



RAPPORT SUR LA FILIÈRE CHANVRE CONSTRUCTION

CHANVRE



2019

Les atouts du chanvre dans la construction P 3

Le cercle vertueux de la construction en chanvre

Les performances pour le confort d'été sans climatisation P 4

La qualité de l'air P 6

La résistance au feu P 6

Les qualités écologiques P 7

La complémentarité du bois et du chanvre P 8

L'un porteur, l'autre isolant

La légèreté et la souplesse

La capacité à absorber l'eau

Les caractéristiques coupe-feu

Industrialisation du process P 9

La préfabrication en béton de chanvre

Les capacités de production de la filière P 10

Rappel du rapport de Nomadéis

Les produits

Les chiffres clés P 11

En bref P 12

Une ambition partagée

Ce document est conçu et réalisé par **InterChanvre** et **Construire en Chanvre**.

InterChanvre est l'interprofession qui regroupe les producteurs et les industriels de la première transformation. Son objectif consiste à développer tous les marchés du chanvre (construction, alimentation, automobile...) et de faire connaître les atouts écologiques, économiques et éco-responsables de la plante et de la filière.

Construire en Chanvre est une association créée 1998 pour sécuriser la construction en chanvre grâce à quatre leviers : la **création d'ouvrages de référence** (Guides pédagogiques), les **formations** des prescripteurs et artisans, le **label** « granulats chanvre pour le bâtiment » pour garantir la qualité de la matière première et la validation des couples liant/ chènevotte et **l'évolution du cadre réglementaire** (Règles Professionnelles, FDES collective).

Construire en Chanvre regroupe tous les industriels du chanvre, des liants, les professionnels du bâtiment (architectes, laboratoires, artisans, bureaux d'études) avec le soutien de la FFB, AQC, Capeb...

Son organisation nationale se décline en délégations régionales pour développer localement ce mode constructif et référencer les acteurs locaux.

Construire en Chanvre IdF est naturellement très impliqué pour les JO 2024.



LES ATOUTS DU CHANVRE

Les principaux atouts du chanvre dans la construction sont :

- ses performances en terme de confort d'été (changement de phase, hygrothermie, inertie)
- sa résistance au feu et sa légèreté
- ses qualités environnementales et 100% Made in France

Le chanvre construction : un cercle vertueux et un savoir faire unique au monde

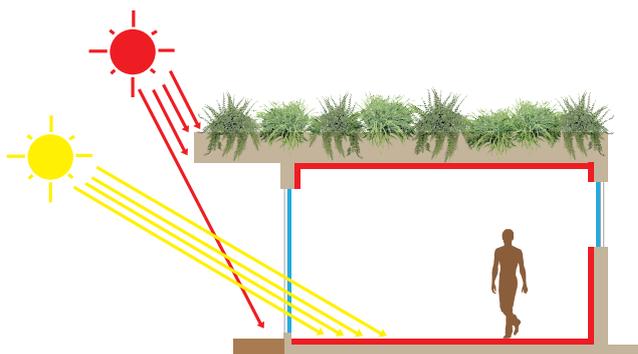
Le meilleur de l'éco-construction



Les performances en terme de confort d'été

Le confort d'été dans les bâtiments devient un aspect incontournable dont la prise en compte doit se faire dès la conception d'un ouvrage. Il impacte en effet directement la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments. A cela s'ajoute la prise en compte des dépenses énergétiques fortes dues à l'usage des centrales de climatisation mécanique, dont les rejets d'air chaud en extérieur participent grandement aux îlots de chaleur dans les métropoles.

Divers paramètres influencent le comportement d'un bâtiment en été : température de l'air, ventilation, masque solaire, végétation à l'extérieur et à l'intérieur de l'ouvrage, nature de l'activité (sportive, tertiaire, logement...). Néanmoins, un aspect prépondérant ressort des retours d'expériences, suite à la mise en place de la RT 2012 et des bâtiments basse consommation : le manque d'inertie des ouvrages. Souvent focalisé sur la seule isolation et l'étanchéité à l'air, on en vient à oublier qu'avec le réchauffement climatique, un des grands enjeux est la garantie d'une qualité de vie l'été dans nos bâtiments.



Protection solaire en été et stockage thermique sur finitions en hiver

Changement de phase

Le béton de chanvre possède la caractéristique **unique d'agir comme un climatiseur naturel** toute l'année, amortissant les variations thermiques et hygrométriques des bâtiments. Les parois vont chauffer l'hiver et rafraîchir l'été grâce aux chaleurs latentes de changements d'états de la vapeur d'eau dans le mur.

L'hygroscopicité du matériau lui confère cette propriété d'adsorber de l'humidité dans son réseau de pores et de la stocker sous deux états : eau vapeur et eau condensée capillaire. Ce phénomène extrêmement important est **d'autant plus exceptionnel qu'il se produit grâce à l'alliance entre la chènevotte et le liant**. Valeur MBV moyenne 2 g/m^2 . RH (source Thèse Collet 2013), Sd (m) du béton de chanvre : 1.95 (source CETE Est).

Ambiance thermique

Dans les bâtiments en béton de chanvre qui ont fait l'objet d'un suivi avec retour d'expérience, il a été constaté que les températures de confort en été comme en hiver sont toujours respectées et **conformes au plus haut niveau d'exigence mentionné dans la norme NF EN 15251 de 2007**.

En plus du confort thermique, on notera aussi l'intérêt financier avec l'économie de chauffage. En effet, les températures de confort dans des bâtiments en béton de chanvre sont plus faibles que pour d'autres matériaux.

Inertie et confort

Souvent délaissée au profit de l'isolation, l'inertie des matériaux constituant les parois d'un bâtiment est indispensable à un bon confort d'été. Avec la ventilation naturelle ou assistée, l'inertie thermique d'un matériau permet à la paroi de faire face aux variations de températures qu'elle subit.

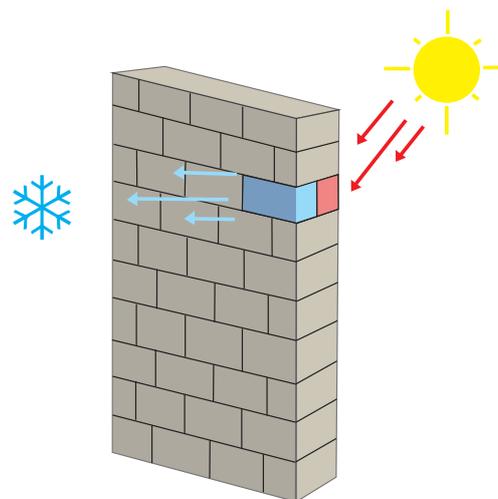
Matériau	Masse volumique	Chaleur spécifique	Conductivité thermique	Diffusivité thermique	Effusivité thermique
	$\text{kg}\cdot\text{m}^3$	$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	$10^{-7}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$	$\text{J}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{s}^{-1/2}$
Béton de chanvre (Collet, 2004)	413	1000	0,1057	2,6	206,9
Béton de chanvre (Evrard, 2008)	440	1530	0,1	1,5	267
Béton cellulaire	600	850	0,14	2,7	267,2
Béton C12/25	2200	850	1,60	8,6	1729,7
Brique extrudée	1630	850	0,60	4,3	911,8

Le nom scientifique de ce phénomène est la **diffusivité**, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle la chaleur se propage dans le matériau.

Or la faible diffusivité thermique du béton de chanvre lui permet d'**amortir la diffusion de chaleur extérieure en été**.

Cette caractéristique le classe parmi les **excellents amortisseurs thermiques**. Ces faibles valeurs en comparaison du béton armé par exemple, lui permettent de **ralentir grandement la vitesse de propagation d'une onde thermique extérieure**.

Moyenne de $19 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, équivalent à la laine de bois (source PassivAct2016 + Thèse Evrard 2008). Amortisseur de la chaleur extérieure en été : déphasage de 10 heures en moyenne.



Inertie thermique

Synthèse confort hygrothermique

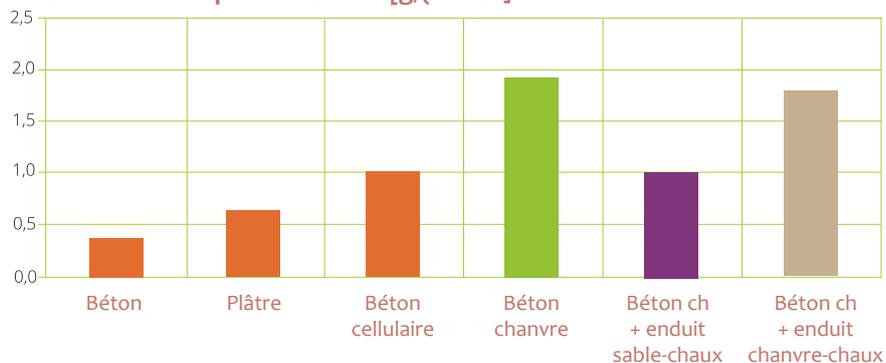
	Zone confort	Zone air sec	Zone pathologie bactéries	Zone pathologie acariens
Béton de chanvre (BC), hiver	98 %	0 %	0 %	0 %
Terre-paille (TP), hiver	91 %	0 %	0 %	0 %
Béton de chanvre (BC), été	84 %	0 %	0 %	0 %
Terre-paille (TP), été	70 %	0 %	0 %	2 %

Le tampon hydrique

Une paroi en béton de chanvre fonctionne comme un ensemble thermodynamique complexe et unique : **un système capable de produire, de stocker et d'échanger des calories** avec son environnement. Il agit ainsi favorablement sur le **confort des usagers en réduisant les besoins de chauffage et de climatisation**, voire même en les supprimant (cf. bâtiment Triballat de 1000 m² bureaux, maison passive Briffaud en Vendée, Maison Atur dans le Var, etc).

«Le béton de chanvre constitue un excellent moyen d'amortir, de manière passive, les variations quotidiennes de température et d'hygrométrie : **il permet ainsi de réduire la demande énergétique, et d'améliorer grandement le confort thermique et hydrique au sein des logements**».

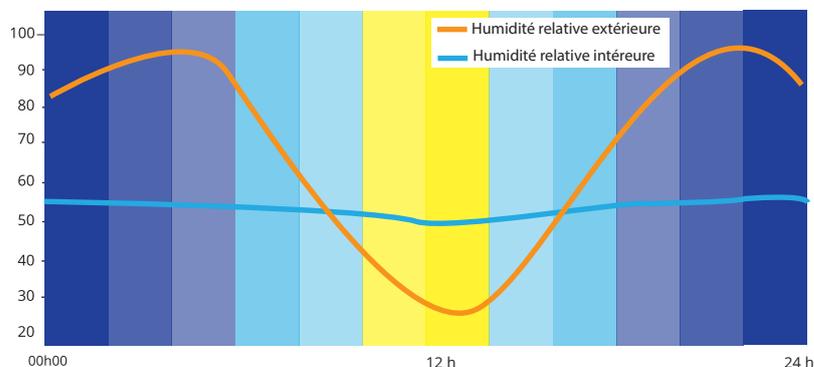
MBV Valeur tampon d'humidité[g/(m².RH)]



Tampon hydrique de différents matériaux - (Collet et al., 2013).

Le béton de chanvre a une hygroscopicité élevée ce qui lui confère une perméabilité à la vapeur d'eau importante et fait de lui **un excellent régulateur hydrique**. (Extraits CETE de l'Est – LRPC de Strasbourg). « C'est en partie grâce à ce pouvoir tampon que les humidités relatives mesurées dans des bâtiments en béton de chanvre sont toujours quasiment constantes et situées entre 40% et 60%.»

Les laboratoires ainsi que les bureaux d'études spécialisés sont maintenant capables de quantifier les courbes de sorption/désorption de la vapeur dans une paroi en béton de chanvre. Ces phénomènes sont directement liés à un paramètre appelé Tampon hydrique.



Phénomène d'inertie hygrique observé dans des bâtiments en béton de chanvre : moins de fluctuation et donc moins d'usure des systèmes de chauffage.

La qualité de l'air

«Le béton de chanvre contribue à limiter les problèmes de condensation et de moisissures sur les parois, nuisibles au confort sanitaire des ambiances» grâce à ses capacités d'absorption de l'humidité (Samri - CEREMA 2008).

COV

Éligible au label bâtiment biosourcé, le béton de chanvre possède un étiquetage sanitaire conforme au décret du label : le mélange liant/chanvre ne contient pas de composés organiques volatils au sens de la famille des normes ISO-16000 (pour plus d'infos sur les COV nous vous conseillons de vous adresser directement aux fabricants de liants et de chènevotte).

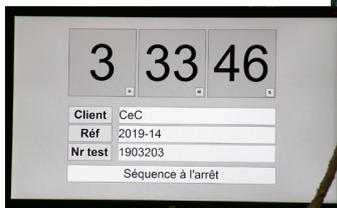
Pesticides

La culture du chanvre ne nécessitant aucun traitement fongicide, insecticide ou herbicide, il n'y a aucun risque de restitution chimique des murs.

La résistance au feu

Dans le cadre d'un programme d'évaluation de la résistance au feu des murs à ossature bois avec remplissage béton de chanvre mené au CERIB, des essais de pré-sélection ont été réalisés sur 12 maquettes de 1,3 m de haut, 60 cm de large et 30 cm d'épaisseur, les 14 et 20 mars 2019. Ils seront confirmés par un essai « grandeur réelle » en juillet 2019 et un essai d'embrasement généralisé de façade (LEPIR2) en septembre 2019. Les premières observations permettent de montrer que dans tous les cas (quelle que soit la formule de béton, sa mise en œuvre, avec ou sans finition intérieure ou extérieure)

la température en face non exposée au feu ne dépasse pas 90 °C après 3 h30, alors qu'à l'intérieur du four règne une température supérieure à 1100 °C.



L'écran du compteur temps



Mur en fin d'essai du 20 mars



LES QUALITÉS ÉCOLOGIQUES

Les qualités environnementales de la construction en chanvre

Culture sans pesticides

La culture du chanvre n'a besoin ni de fongicide, ni d'insecticide, ni d'herbicide car cette plante pousse à plus de 2,5 m de haut en 60 jours, ce qui étouffe les mauvaises herbes. Culture rustique, elle est peu touchée par les maladies. Les prédateurs des ravageurs des cultures, apprécient son couvert haut et dense. C'est également une culture sans OGM.

La production de cette **culture annuelle** (d'avril à septembre) **et donc renouvelable** est sans irrigation, son système racinaire profond va chercher les éléments nutritifs et l'humidité nécessaire à sa croissance. Par ailleurs, c'est un excellent **réservoir de biodiversité**.

1 hectare de chanvre capte autant de CO₂ qu'un hectare de forêt

L'analyse de cycle de vie (ACV) réalisée en 2006 par l'ADEME montre qu'un hectare de chanvre capte 15 tonnes de CO₂, contre 2,2 t par hectare de maïs (source AGPM). Pour une durée de vie référence de 100 ans, un module d'1 m² de béton de chanvre de 35 cm d'épaisseur avec son ossature bois stocke environ 48 kg de CO₂ équivalent. En comparaison, les émissions d'un mur construit selon la méthode conventionnelle (solution parpaing + isolant) sont d'environ 100 kg CO₂/m².

Une filière 100% française

La France est leader européen de la production de chanvre avec plus de la moitié des surfaces. C'est une des rares filière agricoles où les producteurs sont propriétaires des variétés et en partie de l'industrie de la première transformation, via des coopératives ou des groupements de producteurs.

Le défibrage utilise des process mécaniques. Il n'y a pas de traitement chimique, ni en culture, ni dans l'industrie. Détail des capacités de la filière amont à la fin du document.

FDES

Obligatoire depuis le 1 juillet 2017, la vérification des FDES doivent être réalisée par un organisme tiers. Construire en Chanvre dispose depuis 2018 d'une FDES vérifiée et validée disponible sur la base INIES. Cette FDES permet à tout bureau d'étude de prendre en compte les différents indicateurs liés à la fabrication 1 m³ de béton de chanvre dans les calculs E+C-, Bâtiment Bas Carbone et tout autre analyse de cycle de vie. L'indicateur carbone notamment permet d'atteindre les standards les plus hauts de ces labels.

Lien :

<http://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/infos-produit>

ESPACE CONSULTATION

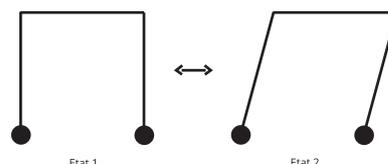
inies Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment				
Accueil > Espace consultation > Produit détaillé				
1m ³ de béton de chanvre pour remplissage et isolation de mur ou cloison (v.1.1)				
Informations générales	Unité fonctionnelle	Indicateurs	Santé	Confort
Nom du produit		1m ³ de béton de chanvre pour remplissage et isolation de mur ou cloison		
Organisme déclarant		Construire en Chanvre 140 rue Chatelet 75012 Paris - France Site internet: www.construire-en-chanvre.fr Contact: Quentin Pichon Tel: 79884894 quentin.pichon@can-ia.fr		
Type de déclaration		Déclaration collective		
Famille de produit		Produit de construction ► Isolation ► Isolation répartie non portuse ► Béton de chanvre		
Nombre de références commerciales couvertes		11		
Références commerciales couvertes et fabricants		AGROCHANVRE, CAVAC, EUROCHANVRE, GATICHANVRE, LA CHANVRIERE, PLANETE CHANVRE, BC9 Tradical, CESA, LAFARGE, SOCLI, VICAT.		
Preuves d'aptitude à l'usage		Règles professionnelles validées par le C2P		
Date d'édition du produit		02/2019		
Date de dernière mise à jour		19/03/2019		
État de vérification		✓ 05/02/2019		
Version		1.1		
Date de fin de validité		02/2024		

En octobre 2018, le partenariat entre les filières bois et chanvre a réuni les deux acteurs nationaux afin d'innover ensemble et de jouer la complémentarité au bénéfice de l'environnement et des clients.

Si les biosourcés ont le vent en poupe, c'est pour utiliser des matériaux renouvelables à faible impact écologique, c'est-à-dire sans ressources fossiles. Dans ce type de mode constructif, l'idéal est de prendre comme modèle le bois en structure et le chanvre en mur. Voici pourquoi.

La légèreté et la souplesse

Le chanvre, tout comme le bois, reste un matériau léger : un m³ de béton de chanvre pèse en moyenne 400 kg, soit 6 fois moins que le béton armé. De plus, l'apport structurel du béton de chanvre à l'ossature bois est significatif. Son élasto-plasticité constitue un atout majeur pour les zones sismiques ou les sur-élévations, sans effet de tassement.



La capacité d'adsorption de l'eau

Le granulats de chanvre a une capacité à capter 4 fois son volume en eau sans se déformer. Cela constitue un atout majeur même si le bois de structure doit être à maximum 18% d'humidité lors de la pose du béton.

Les caractéristiques coupe-feu

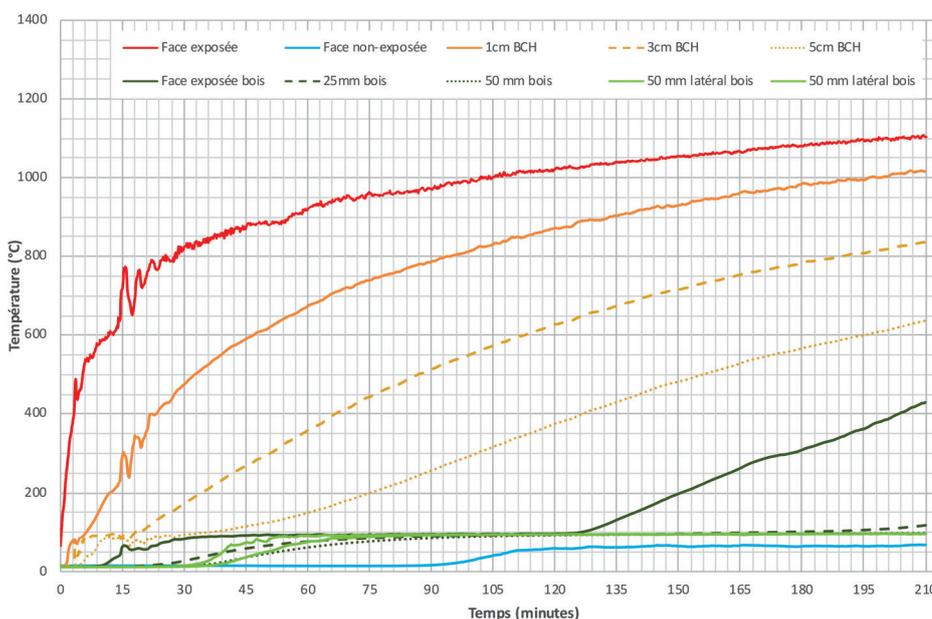
Comme nous l'avons évoqué précédemment, les murs en béton de chanvre et ossature bois présentent globalement un très bon comportement de résistance au feu en termes d'étanchéité aux flammes et au gaz (valeur E) et d'isolation thermique (valeur I).

Lors des essais de pré-sélection des supports, les températures à l'intérieur du béton de chanvre (à 1, 3 et 5 cm de la face exposée), sur l'ossature bois (en face exposée et sur les deux côtés à 50 mm de la face exposée) et à l'intérieur de l'ossature bois (à 25 et 50 mm de la face exposée) ont été mesurées.

Les résultats montrent l'excellente capacité du béton de chanvre (BCH) à retarder la progression de la chaleur à l'intérieur du mur.

Ainsi, la dégradation de l'ossature bois (qui assure la fonction porteuse de la structure) par la chaleur sera retardée de manière très importante.

A titre d'illustration, on peut constater sur les courbes que ce n'est qu'au-delà de deux heures d'essai, que la température de la face la plus exposée de l'ossature commence à évoluer de manière significative. L'intérieur de l'ossature ne commence à réagir qu'à partir de trois heures.



Après la production du chanvre et sa première transformation, voici le développement du process de préfabrication pour permettre de répondre aux enjeux de Solidéo en termes de délais, budgets et impacts environnementaux.



Une parfaite maîtrise du process de préfabrication

La technique a été éprouvée sur des bâtiments tertiaires et individuels. Un partenariat entre la filière chanvre et la filière bois a été mis en place pour une plus grande efficacité industrielle.

Le principe

Le chanvre a besoin d'une structure porteuse : le bois de préférence, mais ça peut également être une structure en béton ou en métal.

1- Des murs de béton de chanvre sont coulés à plat sur un châssis bois sur panneaux de fibre de bois. Ils intègrent toute la technique (électricité...).

2- Les modules sèchent en 10 jours et sont stockés sur rails
3- S'ensuivent un transport et un montage classique de façade. *Exemple de temps de montage : pour 1000 m² de plancher, 31 panneaux sont nécessaires et 6 jours de pose.*

Hypothèse de calcul pour le village olympique

Sur la base de 3 500 logements T4 de 80 m², soit 126 000 m² de façade, il faut 30 000 m³ de chènevotte pour une épaisseur de 20 cm (comme schéma à gauche), soit 5 000 t de granulat de chanvre. Si nous ajoutons le village des medias, nous montons à 7 500 t de chènevotte en tout.

Capacité de la filière française à produire en préfabriqué chanvre/bois

L'entreprise qui a conçu la préfabrication de béton de chanvre LB Eco Habitat a la capacité de produire 28 000 m² de façades par an. Elle forme actuellement la Chanvrière de l'Aube et Construire en Chanvre IdF à son système constructif qui peut être géré soit de façon industrielle, soit avec des charpentiers ou constructeurs. En 2020, la capacité de production française sera de 392 000 m² de façade par an, avec 8 sites de production sur 10 000 m² d'usine.

Rappel du rapport Nomadéis

Les six chanvrières gèrent 17 000 ha/an de chanvre en moyenne par an, soit plus de 100 000 tonnes de paille, dont 40 000 t de granulat (chènevotte). La chanvrière de l'Aube défibre aujourd'hui 50 000 t de paille et construit son nouveau site de production avec notamment une ligne de préfabrication pour le secteur du bâtiment. Dans deux ans, elle aura doublé sa capacité de transformation (100 000 t/an).

La filière chanvre en France



Les Produits

Les isolants

Cavac Biomatériaux est la seule entreprise en Europe à regrouper la 1^e et la 2^e transformation sur le même site pour produire des isolants à base de chanvre, lin et ouate de cellulose. Plus de 2 000 t/an de fibre de chanvre servent à la fabrication des isolants dans le secteur du bâtiment. La production progresse de 15% /an. La Cavac Biomatériaux a remporté le 1^{er} Trophée national de la Bioéconomie en février 2019.

TechniChanvre : l'entreprise du Finistère produit des isolants par voie sèche (nappage), commercialisés sous la marque Technilaine (rouleau et panneau). L'unité de production appartient au Relai.

Parmi les co-produits issus de la première transformation effectuée par des producteurs-transformateurs (circuit court), près de 3 000 tonnes de fibre de chanvre sont valorisées dans le secteur du bâtiment, sous forme de fibres en vrac.

Les mortiers et bétons de chanvre

Les techniques de mise en œuvre sont multiples : montage de blocs préfabriqués, remplissage et/ou projection (manuelle ou mécanique) sur une structure porteuse, ou encore application d'un enduit isolant sur une surface maçonnée. Depuis début 2018, la préfabrication de murs sur châssis en bois facilite la mise en œuvre rapide et à grande échelle.

En moyenne, la fabrication de **100 kg de béton de chanvre nécessite** 23 kg de chènevotte, 58 kg de liant et 18 kg d'eau. Les 9 000 tonnes de chènevotte valorisées par cette voie permettent donc la production d'environ 40 000 tonnes de bétons/mortiers par an.

La construction en chanvre est encadrée par les règles professionnelles. Le label granulats chanvre de Construire en Chanvre garantit la qualité de la chènevotte.

Par voie sèche, deux principes existent : les blocs et les murs préfabriqués

Les principaux fabricants de blocs en France sont :

- **Chanvribloc** : Implanté à La Mure (Isère), son produit se présente sous la forme d'un mélange de chènevotte et de ciment prompt en 20 x 60 cm, d'une épaisseur de 10 à 30 cm.
- **ChanvRA** : implantée à Maclas (Loire), l'entreprise propose des blocs constitués d'un mélange de chènevotte, chaux naturelle et roche volcanique pouzzolane en 30 x 60 cm, d'une épaisseur de 10 à 30 cm.
- **Vieille Matériaux** : depuis novembre 2016, l'entreprise fabrique un bloc baptisé « Biosys » constitué d'un mélange de chènevotte et de ciment naturel prompt, en 30 x 60 cm, d'une épaisseur de 30 cm.

Les chiffres clés

Les volumes

Données par an	Volume de matière première (MP) nécessaire	Prix de la MP par rapport au prix fini	Volume de produit fini
Isolants	2 000 t de fibre	20 à 30%	2 300 t d'isolant
Béton voie humide	7 200 t de chènevotte	20%	40 000 t de béton
Blocs	1 800 t de chènevotte	15%	
Préfabrication mur	avec une très forte progression		

Pour les liants, le chiffre d'affaires estimé est de 4 Million d'€.

Le coût

Selon les auteurs du projet de recherche Bioeconomics, la **matière première agricole représente 15%** du coût de fabrication, et l'étape de première **transformation du chanvre 11%**. Le prix du liant représente un **poste non négligeable (20% du coût final)**, de même que **l'ossature porteuse (25%)**. La main d'œuvre représenterait quant à elle **29%** du prix total.

Pour les isolants, environ 10% de plus qu'un isolant minéral, mais avec des performances multiples (thermiques, acoustiques, inertie, déphasage) qui ne se dégradent pas dans le temps.

En collectif et en préfabrication, les prix de fabrication sont de 200 € en moyenne (détail auprès de nos techniciens).



EN BREF



Des qualités environnementales indéniables

- Filière **100% française** et **sans chimie** de la production à la mise en œuvre.
- Une **ressource renouvelable tous les ans** et donc adaptable aux besoins du marché. 1 ha de chanvre absorbe 15 t de CO₂ par an. Une FDES collective pour prouver ses données.



Des quantités et une qualité maîtrisées du champ au chantier

Si les deux villages olympiques devaient être construits en béton de chanvre, il faudrait 7500 t de chanvre, soit 20% de la capacité de production annuelle française. D'ici deux ans, celle-ci va doubler avec de nouveaux outils industriels. Le label de qualité pour le granulats de chanvre, la validation des couples liants/chênevotte et la préfabrication garantissent la qualité constructive.



Une optimisation des coûts de construction et d'exploitation

- Réduction drastique de l'utilisation des techniques embarquées lourdes (VMC double flux, ...)
- Solution combinant isolation et inertie pour un coût équivalent au marché du collectif
- Réduction des délais de mise en œuvre (une seule intervention de façadier avec la préfabrication).
- Exemple : pour un logement de 150 m², le coût du chauffage est de 80 €/an.



De multiples performances techniques

- Performances thermiques, hygrothermiques et acoustiques
- Stabilité au feu
- Résistance aux rongeurs
- Stabilité sismique et architecture légère : 400 kg /m³, contre 2,5 t/m³ pour le béton.



Une modularité et des finitions sur mesure

Grâce à la souplesse d'utilisation du béton de chanvre avec une structure en bois, toutes les solutions sont envisageables, du plus petit module aux plus grands ensembles, avec le même souci du détail.



Can IA



Cabinet d'architecture Être et Chêne (77)



L'annuaire des entreprises en capacité de concevoir ou construire en chanvre

est disponible auprès d'InterChanvre et de Construire en Chanvre

Pour plus d'informations

Nathalie Fichaux 06 48 11 38 53 - mail : directrice@interchanvre.org
Philippe Lamarque 06 77 44 30 43 - p.lamarque@zepto.fr
Quentin Pichon 07 89 84 89 95- quentin.pichon@can-ia.fr