





Rencontre Fibois - prescripteurs nationaux Occitanie - Toulouse 2023

Solution MOB Terre-chanvre projeté sur ITE fibre de bois

Cahier technique

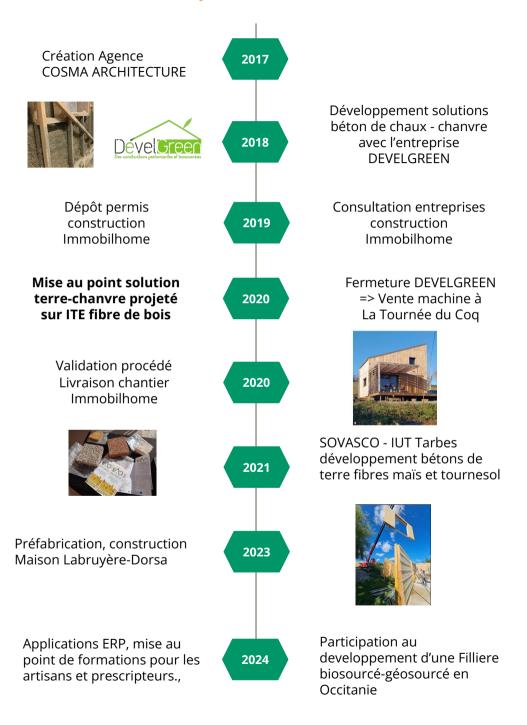








Naissance d'un système innovant bas carbone



Les prémices



En 2018 l'entreprise Develgreen, entreprise spécialisée dans la projection de béton de chaux-chanvre, permet une première collaboration Cosma architecture, Bet Libre et BET Ecozimut pour la mise au point des solutions de construction avec du béton de chanvre. Nous avons mis en commun nos compétences pour l'étude de maisons type et mise au point de la technique en projection de chaux-chanvre, sur double ossature fine.

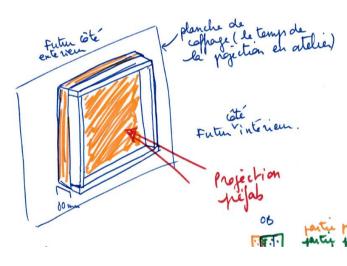
La solution Develgreen utilisait comme fond de coffrage pour la projection du remplissage chaux chanvre des panneaux de béton de chaux - chanvre préfabriqués.

Compte tenu de l'épaisseur de mur de 38 cm afin d'atteindre un R=5, un temps de séchage important était nécessaire (2cm/semaine en saison chaude). De plus l'utilisation de la chaux comme liant était pénalisante pour le bilan carbone de la parois.













Optimisation solution avec du terre chanvre et fibre de bois exterieure - ech 1:1

2020 - ImmobilHome : première construction

















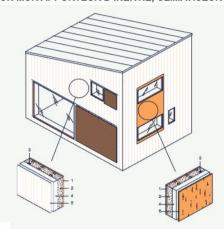
© Tous droits réservés COSMA ARCHITECTURE et LIBRE BE 2023

SOLUTION DE MUR EN TERRE CHANVRE PROJETÉE ITE FIBRE DE BOIS

UN SYSTÈME CONSTRUCTIF INNOVANT TOURNÉ VERS UNE ÉCONOMIE LOCALE

Le projet s'inscrit dans la démarche de frugalité heureuse et créative sur plusieurs aspects: géométrie simple et compacte, conception bioclimatique, optimisation des surfaces et polyvalence / association des usages, lowtech par la diminution des besoins en technologie pour chauffer / refroidir / ventiler, insertion dans le territoire par l'implication des voisins et entreprises locales dans le projet, réduction des nuisances de chantier par le choix de la construction bois, innovation technique par le choix d'association de deux techniques d'isolation qui n'ont pas encore été employées ensemble afin de réduire l'épaisseur des murs, améliorer le confort et la performance thermique mais aussi pour réduire le coût de la construction afin que ce type de projet soit plus aisément déclinable à des échelles plus importantes pour des projets privés ou publics. Le caractère expérimental et créatif servira de support pédagogique et de sensibilisation à la construction responsable avec un faible impact sur l'environnement et ses habitants (partenariats possibles avec les CAUE, Points info énergie et avec les laboratoires de recherche en éco-construction et matériaux biosourcés ainsi que les écoles d'architecture et d'ingénieurs.

UN MUR APPORTEUR D'INERTIE. CLIMATISEUR ET REGULATEUR HYGROTHERMIQUE



- terre-chanvre projeté
 sossature bois
 isolant laine de bois
 bardage bois -claire voie
 pagneau bois douplas
- Murs ossature bois et charpente : charpente en bois douglas de la region Occitanie (>200km)
- Isolation murs (R=5): ITI Terre chanvre projeté ep.165mm sur ossature bois + ITE Fibre de bois Steico Therm Dry 120mm pour un R=5

Isolation toiture (R10): ouate de cellulose insufflée 45 kg/m³

Toiture: Système couverture bac acier aspect joint debout Trapeza RAL7006 avec lame d'air ventilée

Finition façade: Bardage douglas claire voie non traité (hors aubier)

Dalle : béton hourdis isolé R5

Finitions interieures: Enduit terre, enduit à la chaux, doublage parevapeur∻fermacell salle d'eau et cuisine, plafond et plancher mezzanine en panneau bois trois plis épicéa.

Mobilier: Escalier et meubles bois sur mesure

Cloison separation Sde/Salon: Ossature bois, remplissage terre chanvre projeté, finition 1 face fermacell H2O (coté salle d'eau) / 1 face enduit terre (coté salon) avec un angle arondi

Plancher bas (R5): Dalle hourdis chape minérale + finition plancher flottant lino (épaisseur 8 cm)

Sols : carrelage (épaisseur 2 cm)

Menuiseries exterieures: menuiseries alu THPE Schuco (Ral 9007), Occultations BSO Brises soleil orientables et persiennes coulissantes bois en chataigner fabrication sur mesure.

Equipements sanitaires PMR: Douche italienne zero ressaut, vasque WC suspendu et lavabo mural. Toilettes seches à l'exterieur.

Assainissement: Pythoépuration Aquatiris - Filtres à sable plantés, infiltration sur

la parcelle.

Chaufface: Radiateur chaleur douce à inertie connecté 2 kW

Ventillation: Simple flux auto-réglable débit supérieur à 150m3/h

Eau Chaude Sanitaire: ballon électrique 80L à faibles pertes énergétiques.

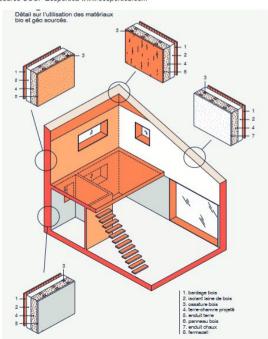
Production d'energie: 4 Panneaux photovoltaiques sur l'abri voiture permettent de couvrir les besoins en électricité de façon écologique et locale



Avantages du terre-chanvre:

- Continuité capillaire dans la paroi et forte capacité de régulation hygrothermique.
 Apport d'inertie.
- Permet des finitions enduites (terre, chaux-sable) ainsi que l'utilisation de parements de finition (Fermacell, bardage bois).
- Performances acoustiques paramétrables (absorption, transmission).
- Utilisable même en faible épaisseurs : épaisseur mini = 2 cm.
- Pas d'utilisation de plastique (membranes techniques, scotchs...).
- Tous les avantages de la terre-crue : réparable à l'infini.

*Source SCOP Ecopertica www.ecopertica.com





FICHE MATÉRIAU TERRE-CHANVRE

CHANVRE ISSU DES TIGES DE CHANVRE BROYÉES À LA FERME. TERRE LOCALE



Un isolant thermique performant, écologique, sain et durable



RESISTANCE THERMIOUE

PERSPIRANT. RÉGULATEUR D'HUMIDITÉ



MISE EN OEUVRE COMPATIBLE AVEC :

DE HALITES PERFORMANCES **ACOUSTIQUES**

LINE BONNE TENUE AU FEU



100% VÉGÉTAL SANS ADDITIF



PRODUIT LOCALEMENT



PASLES RONGEURS



COMPOSTABLE RÉPARABLE



PEU TRANSFORMÉ, FAIBLE ÉNERGIE GRISE



Les retours d'expériences ne montrent pas d'attirance spécifique pour ce matériau végétal. Le déplacement des rongeurs y est plus difficile que dans les autres isolants.

Recommandations

Stocker le produit à l'abri de l'humidité excessive.

Conseils de mise en oeuvre disponibles sur www.ecopertica.com

Domaines d'application et mise en oeuvre



Application manuelle pour dalle allegée.



En projection pour enduit ou remplissage d'ossature, en application manuelle pour enduit ou banchage.



Application par l'exterieur en remplissage de caissons.

Conditionnement. prestations, tarifs

Se renseigner auprès des producteurs locaux

Résistance thermique par épaisseur d'isolant en vrac

| - | | 10 11 12 | \$ 4 5 6 D | * * * * * * | * 5 4 7 | * * * * 3 * | * * * * * |
|------------------------|---------------------------|----------|------------|-------------------|---------|-------------|-------------------------|
| R (m ² K/W) | 200-250 kg/m ³ | 1,64 | 2,46 | 3,28 parois West. | 4,10 | 4,92 | 5,74 |
| | 250-350 kg/m ³ | 1,11 | 1,67 | 2,22 | 2,78 | 3,33 pd | 1-37 relievent. 3,89 |

PERCHE



09.72.37.86.09 www.ecopertica.com

Janvier 2021

Principales caractéristiques

Composition

100% terre et chanvre en proportion à adapter en fonction des contraintes de mise en œuvre

Conductivité thermique (200-250 kg/m³)

0.061 W/m.K (10°C sec)

norme NF EN 12667. valeur certifée COFRAC

Conductivité thermique (250-350 kg/m³)

0.090 W/m.K (10°C sec)

norme NF EN 12667. valeur certifée COFRAC

Classement au feu

valeur certifiée COFRAC

B-s1-d0

D'autres caractéristiques disponibles sur demande (sorption, absorbtion...)

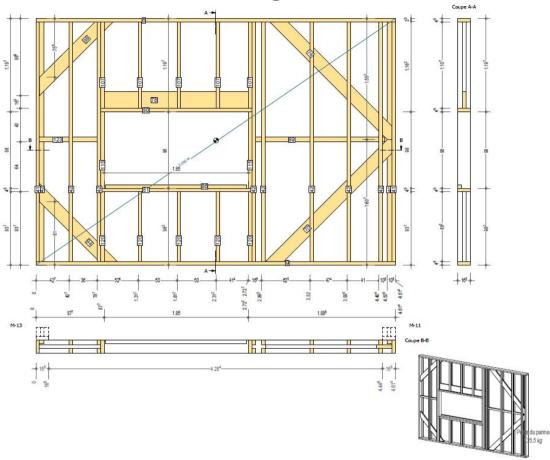
L'association Chanvriers en Circuits Courts regroupe des agriculteurs de toute la France, qui coopèrent afin de développer des filières locales de production de chanvre fermier pour l'éco-construction. Plus d'information sur le site : www.chanvriersencircuitscourts.org © Tous droits réservés COSMA ARCHITECTURE et LIBRE BE 2023



Les murs v1

"petits montants

gros contreventements"



| m² de paroi opaque | m³ de bois structure | bardage | m³ d'isolant ITE | m³ de terre chanvre entre les montants | | |
|-----------------------|-------------------------|---------|------------------------|--|--|--|
| 87 | 3,3 | 2,6 | 12 | 12 | | |
| UF = m ² | m3/UF | m3/UF | m3/UF | m3/UF | | |
| 1 | 0,04 | 0,03 | 0,14 | 0,14 | | |

Architecture & technique Matériau



5-La projeteuse a permis de réaliser 8 m³ de remplissage par jour, tout en gérant les détails de chantier comme les ouvertures. 6-La combinaison d'une structure bois et d'un mélange terre-chanvre a permis de réduire les épaisseurs de murs à 285 mm. 7-L'amalgame entre le chanvre et le mélange terre/eau se fait pendant la projection, en bout de lance. 8-Ce projet expérimental doit être suivi de nouveaux chantiers de maisons individuelles.



Mixité L'alliance du bois et de la terre

C onçue par l'agence toulousaine Cosma Architecture, cette maison située à Montastruc-de-Salies, au sud de la Haute-Garonne, combine une structure bois et un mélange terre-chanvre. Leur association permet d'obtenir une résistance thermique (R) de 5 m². K/W tout en réduisant les épaisseurs de murs à 285 mm. Les ossatures bois sont fermées par des panneaux de fibres de bois



rigides (120 mm) qui servent à la fois de support d'enduit à l'extérieur et de fond de banche pour la projection du mélange terre-chanvre par l'intérieur (165 mm). La mise en œuvre a été mécanisée pour accélèrer le chantier, à raison de 8 m³ de remplissage par jour. «La machine permet de projeter en même temps le chantyre

et le mélange terre-eau: l'amalgame se fait sur le mur. Comparée à une méthode manuelle, la technique réduit aussi les temps de séchage, avec une stabilisation au bout d'un mois et demi», pointe l'architecte Cristina Cosma.

Sur ce premier projet, la consommation énergétique atteint les 30 kWh/m², an: l'agence prévoit d'atteindre le niveau passif pour ses prochaines réalisations. «La solution apporte de l'inertie à l'ossature bois. L'été, combinée à une ventilation naturelle, elle permet de stocker la fraicheur de la nuit dans le mélange terre-chanvre», précise Cristina Cosma. Le coût total des murs, isolation comprise, est réduit à 182 € HT/m², dont un tiers environ pour l'ossature.



→ Maitrise d'ouvrage: particuliers. Maitrise d'œuvre: Cosma Architecture, Libre (BE structure bois). Entreprises: Campet (VRD et gros oeuvre). Eccorce (ossature bois, charpente, couverture), Inventerre (projection terre chanvre). Surface: 35 m² SHON. Livraison: mal 2021.

4 mars 2022 Le Moniteur • 45

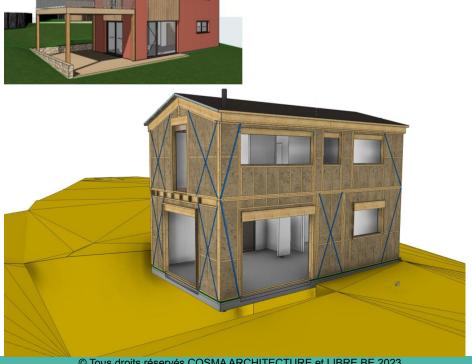
Evolution 2022

Chantier en PRÉFARRICATION

- Ossature bois + ITE
- contreventement au feuillard
- remplissage terre chanvre en atelier

Avantages: Optimisation et maîtrise du temps de séchage, délais de chantier réduits, chantier propre.

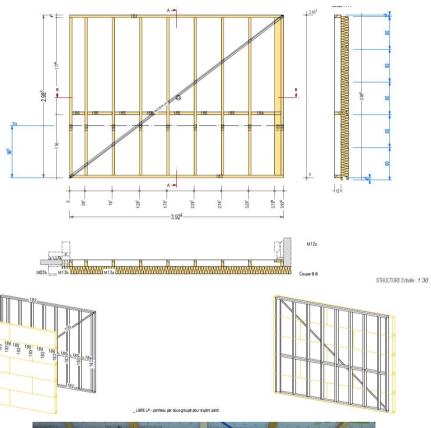
Inconvénients: Poids et manoeuvre des panneaux, nécessité d'un atelier pour le stockage et d'un engin de levage, impacte carbone transport.



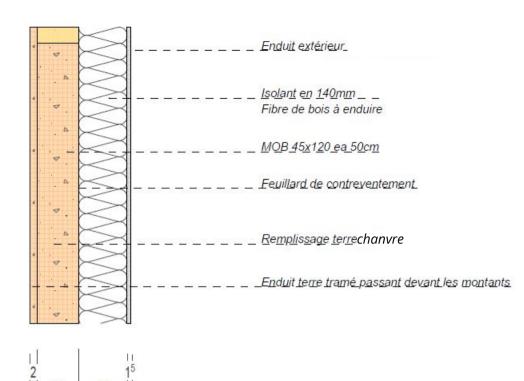
Les murs V2

montants MOB 45x120

+ feuillard + ITE140







| cubage net | | | | |
|-----------------------|-------------------------|---------|------------------------|--|
| m² de paroi opaque | m³ de bois structure | bardage | m³ d'isolant ITE | m³ de terre chanvre entre les montants |
| 140 | 4 | 0 | 18 | 10,6 |
| UF = m² | m3/UF | m3/UF | m3/UF | m3/UF |
| 1 | 0,03 | 0,00 | 0,13 | 0,08 |

+1 feuillard métallique

= optimisation de la matière et des ressources

Projection

Mélange:

- -Argile d'aquitaine
- -Chènevotte de chanvre

Machine 3CM combiné de maçon



Transport par paquet et grutage sur chantier

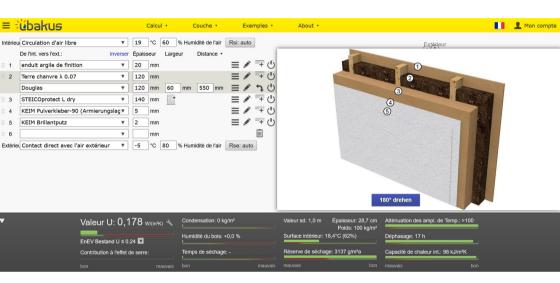
Paroi de 800 kg max





Questions finitions

Avec doublage intérieur: plaque BA13 et frein vapeur



DORSA Mur terre cha 120+ Ite FB 140 - Doublage int - Enduits KEIM ext, U=0,17 W/(m2K)

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant suivant pendant 90 jours: intérieure: 19°C und 60% Humidité de l'air; extérieur: -5°C und 80% Humidité de l'air (Climat spécifié par l'utilisateur).

Résistance interne au transfert de chaleur Rsi (entrée utilisateur différente de DIN 4108-3):0.13 m²K/W

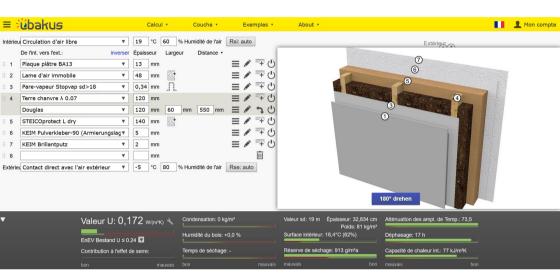
Dans ces conditions, il n'y pas formation de condensation.

Réserve de séchage selon Méthode des éléments finis 2D d'Ubakus: 913 g/(m²a) Au moins requis par DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

| # | - | Matériau | Valeur sd | Conde | nsation | Poids |
|---|-----------|---------------------------------------|-----------|---------|-------------------|---------|
| | | | [m] | [kg/m²] | [Gew%] | [kg/m²] |
| 1 | 1,3 cm | Plaque plâtre BA13 | 0,09 | - | (4) - (1) (4) (4) | 10,7 |
| 2 | 4,8 cm | Lame d'air immobile | 0,01 | - | | 0,1 |
| 3 | 0,034 cm | Pare-vapeur Stopvap sd>18 | 18,02 | | | 0,1 |
| 4 | 12 cm | Terre chanvre λ 0.07 | 0,36 | - | | 37,9 |
| | 12 cm | Douglas (9,8%) | 6,00 | - | - | 6,3 |
| 5 | 14 cm | STEICOprotect L dry | 0,42 | - | | 15,4 |
| 6 | 0,5 cm | KEIM Pulverkleber-90 (Armierungslage) | 0,06 | - | | 7,5 |
| 7 | 0,2 cm | KEIM Brillantputz | 0,02 | 27 | | 2,8 |
| | 32,834 cm | Total de la composition | 19,32 | 0 | | 80,7 |

Avec enduit intérieur à l'argile:

enduit de corps avec la terre crue de la briquetterie de Grepiac (4km) au sablon et à la main, armature de fibre de verre 10x10. Enduit de finition avec le nuancier argile d'aquitaine



DORSA Mur terre cha 120+ Ite FB 140 - Enduits KEIM, U=0,18 W/(m2K)

Hygrométrie

Pour le calcul de la quantité d'eau de condensation, le composant a été exposé au climat constant suivant pendant 90 jours: intérieure: 19°C und 60% Humidité de l'air; extérieur: -5°C und 80% Humidité de l'air (Climat spécifié par l'utilisateur).

Résistance interne au transfert de chaleur Rsi (entrée utilisateur différente de DIN 4108-3) :0.13 m²K/W

Dans ces conditions, il n'y pas formation de condensation.

Réserve de séchage selon Méthode des éléments finis 2D d'Ubakus: 3137 g/(m²a) Au moins requis par DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

| # | Matériau | Valeur sd [m] | Conde [kg/m²] | nsation [Gew%] | Poids [kg/m²] | |
|----|--|------------------|------------------|-------------------|------------------|--|
| 1 | 2 cm enduit argile de finition | 0,10 | - | | 30,0 | |
| 2 | 12 cm Terre chanvre λ 0.07 | 0,36 | - | | 37,9 | |
| | 12 cm Douglas (9,8%) | 2,40 | - | - | 6,3 | |
| 3 | 14 cm STEICOprotect L dry | 0,42 | - | | 15,4 | |
| 4 | 0,5 cm KEIM Pulverkleber-90 (Armierungslage) | 0,06 | - | | 7,5 | |
| 5 | 0,2 cm KEIM Brillantputz | 0,02 | - | | 2,8 | |
| -3 | 28.7 cm. Total de la composition | 1.02 | 0 | | 99.8 | |

Enduits extérieurs

Initialement conçu avec un bardage extérieur ventilé, la solution avec enduit sur ITE est plus spécifique. Nous avons constaté que les solutions d'enduit les plus adaptés sont celles utilisés pour la rénovation du bâti ancien compte tenu du même besoin de gestion de l'humidité et donc d'ouverture à la vapeur d'eau.

Lorsque la paroi comporte un frein vapeur sous le doublage par exemple, les enduits admissibles sont nombreux et leur application est bien encadrée.

En revanche, l'enduit intérieur de **finition à l'argile** sur l'ossature est très perméable à la vapeur. Cette qualité permet le séchage du mur et les échanges hygrométriques avec l'intérieur du logement, elle apporte un bon confort acoustique. Mais elle **impose une finition extérieure la plus perméable possible.**

Seuls quelques produits très ouverts nous permettent de réaliser une finition sur fibre de bois sans créer de condensation interne. A coef de diffusion proches des autres produits,, ils sont mis en oeuvre en plus fine épaisseur et donc ils sont moins fermés que les enduits concurrents.

Sd = e / μ : à perspirance équivalente seule l'épaisseur permet de diminuer le Sd

Objectif: Sd <=0.1m soit pour un μ de 10 une épaisseur <=0.01m (1cm)

Keim propose un revêtement en 2 couches sur panneau de fibre de bois : Mortier Colle 90 en 5mm + enduit exclusif de 2mm

Perspectives

Destination des bâtiments selon les règles en vigueur : possible en habitation ou bâtiment selon code du travail, école, bureaux...

Conception très proche de l'ossature bois, entraxe plus libre : pas de calepinage de panneaux, feuillard et ITE en rainure languette tout venant.

Dimensionnement selon les eurocodes comme une ossature bois ou pour des projets simple selon le DTU31.2 ou 31.1+feuillard.

Cloisonnement feu possible en projection de chaux-chanvre à la place du terre-chanvre : selon les règles professionnelles, avec à l'appui les tests LEPIR2 jusqu'à REI240.

ITE en extérieur encore plus biosourcé : COPANO : un panneau compressé de paille : excellent support d'enduit selon les RP CP2012 et bientôt en v4 avec la révision incluant l'ITE paille.

Multi étage en remplissage de poteau poutre : technique "mur manteau"



















Pour plus d'informations vous pouvez nous contacter:



Cristina COSMA Architecte 07 69 14 22 44

COSMA ARCHITECTURE
31500 Toulouse
contact@archicosma.fr
www.archicosma.fr



Jean Langry 07 69 25 57 71 langry.be@gmail.com 31190 MIREMONT

LIBRE le bureau d'études bois, bio & réno : www.libre.bet