énergie finale (40 millions de  $\text{teq}$  pétrole) est dépensée pour le chauffage résidentiel et tertiaire. Baisser le chauffage diminuerait donc beaucoup cette dépense. Le baisser d' $1^\circ\text{C}$  peut la diminuer de 7 à 10 %<sup>1</sup>.

Lutter contre la dépense en énergie dans le bâtiment est un devoir de l'architecte vis-à-vis des usagers, mais aussi de la planète. Dans une ville comme Villepinte (37 000 habitants), un quart de la population se trouve dans une situation de précarité énergétique. La plupart des bâtiments dans lesquels vivent ces personnes sont des passoires énergétiques<sup>2</sup>.

Les systèmes constructifs alliant béton de chanvre et enduits à la chaux, intérieur et extérieur, peuvent apporter des solutions :

### Réactions à chaux...



### Bilan carbone

Maison de 100 m<sup>2</sup> en laine et béton de chanvre.  
Stockage : -11 t de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$

En Construction classique  
Emission : +15 t de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ .

Soit -26 t de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  au total. (Sources travaux construire en Chanvre et Interchanvre)



2011, maître d'œuvre et photo Daniel Bayol .  
Bilan carbone= -26.5t de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$   
Thermique=30,5kwh ep/(m2.an)

1. Philippe Bihouix, *l'Âge des low tech*, 2014.
2. Jean-Marc Naumovic, ancien maire-adjoint à l'urbanisme de Villepinte.

BBC RT 2012 ↔ 1 m<sup>2</sup> de mur de 36 cm d'épaisseur donne :

- Résistance thermique **R > 4 m<sup>2</sup>.K/W.**
- Consommation d'énergie grise faible.
- Réduction d'émission de gaz à effet de serre.



Béton dosé à 220 kg/m<sup>3</sup>  
U=0,23 W/m<sup>2</sup>.K  
Consommation d'énergie grise = 5,45 MJ/an  
Stockage CO<sub>2eq</sub> = -48kg/100ans  
(Sources BCB Tradical)

On a donc un système constructif isolant qui présente des avantages thermiques intéressants. De plus, les bâtiments réalisés aujourd'hui avec des murs de 36 cm d'épaisseur ne sont pas seulement BBC mais déjà passifs. En effet, l'inconvénient des outils de mesures d'études et de simulation Th-BCE 2012 de la RT 2012 est qu'ils ne prennent pas en compte toutes les caractéristiques d'un tel système constructif. Le béton de chanvre n'est pas le seul matériau à être confronté à ce problème. La RT 2012 met d'ailleurs à disposition ce qu'ils appellent le Titre V. Seulement, engager une telle procédure est un travail long et coûteux.

L'autre avantage du matériau est sa similarité avec les monomurs (brique). En effet, sans en être un, le fait qu'il combine à la fois les caractéristiques d'un isolant et d'un mur lui confère une certaine inertie thermique. Les murs vont donc être capables de stocker de la chaleur, pour assurer confort d'été comme d'hiver.

#### Le saviez vous ?

1 t de CO<sub>2eq</sub> équivaut à environ 7 000km avec une petite voiture, une maison de 100m<sup>2</sup> en béton de chanvre compense les émissions de 80 000km !

## PERFORMANCES HYGROTHERMIQUES

Lorsque l'on questionne des usagers sur leur notion du confort dans un bâtiment, les trois paramètres qui ressortent sont généralement : l'humidité, la température et le comportement acoustique. Le plus souvent, ils évalueront les qualités hygrothermiques du bâtiment dans lequel ils travaillent ou vivent selon ces critères.

Nous avons vu dans la partie précédente la capacité de régulation thermique du béton de chanvre,

néanmoins, cette capacité ne sera pas efficace si le logement présente un taux d'humidité trop élevé ou trop faible dans l'air. La RT 2012 exige des résultats. Les bâtiments neufs depuis 2012 doivent présenter un taux d'humidité stable qui peut être compris entre 40 et 60%. Néanmoins, pour satisfaire à cette exigence, le système constructif français actuel fait qu'on est obligé d'utiliser des ventilations mécaniques importantes pour renouveler l'air, et ainsi de chauffer d'avantage.

Le système constructif français fréquent est celui alliant enduit intérieur, voile béton, pare-vapeur, isolant, pare-pluie (ou enduit extérieur étanche), lame d'air et bardage.

Avec ce système constructif les bâtiments créés sont presque complètement étanches à l'air.

Avant l'apparition des systèmes constructifs à base de ciment, les ouvrages anciens en pierre de taille et chaux, par exemple, régulaient leur taux d'humidité naturellement. Ils s'aidaient parfois de systèmes de ventilation naturelle, bien placés, pour aérer le bâtiment lors de journées humides.

On sait aujourd'hui, après avoir étudié en détail le comportement de ces matériaux, qu'en leur sein ont lieu des réactions physico-chimiques, leur permettant de s'autogérer. Certains de ces matériaux sont dits à changement de phase.

Le béton de chanvre, de par la capacité de la chènevotte à absorber cinq fois son volume en eau et l'aide de son liant, la chaux, est capable de réguler l'hygrométrie des bâtiments. En effet :

*« Dans l'étude du comportement hygrothermique des matériaux biosourcés, le changement de phase de l'eau contenue au sein de ces matériaux va jouer un rôle intéressant. En effet, quand ce changement de phase se produit, il y a alors absorption ou dégagement d'énergie dans le matériau biosourcé.*

*L'énergie ainsi dégagée par le changement de phase de l'eau est alors jusqu'à 10 fois supérieure à l'énergie dégagée au sein d'un*

### Le saviez-vous ?

Un mur de 36 cm enduit à la chaux possède un déphasage thermique d'une douzaine d'heures.

Système constructif	Ep (cm)	Rth (m <sup>2</sup> . K/W)
<b>Béton de chanvre non enduit</b>	36	R>4
Brique monomur	37,5	3,1
Mur conventionnel	32	4
Mur en paille non enduit	45	6
Panneau préfabriqué bois CLT	40	3,1

Résistances thermiques données à titre indicatif. Ces valeurs peuvent varier selon les produits mis en œuvre.

*matériau à changement de phase (en effet l'énergie nécessaire pour le changement de phase de l'eau est relativement élevée, elle est égale à 2257 kJ/kg).<sup>1</sup>»*

Selon cette étude, lorsque le matériau est soumis à des transferts d'humidité, il se produit des réactions d'évaporation ou de condensation qui engendrent absorption ou dégagement de chaleur.

D'autres études ont montré que durant plusieurs mois consécutifs, le taux d'humidité dans les bâtiments ne varie pas ou peu, et ce, sans ajout d'une ventilation mécanique.

Enfin, l'humidité ne sera pas un problème non plus vis-à-vis d'un éventuel pourrissement du béton de chanvre. Grâce à sa perméabilité, le béton de chanvre pourra stocker cette humidité s'il y en a trop, et la restituer ultérieurement selon les conditions environnantes. C'est le phénomène dit de tampon hydrique, que l'on retrouve aussi avec d'autres types d'enveloppes (cf module 3 pour plus de détails).

Le problème de tous ces résultats est qu'il n'est toujours pas possible de les mettre en valeur dans la RT 2012. Le titre V, mentionné plus haut, spécifie bien la possibilité d'ajouter ce type d'avantage au logiciel de calcul, cependant, pour des filières comme la filière chanvre, lin, bois, paille et les autres filières biosourcé, l'investissement financier est trop lourd. L'association Construire en Chanvre travaille en ce moment sur la planification d'un programme de financement pour un titre V avant 2020. Le but étant, pour les architectes utilisant du béton de chanvre dans leurs projets, de pouvoir mettre en valeur ces caractéristiques.



Bureaux du Lime  
Technology (UK)  
illustrant une étude  
hygrothermique, source  
Construire en Chanvre.

1. État des lieux  
des connaissances actuelles  
sur le fonctionnement  
hygrothermique  
des matériaux biosourcés.  
Constructions&Bioressources.  
2012.



Pôle socioculturel du quartier de Gour de l'Arche, Périgueux.  
Cabinet d'architecture : Dauphins.

Établissement recevant du public réalisé en bois et béton de chanvre.  
Il s'agit d'un chantier de restructuration et d'extension.  
Le béton de chanvre a été projeté sur ossature bois et sur support maçonnerie existant.

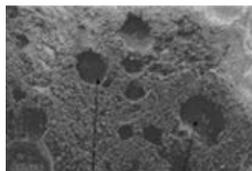
**Pôle socioculturel du quartier de Gour de l'Arche, Périgueux.**

Dans ce projet, l'ossature bois est visible en intérieur. En plus de remplir une fonction esthétique, les pans de bois apparents rendent facile l'accroche d'objets sur les murs (éléments de mobiliers...).



## PERFORMANCES ACOUSTIQUES

L'acoustique dans un bâtiment, notamment lorsqu'il s'agit de logements collectifs, va être très appréciée par les usagers. Le béton de chanvre est considéré comme un bon isolant acoustique car il est capable d'absorber les sons et de les affaiblir. Ceci est dû à sa porosité et à la composition de la chènevotte. La chènevotte du béton de chanvre est une particule qui présente un indice de vide élevé et une anisotropie. Le passage d'une onde acoustique va mettre en vibration les molécules d'air qui vont venir se frotter et déformer les parois des pores présents dans la chènevotte, et ainsi convertir leur énergie acoustique en énergie thermique. Cette porosité offre donc au béton de chanvre un bon comportement acoustique sans altérer son étanchéité à l'air.



Structure poreuse du chanvre  
Crédit photos H-A Ségalen.

Quelques valeurs (bande d'octave à 500Hz) :

- Un complexe parpaing creux béton de 20cm+8cm laine minérale + 1cm de plâtre aura un affaiblissement acoustique de 59dB (bruit rose).
- Un mur de béton de chanvre de 30 cm aura un affaiblissement de **59dB** et un coefficient d'absorption  $\alpha < 0.8$  (pic entre 400 et 500Hz).

## RÉACTION AU FEU

La réaction au feu du matériau est une des premières questions qui est posée lorsqu'une personne s'intéresse au béton de chanvre. Pour un mur de 30 cm, enduit de part et d'autre à la chaux, des tests au feu ont été réalisés par des entreprises, des universités partenaires et lors d'une Atex.

La réaction au feu d'un mur fini le classe dans la catégorie française MO, incombustible, au côté de la pierre, brique, ciment, tuiles, béton, verre, laine de roche, etc. Dans la classification européenne EN



Essai au feu réalisé sur un mur de 30 cm en béton de chanvre non enduit, soumis à un brûleur à 500°C pendant 2heures. Vidéo disponible sur [construire-en-chanvre.fr](http://construire-en-chanvre.fr)

13501-1, il rentre dans la catégorie A2 S1 d0.

- **A2** = produits peu ou très peu combustibles
- **S1** = production de fumée très limitée
- **d0** = pas de production de goutte ou de débris enflammés

Dans ce test de mise au feu du béton de chanvre pendant une durée de 24 heures, effectué dans le Centre de recherche et de développement Arago, on a pu constater que le feu ne se propage que très lentement dans le béton de chanvre. De plus, le feu n'engendre pas de chute de débris enflammés, et les fumées occasionnées sont faibles.

Une Atex réalisée par le CSTB sur bloc de chanvre, a montré que le béton de chanvre enduit était classé E 90 (résistance au feu 90 min) et EI 90 (résistance et isolation au feu 90 min)<sup>1</sup>.

## RÉSISTANCE AUX ATTAQUES DIVERSES, ASPECT SANITAIRE

Le chanvre, contrairement à la paille par exemple, est très peu, voire pas du tout sujet aux attaques par les insectes car il ne contient pas d'albumine et possède un fort pourcentage en silice.

La densité des enduits et la chaux qu'ils contiennent vont assurer au mur fini un caractère biocide et bactéricide.

Pour ces raisons, il est écrit dans les règles professionnelles de la construction qu'il faut toujours enduire ou recouvrir les faces extérieures d'un mur.

Il est sûr que le mur, une fois fini, ne contient pas de composé organo-volatils. Car tous les éléments entrant dans sa conception n'en contiennent pas, ou à un niveau en dessous des normes. C'est dans les moisissures, en cas de mauvaise mise en oeuvre, qu'il faudra pousser les recherches, pour confirmer la qualité sanitaire du béton de chanvre.

### CQFR

UN MUR ENDUIT EST :  
MO catégorie Française.  
A2 S1 d0 classification EU.  
Voir vidéo de test au feu  
disponible sur  
[www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr)

1. État des lieux  
des connaissances actuelles  
sur le fonctionnement  
hygrothermique  
des matériaux biosourcés.  
Constructions&Bioressources  
2012.

## STABILITÉ SISMIQUE

À propos de la résistance aux sollicitations horizontales engendrées par une secousse sismique, l'expérience a montré que le béton de chanvre conforte l'ossature bois qu'il renferme. En effet :

*D'un point de vue mécanique, le matériau montre une grande souplesse lui permettant de s'adapter à des sollicitations (variations dimensionnelles, tassements localisés, vibration...) sans rupture fragile, sans fissure macroscopique<sup>1</sup>.*

- Module d'élasticité d'un béton de chanvre, réalisé à T=20°C et HR=50 %, à 60 jours est compris entre 2,5 et 163 MPa, pour une résistance à la compression entre 0,06 et 1,2 MPa<sup>1</sup>.

## UNE ARCHITECTURE LÉGÈRE À METTRE EN VALEUR

La faible densité du béton de chanvre permet la mise en place d'architecture légère. Les bétons utilisés pour réaliser des murs ont une masse volumique apparente d'environ 400 kg/m<sup>3</sup>. La masse volumique d'un béton armé se situant autour des 2,2 t/m<sup>3</sup>. Cette faible densité permet une mise en place plus facile qu'un béton traditionnel, lors de projets d'extensions et de surélévations par exemple. Il permet d'optimiser les fondations en allégeant considérablement le poids propre du bâtiment.

### Information

Une étude menée par le laboratoire de recherche du lycée Arago a montré que cette caractéristique de contreventement permettrait de se passer de certains éléments structurels comme les croix de saint André.



Surélévation d'un pavillon de banlieue.  
Cabinet : Naumovic JM.

1. Synthèse des connaissances sur les bétons et mortiers de chanvre.  
CenC, FRD, Lhoist.2008

### III IDENTIFICATION DES ENJEUX DE CONCEPTION EN BÉTON DE CHANVRE

#### ENJEUX TECHNIQUES DE CONCEPTION MISE EN GARDE SUR L'HYGROSCOPIE DU SYSTÈME CONSTRUCTIF

##### ■ Détails de conception et mise en œuvre.

Un des principaux atouts du béton de chanvre réside dans son hygroscopie, sa capacité à pouvoir gérer l'humidité intérieure et extérieure. Cette caractéristique nécessite néanmoins une attention particulière lors de la mise en œuvre du mortier chaux-chanvre. Dans le cas contraire, l'hygroscopie du matériau pourra occasionner des désordres. Nous allons ébaucher quelques exemples de mise en garde :

##### Conditions climatiques :

La mise en œuvre du béton de chanvre doit être faite en adéquation avec la zone dans laquelle se situe l'ouvrage. Selon la région et l'époque de l'année, les différences de conditions climatiques affectent directement les techniques de mise en œuvre. Prenons l'exemple de régions situées sur le littoral français et/ou exposées à de forts vents, comme la Bretagne et la Vendée.

L'exemple qui suit se situe dans le Morbihan. Il s'agit d'une maison passive conçue en mur de 36 cm de béton de chanvre pour l'enveloppe, 15 cm de béton de chanvre pour la prédalle et 30 cm en toiture et en brique de terre crue pour la conception d'un mur de masse au centre du projet.

Cette maison individuelle de 136 m<sup>2</sup>, surface hors œuvre nette, est l'œuvre de l'architecte Christine Montfort, spécialisée en éco conception mais aussi agricultrice bio et sylvicultrice. Selon elle, si la maison



Maison saine et passive,  
architecte et photo :  
Christine Montfort.

présente des performances thermiques, sanitaires et environnementales indéniables, sa construction nécessita une attention particulière.

L'ossature bois est réalisée en pin douglas de Bretagne. Un coffrage perdu en roseaux sert en toiture au maintien du béton de chanvre, et des panneaux de liège ont été utilisés pour assurer l'isolation du soubassement.

Un premier point à surveiller est celui de la teneur en humidité du bois. En effet, parce que le béton de chanvre peut se comporter comme une éponge, il faut veiller à ce qu'il soit projeté sur des matériaux déjà secs. Hors, dans ce cas-là, le bois ne l'était pas encore tout à fait. Ceci a eu pour première conséquence de prolonger le temps de séchage global de la maison de plusieurs mois. En effet, il a fallu attendre que le béton de chanvre absorbe l'humidité présente dans l'ossature bois et l'évacue ensuite.



Le second problème est celui du temps de séchage de l'enveloppe, indépendamment de la structure en bois. En effet, la maison se situe à deux kilomètres de l'océan et pendant la période des travaux, de forts vents de mer ont frappé les façades ouest et sud de la maison. Additionnés à des pluies battantes, ces vents salés ont eu pour conséquence d'augmenter le taux d'humidité dans les façades exposées. Or, il est impératif d'attendre le séchage du béton de chanvre avant de l'enduire. Dans le cas contraire des microfissurations voir des fissurations peuvent apparaître selon le type d'enduit mis en œuvre, par tension et séchage des bois d'oeuvre.



Maison Saine et passive,  
architecte et photo :  
Christine Montfort.

L'architecte précise qu'elle avait conscience des précautions à mettre en œuvre, c'est pourquoi l'entreprise a placé les planches de coffrages sur les faces extérieures pour les façades sujettes aux fortes

---

intempéries. Ainsi la projection du béton de chanvre s'est faite depuis l'intérieur, au sec.

Finalement, le chanvre avec le temps a su gérer cette humidité, jusqu'à l'évacuer. Aujourd'hui le client laisse un avis plus que favorable sur son bâtiment :

*À température égale, avec notre maison actuelle, nous avons ici une réelle sensation de chaleur. L'humidité partout ailleurs perceptible disparaît dans cette maison. Nous apprécions particulièrement cet air sec et avons de ce fait moins besoin de chauffer. Nous allumons le poêle pour le plaisir de voir une flambée et surtout de cuisiner. Bien conçue, la maison est en permanence inondée de lumière, et bien que petite, nous circulons avec aisance d'un espace à l'autre sans jamais nous gêner mutuellement! ...*



**Maison saine et passive.**  
Architecte : Christine Montfort.

**Maison saine et passive.**  
Architecte : Christine Montfort.



Le second exemple se situe en Vendée, il s'agit d'une longère dans une commune à 1.5 km du littoral. Dans ce cas-là, les murs de 30 cm d'épaisseur en béton de chanvre ont été coulés durant l'été et ont bénéficié d'un temps de séchage de 30 jours de soleil. Pendant cette période, en attendant de pouvoir enduire les façades, le constructeur s'est occupé des autres lots de second œuvre.



Longère Vendéenne,  
Bâtiment-Vert.

Le problème a eu lieu lors de la mise en place des enduits extérieurs. De même que pour l'exemple précédent, les façades qui ont posé problème étaient les façades exposées aux vents dominants et donc, en cas de pluie, à des pluies battantes. Dans ce cas-là il s'agissait seulement de la façade ouest et sud.

L'enduit utilisé pour cette réalisation était à base de chaux aérienne, c'est à dire un enduit souple à prise lente.

Le constructeur a posé cet enduit sur la façade sud un matin ensoleillé alors que de fortes pluies se sont abattues pendant la nuit. La conséquence de cela est que l'enduit fut constellé d'impacts de pluie sur sa surface. Heureusement ce n'était que le gobetis. Le gobetis a été repris.

Sur la façade ouest pour des questions de meilleure étanchéité, une chaux plus hydraulique a été utilisée. Celle-ci a donné lieu à des micro-fissurations....

**Le maître d'œuvre et l'entreprise doivent donc avoir une connaissance particulière des conditions de mise en œuvre des enduits. Dans ce qui suit nous verrons quel type de chaux doit être utilisé et dans quelles conditions?**

## Types d'enduits à la chaux

Nous l'avons évoqué précédemment, il existe deux types principaux de chaux :

- Chaux aérienne (qui durcit avec le CO<sub>2</sub>)
- Chaux hydraulique (qui durcit avec présence d'eau)

La chaux aérienne est une chaux qui va présenter des caractéristiques plus souple que l'hydraulique. Sa prise se fait par absorption du dioxyde de carbone contenu dans l'air, et sa prise est lente, environ deux jours, ce qui permet de la reprendre au besoin. Elle s'adapte mieux aux petits mouvements du bâtiment (retrait...). Une chaux aérienne sera plus chère qu'une chaux hydraulique.

La chaux hydraulique fera prise plus rapidement, en moins de 24 heures. Néanmoins, le béton de chanvre peut être considéré comme un support semi-tendre. Une chaux trop hydraulique, NHL 5 ou plus, pourra s'avérer trop dure. C'est pour cette raison que les fabricants de chaux formulent généralement leur produit.

En effet, en extérieur comme en intérieur, on peut trouver des exemples de microfissurations sur les enduits. Systématiquement, ces microfissurations ont eu lieu soit sur des façades exposées à certaines conditions climatiques (température trop forte ou trop faible, soleil, pluie...), soit par chauffage du chantier trop rapide.

La microfissure montrée à droite est apparue trois mois après la pose de l'enduit, dans une pièce humide. Même si ce genre de désordre arrive peu souvent, il est intéressant de comprendre comment se forment ces microfissures. Dans ce cas-là, elle est sans doute due aux caractéristiques de la chaux utilisée. Cette chaux a été soit trop dosée en granulats, soit posée sur un béton de chanvre ayant un enrobage sur poteau insuffisant.

Ce qui a conduit à la microfissuration.



Microfissuration d'un enduit.

Voici un autre exemple de fissuration cette fois à l'extérieur, visible sur un enduit hygrothermique chaux-chaivre extérieur de 30 mm :

Lors d'un chantier participatif au cours de l'été 2013, une pose d'un enduit hygrothermique fut réalisée sur la surélévation d'un pavillon en banlieue de Paris. Trois jours après la pose de l'enduit, une microfissure est apparue.

L'opération a eu lieu sur la façade nord du bâtiment, en plein été, lors d'une journée chaude pendant laquelle la température a dépassé les 30°C. Le mélange réalisé à l'époque était à base de chaux hydraulique NHL 3,5 sur chanvre. Or, à cause de la température élevée, la chaux a pris trop rapidement et a créé quelques microfissures.

La connaissance des enduits à la chaux, des conditions de mise en oeuvre et de leur composition doit être approfondie afin de trouver le bon compromis dans la formulation.



Surélévation d'un pavillon de banlieue parisienne. Fissure d'un enduit.



Surélévation d'un pavillon de banlieue parisienne, façade est.  
Architecte : J-M Naumovic.

---

Néanmoins, les fabricants de chaux cherchent à formuler pour équilibrer souplesse et conditions de séchage.

Comme pour tout système constructif, on se rend compte de l'importance d'une bonne prescription des enduits pour les constructeurs souhaitant utiliser ce matériau, et surtout de ne pas poser d'enduit ciment, beaucoup trop dur et étanche qui enfermerait l'humidité.

Une autre mise en garde sur le caractère hygroscopique du béton de chanvre est la gestion de la hauteur de garde au sol des ouvrages.

### Les pieds de murs

Quel que soit le type d'ouvrage, la gestion des pieds de murs est importante dans le cas d'une enveloppe faite en béton de chanvre. En effet, deux problèmes peuvent apparaître :

- **Une remontée de l'eau** par capillarité depuis le terrain naturel vers le mur.
- **Une descente de l'eau** de pluie le long de la façade jusqu'en pied de mur.

Dans les deux cas le problème sera le même : une accumulation d'eau en partie basse du mur qui engendrera dans le temps un éclatement des enduits, qui ne sont pas conçus pour gérer autant d'humidité d'un coup, contrairement à la chènevotte.

Ce problème a eu lieu dans le cas de la longère vendéenne.

Les opérations de terrassement autour de l'ouvrage n'ayant pas été réalisées, le mur se trouvait en contact direct avec le terrain naturel.

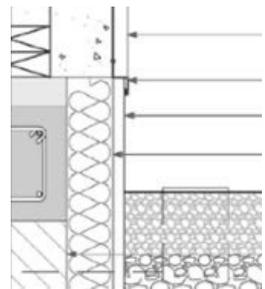


Détail d'un soubassement.

À l'inverse de l'enduit extérieur, les enduits intérieurs étaient en place. Sans aller jusqu'à leur éclatement, les enduits intérieurs ont subi une humidification en partie basse et ont été fragilisés.

Sur ce point là encore, si ces incidents se produisent dans la pratique, c'est qu'il y a un manque de renseignements sur le sujet.

Le carnet de détail fourni dans les règles professionnelles laisse comprendre qu'il faut une garde au sol minimum, sans préciser de dimensions. Il préconise également la présence d'une bavette inox faisant la jonction entre la fin de l'enduit extérieur et l'enduit appliqué sur l'isolant imputrescible du soubassement. Dans la pratique, la garde au sol doit être au minimum de 20 cm par rapport au niveau du terrain naturel après travaux. De plus il est recommandé d'avoir un débord de toiture suffisant pour empêcher au maximum le ruissellement sur les murs.



Carnet de détail : garde au sol.

Toujours lié à l'hygroscopie, un autre point très important est la pénétration de l'humidité dans le mur suite à un percement. Une question qui est souvent posée aux professionnels de la construction chanvre est : comment puis-je fixer mes volets ? Sachant qu'une fois l'enduit traversé, le béton de chanvre n'est pas capable dans le temps de porter des charges aussi lourdes que des volets qui subissent des tempêtes.

### Pénétration d'humidité dans les murs

Nous l'avons vu dans le paragraphe qui précède, une pluie forte s'abattant sur une façade exposée au vent cherchera à s'infiltrer par le moindre trou qu'elle

rencontrera sur la façade. Le béton de chanvre agissant comme une éponge, il absorbera cette humidité.

Pour tout ce qui concerne les fixations extérieures comme les volets, l'éclairage, les stores, les auvents, etc. des dispositions constructives doivent être prises par l'architecte, dès la phase de conception :

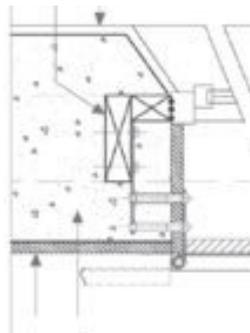
Pour les volets par exemple, une fixation des gonds par scellement chimique, dans le béton de chanvre, n'est pas la solution la mieux adaptée. En effet, les matériaux biosourcés fonctionnent avec des matériaux sains et non étanches.

Et en effet, en général, les architectes trouvent d'autres solutions constructives pour répondre à ces contraintes.

Dans le cas d'un immeuble de logements collectifs, rue Bourgon dans le XIII<sup>e</sup> arrondissement de Paris, le cabinet d'architecture Atelier-D a trouvé une réponse en réalisant toute l'ossature secondaire de son immeuble en bois. Des précadres en bois en façade servent alors de support de fixation pour les éléments extérieurs.

En extérieur c'est la solution la plus adoptée par les architectes. En intérieur les problèmes sont moindres. Dans ce projet de logements collectifs, les usagers peuvent accrocher leurs cadres, étagères ou autres, directement sur les murs moyennant quelques précautions. Les murs intérieurs étant réalisés en plaques de gypse renforcées, on peut y fixer des objets à l'aide de chevilles spéciales ou de clous si les charges à supporter sont faibles.

Dans le cas de murs périphériques enduits, on retrouve le problème. En effet, pour fixer un objet, les usagers devront utiliser des chevilles spécifiques selon le poids de l'objet à fixer. Une préconisation aux utilisateurs du bâtiment est donc nécessaire avant leur aménagement.



Carnet de détail : fixations  
(voir règles professionnelles).



[www.atelier-d.fr](http://www.atelier-d.fr)

---

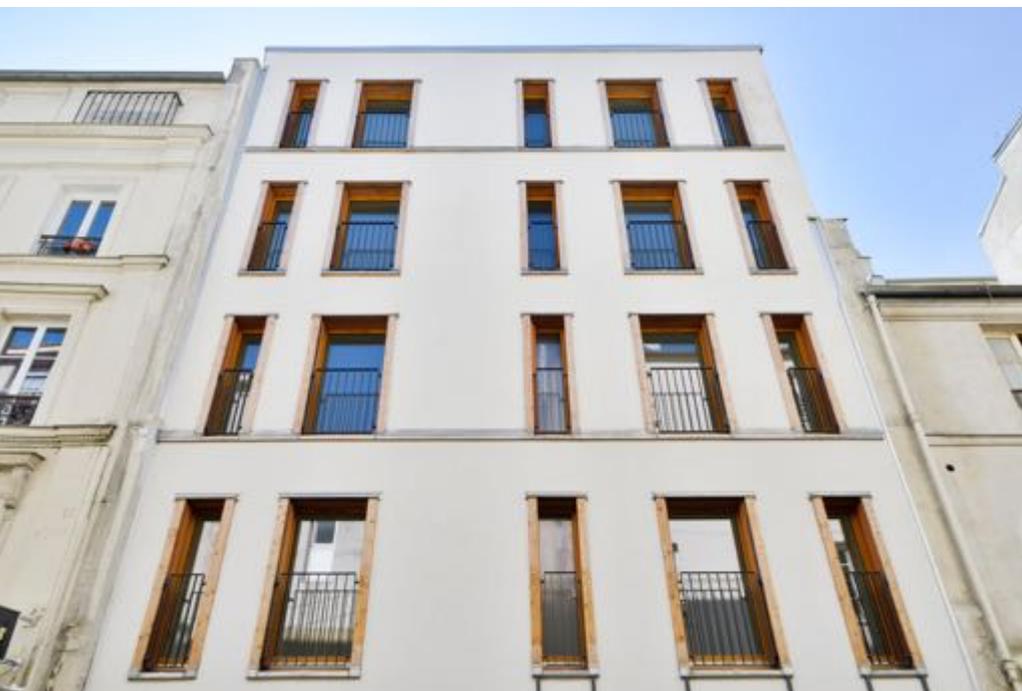
Cependant ce genre de complications existe aussi dans des bâtiments alliant voile béton et isolation par l'extérieur ou l'intérieur. De la même manière, en dehors des cloisons, si l'usager souhaite fixer des objets sur un des murs périphériques, un simple marteau et un clou ne suffiront pas. Celui-ci devra se munir d'une perceuse électrique, de préférence à percussion, et d'une mèche à béton.

Chaque système constructif possède des contraintes qui lui sont propres.

Sur un autre exemple d'immeuble de logements collectifs dont l'enveloppe est en béton de chanvre, on retrouve les mêmes solutions de mise en œuvre pour les deux façades du projet : on remarque la présence des menuiseries bois sur cours comme sur rue. Nous verrons ce projet plus en détail par la suite. Lors de la phase conception, l'architecte doit avoir une réflexion très poussée sur ces différents sujets. Nous l'avons vu dans un exemple plus haut, il ne peut pas se reposer seulement sur les savoir-faire des entreprises et des bureaux d'études qui bien souvent ne maîtrisent pas tous les paramètres du béton de chanvre. L'architecte doit maîtriser ce système constructif s'il veut obtenir un projet complet et abouti.



NXNW architecte et LM  
ingénieur  
[www.nxnw.fr](http://www.nxnw.fr)  
Crédit photo Franck Renoir.



37 rue Myrha, Paris, XVIII<sup>e</sup> arrondissement.  
Architecte : NXNW avec LM Ingénieur (Laurent Mouily).  
Crédit photo : Franck Renoir.

L'ossature secondaire en bois sert de support au béton de chanvre. Les cadres de fenêtres, apparents en extérieur, en plus d'une fonction esthétique, remplissent une fonction de support pour les garde-corps et les volets.

---

## — Un temps de séchage plus ou moins long selon la mise en œuvre.

Le temps de séchage est un élément supplémentaire qui influe directement sur la phase chantier. La période de séchage va conditionner complètement le planning des travaux.

Il est évident qu'un chantier utilisant du béton de chanvre possédera un ordre des travaux différent d'un chantier plus classique. La plupart du temps, le gros œuvre travaillera en même temps que le second œuvre pour optimiser le temps des travaux. Pendant que l'enveloppe séchera, les entreprises commenceront à travailler sur d'autres lots comme la plomberie, le cloisonnement, les réseaux, etc.

Nous avons évoqué différents points qui sont susceptibles de rallonger le temps de séchage d'un ouvrage en béton de chanvre. Néanmoins, dans la majorité des cas, si toutes les précautions sont prises, **un mur de béton de chanvre projeté aura une période de séchage comprise entre 3 à 6 semaines selon des conditions météorologiques normales.**

Un mur coulé, lui, aura un temps de séchage plus long, d'environ 60 jours, dû à la teneur en eau plus élevée dans le mélange.

Le temps de séchage et son impact direct sur la rentabilité des chantiers est souvent pointé du doigt. Cependant, cette durée est très relative, car le planning doit le prendre en compte et s'y adapter.

Finalement, pour une maison individuelle, il faut compter une dizaine de mois entre l'ouverture du chantier et la réception des travaux. Pour les logements collectifs de la rue Bourgon, à peu près 18 mois ont été nécessaires entre l'ouverture des travaux et la fin.

## ENJEUX CULTURELS ET SOCIÉTAUX

### MÉFIANCE DES PROFESSIONNELS DU BÂTIMENT FACE AU MATÉRIAU.

Au regard des enjeux techniques énoncés plus haut, on peut comprendre la réticence naturelle des professionnels du bâtiment avec un nouveau matériau biosourcé comme le béton de chanvre. Lorsque le projet est ambitieux et ne concerne plus seulement l'habitat individuel, les règles professionnelles de la construction ne suffisent plus, et les architectes ne sont pas les seuls à être confrontés à ces enjeux.

En effet, depuis janvier 1978, une nouvelle loi, la loi Spineta, modifie le code civil relatif à la responsabilité des constructeurs (garantie décennale) et fait naître les contrôleurs techniques.

D'après l'article R11140 du Code de la construction et de l'habitation :

*Le contrôleur technique exerce son action durant la phase de conception pour un examen critique des dispositions techniques*

*= Appréciation du projet.*

*En phase de réalisation, il s'assure du déroulement des vérifications techniques qui incombent au constructeur<sup>1</sup>.*

Le contrôleur technique, choisi par le maître d'ouvrage, va avoir pour mission l'examen critique des dispositions techniques, et cet examen sera fait selon les connaissances de celui-ci et sur les données existantes relatives au système constructif.

Or, pour des systèmes constructifs appartenant au domaine de l'innovation tel que le béton de chanvre, ces données sont souvent plus difficiles à trouver. Des recherches et développement étant toujours en cours, les données existantes ne peuvent répondre à toutes les interrogations. En général, le contrôleur technique, par sécurité, accordera beaucoup plus d'importance aux DTU ou aux avis techniques type Atex de niveau a ou b

1. Code de la construction et de l'habitation.

---

qu'à des règles professionnelles. On retrouve les conclusions des points précédents sur le manque de données et de retours d'expériences existants sur le comportement des bétons de chanvre.

On peut tout de même noter que c'est au maître d'ouvrage qu'incombe la responsabilité de choisir une équipe de maîtrise d'œuvre et de contrôleurs techniques selon leurs compétences face aux enjeux du projet.

Si ce qui vient d'être énoncé est vrai pour les contrôleurs techniques, il en est de même pour les autres. La même méfiance existe parmi les entreprises, maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, sauf pour ceux qui connaissent bien le produit.

Ces remarques furent énoncées au cours d'un colloque au ministère de l'Écologie sur l'état actuel des mécanismes d'assurance pour les filières biosourcés.

## LE COÛT DE LA CONSTRUCTION CHANVRE

Au début des années 2000, il existait deux types de clients pour la construction en chanvre :

- Des écologistes sensibles aux enjeux environnementaux.
- Des personnes peu soucieuses du coût financier de leur maison.

L'actuel président de La Chanvrière et administrateur de Construire en Chanvre, disait qu'à l'époque : « *c'était plutôt un public baba cool. [...] ça veut dire qu'au départ c'était plutôt des doux rêveurs qui disaient ben oui c'est écolo, c'est alternatif* »...<sup>1</sup>

Aujourd'hui, la clientèle s'est élargie, et bien que les coûts de la construction soient un peu plus élevés que d'autres modes constructifs, les écarts ont diminué. On retrouve aujourd'hui du béton de chanvre dans des logements collectifs, sociaux ou non, dans le secteur tertiaire et dans l'individuel.

1. Le développement du béton de chanvre depuis 1986, Isabelle Ceyte.

On remarque d'après le tableau à droite que les coûts de revient sont plus élevés pour le béton de chanvre que pour le système de murs conventionnels avec ITI.

Néanmoins, comparativement au monmur, brique de 42 cm, qui apporte aussi de l'inertie et du confort hygrothermique, le m<sup>2</sup> de béton de chanvre reste compétitif.

Projet terminé, ce système constructif n'en reste pas moins un peu plus cher que son équivalent aujourd'hui en parpaing et isolant minéral ou synthétique. Les arguments avancés en faveur de ce surcoût sont principalement sur les gains en confort thermique, que le bâtiment apportera à l'utilisateur durant son utilisation. Il reste que l'impact environnemental favorable au béton de chanvre et aux autres méthodes biosourcées deviendra un argument de poids à l'avenir.

Le surcoût du principe constructif du béton de chanvre, pour du logement, en rapport au « bas de gamme » conventionnel, à prestations égales sur les autres lots, est inférieur à 5%.

Selon les architectes, maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage, plus importantes que le coût financier, sont les difficultés de trouver du personnel qualifié pour mettre en œuvre le matériau et de s'approvisionner en matières premières.

Système constructif	€ HT/ m <sup>2</sup>
<b>Béton de chanvre 36cm enduit</b>	<b>200</b>
Mur paille enduit	260
Mur conventionnel ITI	160
Mur conventionnel ITE	220
Mur sandwich bois+18cm de laine+bardage	150
Panneau préfabriqué bois CLT	200

Prix indicatifs donnés par CenC.

## DOMAINE D'APPLICATION DU BÉTON DE CHANVRE, CHAMPS D'INTERVENTION SON INTÉRÊT EN RÉNOVATION

Le nouveau projet de loi sur la transition énergétique mentionne la nécessaire réhabilitation du bâti ancien, par des opérations d'isolation de façades. Cependant pour le bâti ancien constitué de pierre, terre ou bois, ou encore le bâti d'après-guerre en parpaings de mâchefer ou en briques creuse cette réhabilitation doit être prise avec beaucoup de précaution. En effet :

*L'idée qu'une isolation extérieure de tous les bâtiments anciens permettrait de conserver l'inertie des murs (sans mordre sur la surface habitable) a émergé à une époque où la seule pratique était l'isolation intérieure conventionnelle (polystyrène, laine minérale) qui privait en effet l'habitation d'une bonne partie des formidables qualités d'inertie inhérentes aux murs anciens.*

*Or, des études scientifiques et de nombreuses publications ont confirmé les qualités hygrothermiques intrinsèques des murs anciens et démontré les risques des isolations habituelles pour l'état sanitaire et la pérennité des bâtiments (étude Hygroba sur la pierre, la brique, le pisé et le colombage/torchis). Ces études ont montré l'intérêt de supprimer l'effet de paroi froide par une correction thermique intérieure de faible épaisseur : enduits chaux-chanvre, enduits allégés composés de terre et végétaux ou solution traditionnelle de recouvrement par du bois (panneautage ou lambris). Ces solutions corrigent sans supprimer les qualités existantes<sup>1</sup>.*

Dans les cas énoncés ci-dessus, il s'avère que le mélange chaux-chanvre peut constituer une solution aux problèmes de parois froides que l'on rencontre dans le bâti ancien tels que les vieilles bâtisses en pierre, les moulins, les châteaux, ou dans le cadre de réhabilitations opérées sur les maisons à colombages d'Alsace et de Normandie, entre autres. En isolation par l'intérieur, le béton de chanvre apporte une réponse aux problèmes de confort ou de gestion des systèmes de ventilation. Il apporte une régulation hygrothermique supplémentaire.

Nous allons voir deux exemples de rénovations de bâti ancien, réalisées en béton de chanvre : la première sur

1. Maisons Paysannes de France

---

un bâtiment en pierres maçonnées, remplissage en terre et brique, la seconde sur un E.R.P. à colombages au cœur de Troyes.

### Rénovation de la maison diocésaine à Châlons-en-Champagne

Cette rénovation a été supervisée par l'atelier d'architecture Méandre. En plus d'apporter quelques modifications sur le plan initial, les architectes devaient corriger les phénomènes de parois froides rencontrés dans tout le bâtiment.

Plusieurs solutions étaient envisageables, comme par exemple isoler les murs par l'intérieur à l'aide d'un isolant minéral additionné de plaques de plâtre. En cohérence avec ce qui a été dit plus haut, par l'association Maisons paysannes de France, cela aurait été une erreur.

En effet, les murs auraient perdu leur capacité de régulation de l'humidité à l'intérieur du bâtiment. L'atelier Méandre a opté pour le béton de chanvre pour justement ne pas perdre ces qualités intrinsèques aux murs anciens.

Cette rénovation a été terminée en 2004, et avec une consommation de 75 kW/m<sup>2</sup>/an, ce projet a obtenu le Prix Observer 2006.



Maison diocésaine.  
Crédit photo : Luc Doegly.

## Rénovation de la maison du tourisme de Troyes

De la même manière que l'exemple précédent, la rénovation de la maison du tourisme de Troyes en béton de chanvre a permis de conserver, et même d'améliorer, les qualités naturelles que possèdent les maisons à pans de bois.

Dans cet exemple, les murs de béton de chanvre enduits ont une épaisseur de 30 cm, et les pans de bois ont été maintenus visibles à l'extérieur.

Les travaux de rénovation commencés en 2011 se sont terminés en septembre 2014 sous la direction de Claire Perron, architecte à la direction des bâtiments de Troyes.

Le bâtiment a fait l'objet depuis novembre 2012 de travaux d'instrumentation, dont les premiers résultats ont été diffusés en décembre 2014. Ces résultats viennent conforter les simulations hygrothermiques théoriques réalisées avant projet.

D'après Étienne Gourlay, du laboratoire de recherche de Strasbourg : *Les données ont été consolidées, nous avons bien mesuré un amortissement des humidités relatives et des températures dans les murs.*

Fin 2015 aura lieu une nouvelle présentation des résultats énergétiques de l'ouvrage.

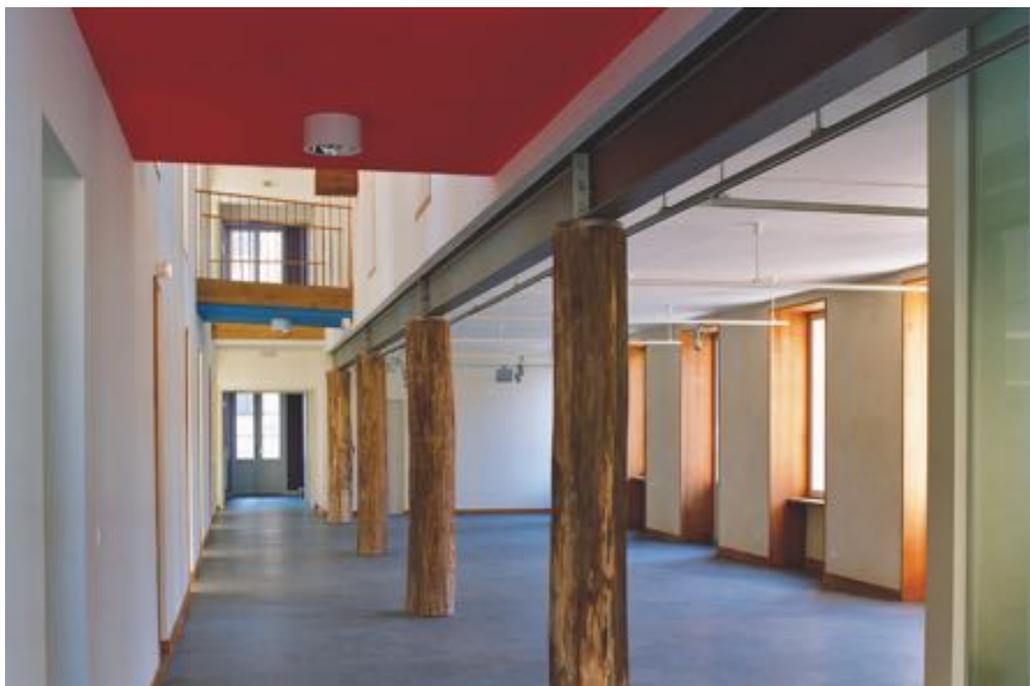


Maison du tourisme de Troyes.  
Crédit photo : Camille Benoit.



**Maison diocésaine.**  
Architecte : Atelier Méandre.  
Crédit photo : Luc Doegly.

**Maison diocésaine.**  
Architecte : Atelier Méandre.  
Crédit photo : Luc Doegly.



---

## EN ISOLATION PAR MURS RAPPORTÉS

En isolation par l'extérieur par murs rapportés, ce matériau peut dans certains cas être plus pertinent qu'un autre matériau isolant, surtout dans le cas de façades composées de matériaux perspirants tels que la brique creuse ou non, la pierre, le parpaing de mâchefer, certains bétons cellulaires, etc.

Dans ces cas-là, si une isolation par l'extérieur est prévue car l'esthétique de la façade ne nécessite pas sa conservation, il serait dommage encore une fois d'isoler avec des matériaux étanches à la migration de l'humidité. Les murs perdraient leur qualité perspirante et la gestion de l'humidité à l'intérieur du bâtiment devrait se faire à l'aide d'un système de ventilation plus développé, cher, et énergivore.

En isolation par l'extérieur, deux techniques existent :

- Celle utilisant des blocs de chanvre ayant des épaisseurs de 15, 20 ou 30 cm (pas encore couvert par les règles professionnelles).
- Celle consistant en la réalisation d'un enduit hygrothermique si la correction thermique nécessaire n'est pas trop importante. Les épaisseurs peuvent être de 3,5 ou 8 cm.

## EXTENSION / SURÉLEVATION DE PAVILLONS

Dans le cas d'extension et de surélévation de logements individuels, l'ossature bois mêlée au béton de chanvre peut aussi s'avérer un choix constructif pertinent. Nous l'avons vu dans la première partie, la densité du béton de chanvre est environ cinq fois plus faible que celle du béton conçu avec du ciment. Cette faible densité permet d'intervenir facilement sur des ouvrages existants, dans le cas notamment de travaux de surélévation. Ces travaux peuvent se faire sans avoir besoin de renforcer la structure de la maison, comme les systèmes de fondations et les éléments porteurs. D'après Jean-Marc Naumovic, actuel président de Construire en Chanvre :

*La banlieue parisienne comporte énormément de petits pavillons, conçus dans les années 60 avec des systèmes d'isolation thermique non performants. Les personnes vivant dans ces logements sont en situation de précarité énergétique. Ils sont pour la plupart petits, mal éclairés et mal ventilés [...]. En plus d'une isolation par l'extérieur, une surélévation offre à ces personnes plus d'espace, un meilleur confort thermique et une diminution de leur facture énergétique.*



Exemple de l'extension d'un pavillon par le cabinet Jean-Marc Naumovic.

## EN OSSATURE MIXTE - DIMINUTION DU POIDS PROPRE.

Un dernier point mis en avant par les architectes sur l'intérêt d'utiliser le béton de chanvre pour l'enveloppe d'un bâtiment plutôt qu'un autre matériau est la diminution de l'emprise des fondations du bâtiment.

De nouveau la faible densité du béton de chanvre permet de construire des ouvrages avec des systèmes de fondations faiblement dimensionnés. On peut donc utiliser des systèmes poteaux/poutres acier ou en béton armé pour l'ossature d'ouvrages en R+5 ou plus, et du béton de chanvre pour leur enveloppe. Dans certains cas, la baisse du poids propre du bâtiment permet d'éviter la mise en place de fondations profondes, et de baisser le coût financier de l'ouvrage.

### Exemple sur une opération de quatre logements sociaux rue Myrha, à Paris. Bâtiment R+5

Dans cet exemple, Richard F.THOMAS, architecte du cabinet d'architecture NXNW et Laurent MOULY, ingénieur, ont utilisé une ossature mixte poteaux/poutres acier pour les éléments principaux, une ossature bois pour l'ossature secondaire et le béton de chanvre sur 27 cm pour l'enveloppe (dosé à 330 kg/m<sup>3</sup>).

*Grâce à l'utilisation du béton de chanvre, nous avons pu faire évoluer les méthodes constructives et sans doute de nombreux projets futurs : affranchissement de fondations profondes, performances thermiques, confort de vie des habitants, utilisation optimale des matériaux, fluidification de la logistique chantier et confort des riverains pendant le chantier<sup>1</sup>.*



Projet rue Myrha de NXNW architecte et LM ingénieur.  
Crédit photo : Fabrice Malzieu.



Projet rue Myrha de NXNW, et LM ingénieur.  
Crédit photo : Franck Renoir.  
Béton de chanvre à 330kg/m<sup>3</sup>.

1. [www.nxnw.fr](http://www.nxnw.fr) Philippe Septier, BCB-Tradical

---

## CONCLUSION

La filière chanvre, comme les autres filières biosourcées, appartient toujours aujourd'hui à un secteur de niche. À un idéal de ce que pourrait être la construction de nos jours, idéal partagé par des personnes engagées en faveur des causes liées à l'environnement.

La construction en chanvre est un ensemble de techniques et de savoir-faire, inventés par des hommes qui ont choisi de croire à des procédés de construction alternatifs. À l'origine, ces personnes étaient toutes des passionnées : agriculteurs, industriels, entrepreneurs, architectes, etc. Ils étaient convaincus des potentialités intrinsèques du matériau.

Ce mode constructif a d'abord séduit les plus sensibles aux causes du développement durable. Par son bilan carbone favorable, sa possibilité de réemploi et son association aux autres matériaux biosourcés tels que le bois, le lin, le liège, etc.

Dans ses prémices, le chanvre pour la construction était utilisé de manière locale. Des chanvriers alimentaient une économie de la construction dans leur région. Le contrôle de la filière était facile et celle-ci fournissait principalement des chantiers d'autoconstruction ou des petits projets.

Aujourd'hui, grâce au développement de la filière, le chanvre en France s'exporte jusqu'en Allemagne ou en Italie, voire plus loin encore. Les marchés sont ouverts et nous l'avons vu, même si en France cela ne représente que 0,1% du marché, le nombre de constructions ne cesse de croître.

Pour que la construction en chanvre puisse être considérée comme un réel procédé constructif et sérieux, au même niveau que les autres, il faut que celle-ci

---

gagne en crédibilité et en légitimité auprès des professionnels du bâtiment, comme du public. Ceci ne peut se faire qu'en passant par des validations auprès des services d'assurances. Par l'obtention d'avis techniques, de tests de résistance au feu, de résistance mécanique, etc. Ceci doit être fait par des organismes professionnels, aptes à donner ce genre d'accréditations techniques.

Les comportements hygrothermiques, face au feu et acoustiques d'une enveloppe en béton de chanvre sont aujourd'hui connus. Les professionnels savent optimiser l'enveloppe, selon les épaisseurs et les types d'enduits. Seulement, les règles professionnelles, les avis techniques ou les travaux de recherches existants sur un matériau nouveau ne sont pas suffisants pour assurer tous types de projets et convaincre tous les professionnels du bâtiment qu'il n'y aura aucun désordre possible.

La seule manière de pouvoir supprimer toutes ces contraintes, est de faire rentrer la construction chanvre dans un maximum de règles ou de certifications. Cet objectif étant un de ceux que s'est fixé l'association Construire en Chanvre.

Pour cela, il faut miser sur deux points essentiels :

- Les retours d'expériences liées au suivi des règles professionnelles de 2012 (présentés et acceptés en 2015 par la C2P).
- L'écriture de premiers CCTP, par lots. Issus pour certains des principes MOBC, Maison bois outil concept.

Les acteurs de la construction qui souhaitent utiliser des matériaux à base de chanvre ont besoin que ces produits rentrent dans un cadre réglementaire et normatif

---

précis. Ce cadre fera exister ce matériau parmi les autres produits de construction.

Nous l'avons développé plus haut, même si le béton de chanvre présente des caractéristiques techniques, environnementales ou encore sanitaires intéressantes, le but n'est pas de chercher à remplacer tous les systèmes constructifs.

Aujourd'hui il n'y a pas un système unique qui puisse répondre à l'acte de construire. Seulement, dans certains cas, l'usage du ciment ou de l'acier, par exemple, pourrait être repensé. On pourrait réfléchir sur la pertinence de leur utilisation selon le projet. En effet, ces matériaux pourraient être réservés aux ouvrages d'arts, aux éléments de fondations, aux ossatures de grandes portées...

---

## GLOSSAIRE

**Biosourcé** : « Les matériaux biosourcés sont, par définition, des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale. » Définition du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

**Hygroscopie** : Capacité du béton de chanvre à absorber l'humidité de l'air par adsorption puis à la restituer par désorption

**Agenda 21** : L'Agenda 21 est un plan d'action pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Adopté par 178 chefs d'État lors du sommet de la Terre, à Rio de Janeiro, en 1992.

**Facteur 4** : Objectif ou engagement écologique qui vise à diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre d'un pays d'ici à 2050

**Calfatage** : Remplir à force avec de l'étoupe les fentes de la coque d'un navire en bois pour la rendre parfaitement étanche ([www.larousse.fr](http://www.larousse.fr)).

**Tête d'assolement** : Tête de rotation des cultures

**COV** : Composé organo volatil

**DTU** : Document technique unifié

**CenC** : Construire en Chanvre

**ADEME** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

**CEREMA** : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

**CRDA** : Centre de recherche et de développement Arago

**INRA** : Institut national de la recherche agronomique

**ACERMI** : Association pour la certification des matériaux isolants

**ATEx** : Appréciation technique d'expérimentation

**DHUP** : Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages

**DRIEA** : Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'île de France

**C2P** : Commission Prévention Produits

**AQC** : Agence Qualité Construction

**CSTB** : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

---

## BIBLIOGRAPHIE

1. SEBTP, CONSTRUIRE EN CHANVRE, RÈGLES PROFESSIONNELLES D'EXÉCUTION, Collection recherche développement métier, 2012.
2. RT 2012 ET RT EXISTANT. RÉGLEMENTATION THERMIQUE ET EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE. Dimitri Molle et Pierre-Manuel Patry. Ed Eyrolles. 2012.
3. MANUEL D'ARCHITECTURE NATURELLE. David Wright. Ed Parenthèses. Réédition 2004.
4. James Wines. 2000. L'ARCHITECTURE VERTE. Ed. Philip Jodidio.
5. L'ARCHITECTURE EN BOTTE DE PAILLE, ENTRE MISE EN PLACE D'UNE FILIÈRE DURABLE ET ENJEUX DE CONCEPTION, 2013. Alexandre Cressey. Mémoire ENSAPLV.
6. L'ÂGE DES LOW TECH, Philippe Bihoux, 2014. Ed Anthropocène.
7. ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LE FONCTIONNEMENT HYGROTHERMIQUE DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS, Constructions et bioressources, 2012. Document technique.
8. DESIGN WITH CLIMATE. VICTOR OLGAY
9. SYNTHÈSE DU RAPPORT DE RECHERCHE TERRACREA, matériaux de constructions biosourcés, ressources agricoles et forestières. Etat des lieux, perspectives et propositions à l'horizon 2030-2050. Laboratoire de Recherche en Architecture de Toulouse et Amis de la Terre France, 2014.

- 
10. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION À BASE DE CHANVRE, DRIEA-IDF, juin 2014.
  11. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES SUR LES BÉTONS ET MORTIERS DE CHANVRE. Yves Hustache et Laurent Arnaud.2008.
  12. LE CHANVRE INDUSTRIEL, PRODUCTION ET UTILISATIONS. Collectif d'écrivains coordonné par Pierre Boulloc. Ed France Agricole. 2006.
  13. ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DU CHANVRE PAR L'ANALYSE DE SON CYCLE DE VIE. INRA ET MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE.2006.
  14. CRADLE TO CRADLE. William McDonough et Michael Braungart.2002.
  15. LE PRINTEMPS SILENCIEUX. Rachel Carson.1962.
  16. MONOGRAPHIES DU CHANVRE. Christine Montfort

