



Bétons Chanvre Tradical® Partie 1

Isolation répartie

Construction et Restauration

www.bcb-tradical.com



1 Chanvre + Chaux

Où, pourquoi, comment ?	p.4
Un couple indissociable	p.5
Des qualités uniques	p.5
Une solution globale	p.6

2 Performances

Objectif
ZÉRO CARBONE

Zéro carbone	p.8
4 propriétés spécifiques au Bétons Chanvre Tradical®	p.10
Durabilité - Performances mécaniques	p.12
Confort sonore	p.13
Protection au feu	p.13

3 Règlementation

Conforme RT 2012 Conforme RT Existant par Élément

Les Règles Professionnelles	p.14
Assurabilité	p.15
Réglementation thermique pour RESTAURER	p.16
Réglementation thermique pour CONSTRUIRE	p.18

4 Exemples de Réalisations

Restauration : ERP - Maison Diocésaine - Chalons en Champagne	p.20
Restauration : ERP - Maison du Tourisme - Ville de Troyes	p.22
Construction : Habitat individuel - Maison Lumière Temps - Clerguérec	p.24
Construction : Habitat groupé - Les loges en Josas	p.26
Construction : Habitat Collectif - Immeuble de Logements sociaux - 37 rue Myrha Paris XVIII ^e	p.28

5 Données Techniques

Nomenclature chaux et chanvre	p.30
Validation des couples Chaux/Chanvre	p.30
Nomenclature des performances thermiques	p.32
Points singuliers	p.33

6 Applications

Mur isolant - Colombages/Pans de bois	p.34
Mur isolant - Ossature noyée	p.36
Doublage Isolant	p.38
Enduits Hygrothermiques	p.42
Chape isolante : sol et plancher	p.46
Isolation de toiture et de comble perdu	p.50

La réponse CHANVRE et CHAUX : où, pourquoi, comment ?

Le chanvre

Utilisés depuis toujours dans la construction, les végétaux ont été en grande partie oubliés par les technologies modernes. Les besoins en matériaux compatibles avec une construction durable, les attentes des consommateurs et les exigences de la réglementation font que leurs qualités suscitent de plus en plus d'intérêt.

Parmi les végétaux utilisables dans la construction, le chanvre a certainement une place privilégiée et peut être considéré comme un modèle.

Une plante environnementale et écologique

Culture indispensable pendant des siècles, le chanvre appartient à notre histoire. Aujourd'hui ses qualités techniques, sa vocation de plante industrielle, son aptitude à respecter l'environnement lui permettent de répondre favorablement à des exigences souvent contradictoires. Plante particulièrement robuste, le chanvre est capable de produire rapidement des quantités importantes de matière avec un minimum d'engrais, sans nécessiter d'irrigation ou de traitements phytosanitaires (désherbant, fongicide ou insecticide) contribuant à l'amélioration des sols.

Une plante technique

Au-delà de ses qualités environnementales et sanitaires, le chanvre présente des qualités physiques qui rendent ses différents coproduits particulièrement intéressants en tant que matières premières de matériaux de construction.

De la chènevotte au granulats de chanvre

Par un défilage mécanique, non polluant et peu gourmand en énergie, du bois de la tige de chanvre, on obtient un granulats spécifique pour le bâtiment. Constitués de petits canaux parallèles transportant la sève et renfermant de l'air lorsque la tige est sèche, les granulats de chanvre ont une densité très faible et sont très performants au niveau thermique et phonique. Ils sont utilisés pour la confection de mortiers et bétons légers isolants qui bénéficient de leur structure poreuse.

Le Chanvre et la Chaux

La relation Liant/Chanvre : 4 facteurs à maîtriser

La chènevotte peut absorber 4 à 5 fois son poids en eau et la majeure partie de cette absorption a lieu en moins d'une minute.

- Lors du malaxage, une part plus ou moins importante de l'eau, normalement dédiée au liant, est absorbée par la chènevotte. Le fonctionnement du liant peut en être profondément altéré, entraînant des désordres graves : mauvaises prises, poudrage, dessiccation.
- Par ailleurs, l'eau stockée dans la chènevotte lors du malaxage doit être évacuée et les liants utilisés doivent avoir une capillarité adaptée à cette exigence.
- Enfin, les performances de la chènevotte ne doivent pas être détériorées par le liant : il est essentiel de préserver, voire d'améliorer le caractère poreux du matériau ainsi que ses qualités environnementales et de bannir tout recours à des produits pouvant présenter un risque de toxicité.

Création d'une chaux spécifique

Pour faire face à cette rhéologie avantageuse mais capricieuse, l'utilisation de chaux aérienne – moins dépendante de l'eau que les liants hydrauliques pour sa prise et offrant une forte capillarité – s'en trouve légitimée.

Elle est toutefois difficilement utilisable pure et BCB, grâce à sa maîtrise de la technologie des chaux aériennes, a mis au point des chaux Tradical® spécialement adaptées au domaine des bétons de chanvre.

Une reconnaissance

Les techniques utilisées sont brevetées et bénéficient d'un contrat d'assurance SMABTP. Les solutions chaux Tradical® + granulats Chanvribat® ont été les premières à répondre aux exigences des Règles Professionnelles d'Exécution d'Ouvrage en Béton de Chanvre (voir page 14).

Un couple indissociable

Les liants utilisés et les caractéristiques du granulats de chanvre (granulométrie, hygrométrie,...) influent directement sur les performances des mortiers et bétons de chanvre.

Seule l'utilisation de Chanvribat® combiné à Tradical® PF 70 / Tradical® Thermo ou à Tradical® PF 80 M / Tradical® Bâtir permet l'obtention des résultats annoncés, et de bénéficier des garanties produits.

Ces précautions sont conformes aux Règles Professionnelles d'Exécution d'Ouvrage en Béton de Chanvre (p.14) qui impliquent la caractérisation du couple granulats de chanvre/liant.

Des qualités uniques !

Performances et intérêts techniques ↗

- Bétons légers et ultralégers
- Elasticité
- Porosité, perméabilité à la vapeur d'eau
- Absorption acoustique

Qualité environnementale et sanitaire ↗

- Production agricole sans phytosanitaire
- Faible épuisement des ressources naturelles
- Stockage de carbone
- Qualité de l'air intérieur : absence de COV et de tout élément toxique reconnu

Efficacité énergétique ↗

Les caractéristiques thermiques des Bétons Chanvre Tradical® répondent aux exigences les plus élevées des bâtiments à basse consommation énergétique.

- Ils sont économes en énergie grise, pour un bilan énergétique global des constructions particulièrement performant.
- Ils améliorent le fonctionnement hygrothermique et la température surfacique des parois.
- Ils génèrent une diminution de la consommation énergétique en **hiver** comme en **été**, en construction neuve comme en rénovation.

Une solution globale

L'augmentation des performances énergétiques des constructions va entraîner une augmentation de la consommation en matériaux impliquant, généralement, un alourdissement des impacts environnementaux liés à leur production.

Les Bétons Chanvre Tradical® échappent à cette logique et permettent de maintenir des impacts environnementaux faibles (voir p.8).



Tradical® : performances thermiques et environnementales

Contexte

En adoptant le Facteur 4, la France s'est engagée à réduire par quatre ses émissions de GES (Gaz à Effet de Serre).

Si l'on tient compte :

- de l'exploitation des constructions (chauffage, eau chaude, éclairage, ...)
- des différentes phases de construction (production des matériaux, transports, chantiers, ...)

le secteur du Bâtiment produit plus de 25% des GES émis en France et représente un potentiel d'amélioration important.

La lutte contre le réchauffement climatique et la raréfaction des sources d'énergie d'origine fossile font de l'efficacité énergétique des bâtiments un sujet prioritaire.

Cette priorité implique une nouvelle approche :

- dans la conception des constructions **RT 2012**
- et dans la rénovation du bâti existant **RT Existant par Élément**.

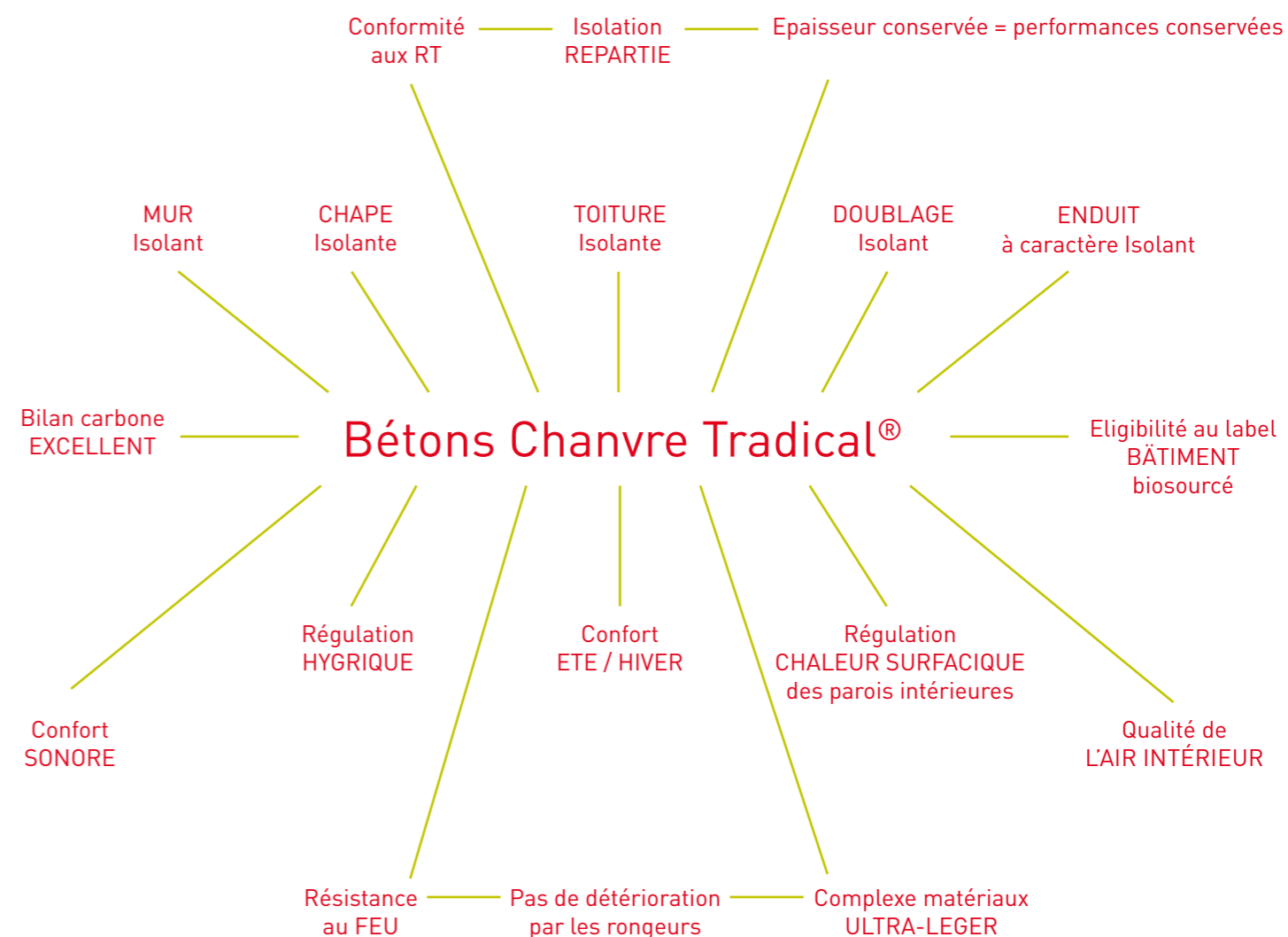
LA RÉPONSE : Bétons de Chanvre Tradical®

Dans ce cadre, le choix des matériaux est un élément important qui influera sur la consommation énergétique d'exploitation mais aussi sur le **bilan énergétique global de l'ouvrage** en prenant en compte l'**énergie nécessaire à la fabrication** et à la **mise en œuvre du matériau** (énergie grise).

Les Bétons Chanvre Tradical® ont des caractéristiques qui leur permettent de répondre favorablement aux attentes des labels énergie les plus exigeants. Grâce à leur **fonctionnement hygrothermique**, ils sont également en mesure d'apporter des solutions innovantes et pertinentes au difficile problème de l'amélioration thermique du bâti ancien.

L'utilisation des Bétons Chanvre Tradical® permet de réduire considérablement l'impact « Effet de Serre » des bâtiments en agissant sur deux paramètres :

1. En améliorant la performance énergétique des bâtiments neufs ou rénovés, donc en diminuant la part de GES liée au chauffage ou au refroidissement de ces bâtiments (voir p. 8 à 11)
2. En stockant durablement du carbone.



“ZERO carbone”



Tradical® : performances thermiques et environnementales

Qualité environnementale et sanitaire

Au-delà de leur efficacité énergétique et de leur capacité à stocker du CO₂, les Bétons Chanvre Tradical® possèdent de nombreuses qualités environnementales et sanitaires.

Respecter l'environnement

L'analyse du cycle de vie d'un mur en béton de chanvre banché sur ossature bois (1) a en effet démontré que les Bétons Chanvre Tradical® ont également d'excellentes performances environnementales sur des aspects aussi importants que l'épuisement des ressources naturelles, la pollution de l'eau ou la pollution de l'air.

Générer la qualité de l'air intérieur

Par ailleurs, l'inutilité des produits phytosanitaires dans la production agricole, le défibrage mécanique sans utilisation de process chimique, le recours à des liants minéraux, l'absence totale de solvant ou de cosolvant dans les formulations ou le rejet systématique de tout produit pouvant présenter des risques de toxicité sont autant de garanties de la qualité de l'air intérieur des bâtiments construits ou rénovés en Bétons Chanvre Tradical®.

Fabriquer du confort

Enfin, la qualité sanitaire et le confort des occupants seront améliorés grâce à la possibilité d'atteindre un excellent confort thermique avec des températures de l'air faibles.

Puits de carbone

1 hectare de chanvre capte 15 to de CO₂ env.

1 m² de mur de 26 cm d'ép.
(ossature bois)
stocke 75 kg de CO₂

1 m² de mur de 35 cm d'ép.
(ossature bois)
stocke 100 kg de CO₂

1 habitat de 100 m² en Béton de Chanvre Tradical stocke 20 to de CO₂ env.

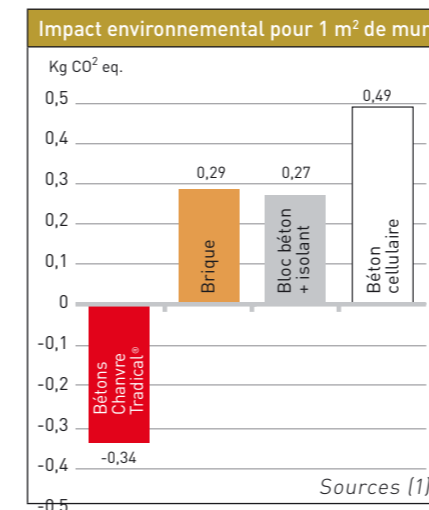
La capacité de stockage de CO₂ des Bétons Chanvre TRADICAL® permet, dans une construction, de compenser les émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) liées à l'emploi des autres matériaux et d'obtenir un bilan carbone neutre.

Ce bilan est d'autant plus vertueux pour les bâtiments basse consommation énergétique qui demandent un renforcement des performances thermiques, donc un accroissement des volumes de matériaux isolants.

Construire “ZERO carbone”

L'objectif de construire des bâtiments ayant un impact « Effet de Serre » globalement nul est aujourd'hui largement admis. L'amélioration de l'efficacité énergétique participe à cet objectif mais exige l'augmentation des quantités de matériaux pour obtenir une meilleure isolation des parois, alourdissant généralement la quantité de GES émis par la fabrication de ces matériaux.

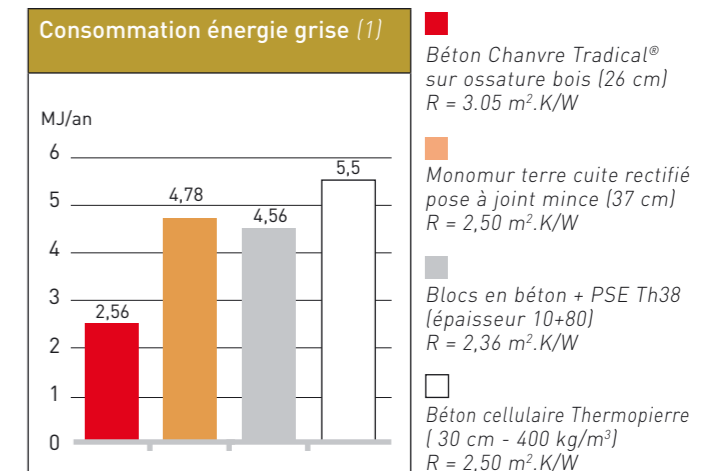
Au contraire des autres matériaux, les Bétons Chanvre Tradical®, tout en optimisant leur coefficient de transmission thermique, maintiennent des impacts aussi importants que la Consommation en énergie grise ou l'Épuisement des ressources naturelles et améliorent leur performance Effet de Serre en stockant encore plus de CO₂ pour atteindre cet objectif. Voir tableau ci-dessous.



Conformément à la NF 10.010 (3), l'impact "Effet de Serre" du Béton Chanvre Tradical® est de -0,34 kg CO₂ eq./UF/an alors que la majorité des matériaux usuels émettent au-delà de +0,25 kg CO₂ eq./UF/an (1)

Faible consommation en énergie grise

A titre d'exemple, une épaisseur de mur de 26 cm de Béton Chanvre Tradical® permet d'obtenir un R de 3 m².K/W compatible avec la RT Existant par Elément. Comparé à d'autres matériaux usuels ayant des résistances thermiques similaires, les besoins en énergie grise pour la fabrication de 1 m² de mur en Béton Chanvre Tradical® sont faibles.



(1) Les données publiées dans ce document proviennent de la base INIES (2) et de l'analyse du cycle de vie d'un mur en béton de chanvre banché sur ossature bois réalisé par l'INRA selon la norme NF 10.010 (3) à la demande et avec le concours du Ministère de l'Agriculture et de l'ADEME. Les Bétons Chanvre Tradical® ont été choisis pour cette analyse.

(2) INIES : base de données sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction. (<http://www.inies.fr>).

(3) Norme NF 10.010 : cette norme régit l'analyse de cycle de vie (ACV) des produits de construction. Les impacts environnementaux y sont évalués en fonction d'une unité fonctionnelle (ici : 1 m² de mur avec une résistance thermique similaire R = 2,36 à 3 m².K/W) et ramenés à une année de vie de l'ouvrage. L'impact "Effet de Serre" fait le bilan des GES rejetés et des GES stockés.

Efficacité

Les raisons de l'efficacité du Béton de Chanvre Tradical® sont directement issues de la capacité du complexe Chaux Aérienne + Chanvre à gérer l'eau, processus de "changement de phases", qui génère 3 propriétés

Un fonctionnement **Thermo-Hygro-Dynamique***

[*] «Un isolant pas comme les autres»

LE CHANGEMENT DE PHASE

- Quand il y a **diminution de la température ambiante en extérieur**, un phénomène de condensation de l'eau à l'intérieur du mur sous forme d'eau liquide entraîne une libération d'énergie, donc une compensation de la baisse de la température. Avec pour conséquence la conservation d'une température intérieure ambiante relativement chaude, ce qui confère une sensation de confort.
- À l'inverse, dans le cas d'une **augmentation de la température ambiante en extérieur**, on aura une évaporation de l'eau contenue à l'intérieur du mur, qui va consommer de l'énergie et donc maintenir la température surfacique du mur.
- Dans ces deux cas, se produit une compensation des variations climatiques grâce à cette régulation naturelle.

Béton Chanvre Tradical® n'est pas un simple isolant, mais un *régulateur thermo-hygro-dynamique*.

Béton Chanvre Tradical® est **proactif** et compense EN PERMANENCE les variations de températures et d'humidité relative pour assurer des conditions de confort STABLE en intérieur.

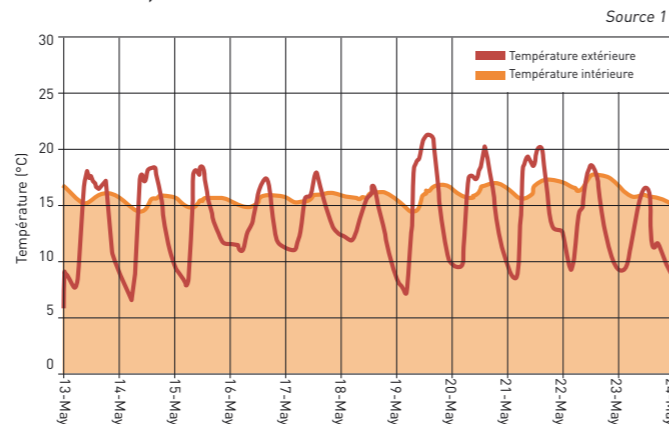
1 - Ecrêtage des températures hautes et basses

L'ecrêtage "gomme" les variations de températures hautes/basses, au long de la journée et pour toutes les saisons.

Confort HIVER

Amortissement de 80 % de la variation de la température extérieure pour un mur de 20 cm d'épaisseur :

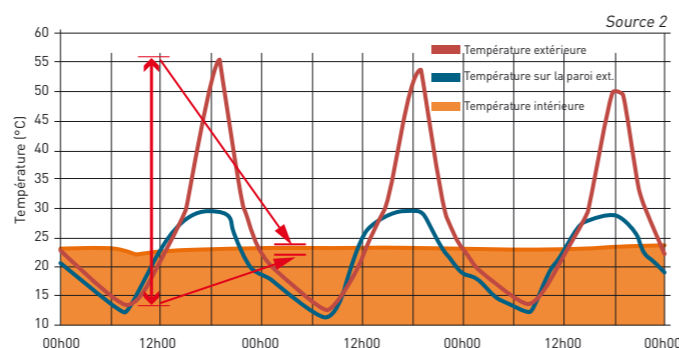
- pour des températures extérieures oscillant sur 24 h entre 6°C et 22°C, et pour des relevés sur 12 journées en Mai,
- on constate que la température intérieure reste stable entre 14°C et 17,5°C



Confort ÉTÉ

Amortissement de 95 % de la variation de la température sur la paroi extérieure pour un mur de 30 cm d'épaisseur :

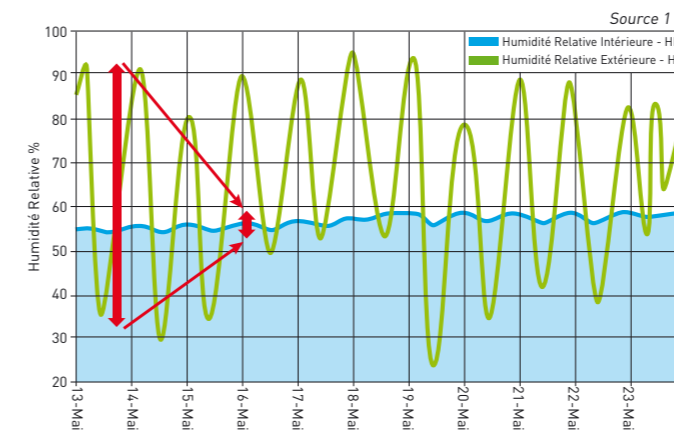
- pour des températures extérieures oscillant sur 24 h entre 12°C et 30°C, et pour des relevés en Septembre,
- on constate que la température intérieure reste stable entre 22°C et 24°C



2 - Régulation Hygrique

Béton Chanvre Tradical® va en permanence stocker les excédents ou compenser les insuffisances d'humidité au sein de l'ouvrage.

95 % de la variation du taux d'humidité relative est absorbée.

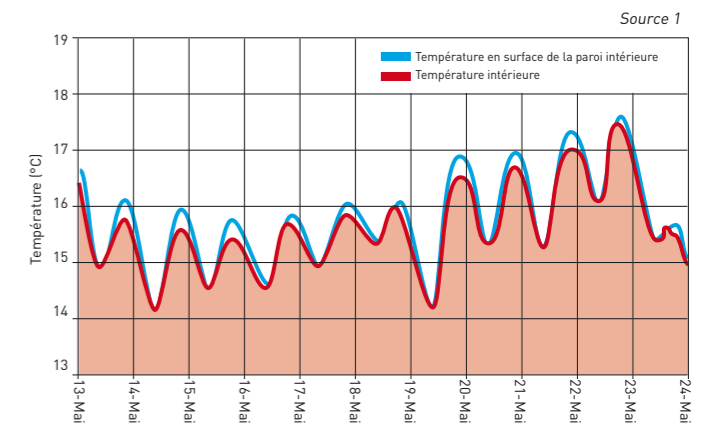


Source 1 : Université de Bath (GB), Dr. Mike Laurence

Source 2 : COTITA 2013 - Maison DB Chanvre - Dordogne - Etude de comportement des murs en Bétons de Chanvre Tradical® - 30 cm d'épaisseur - Relevés Septembre 2012

3 - Régulation de la température de surface des murs, en intérieur

La température surfacique reste constante et au même niveau que la température ambiante intérieure. Elle est même plus élevée de 0,1°C en moyenne. Donc **"pas d'effet paroi froide"** qui générerait une sensation d'inconfort, et une surconsommation énergétique pour le poste chauffage.



La valeur de l'impact est proportionnel à l'épaisseur de la barre	Zone optimale
Bactérie	40-60%
Virus	40-60%
Champignons	40-60%
Mites	40-60%
Infections respiratoires	40-60%
Rhinites allergiques et asthme	40-60%
Interactions chimiques	40-60%
Production d'ozone	40-60%
Humidité relative (%)	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90

Source : Stirling, E.M., Arundel, A., Sterling, T.D., 1985. Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Buildings, ASHRAE Transactions, 91 (1), 611-622

Qualité de l'air intérieur

Béton Chanvre Tradical® gère parfaitement la vapeur d'eau in situ pour restituer une humidité relative à l'équilibre comprise entre 50 et 55 %.

C'est dans cette plage de valeur qu'on peut parler de **QUALITÉ DE L'AIR OPTIMALE**. Là, nous sommes à l'abri du développement de micro-organismes, d'infections respiratoires et autres...

20 ans

de recherche, d'expérimentation et de réalisation

Une parfaite cohésion

L'ensemble des performances des Bétons Chanvre Tradical® découle de la mise au point des couples chanvre+chaux (Chanvribat® + Tradical® PF 70/ Thermo ou Tradical® PF 80 M/Bâtir) qui permettent de conserver une parfaite cohésion du matériau tout en assurant l'ajustement des dosages, afin d'adapter les caractéristiques aux usages.

R & D

Elaborés avec les professionnels pour répondre à leur cahier des charges, les Bétons Chanvre Tradical® sont issus des compétences complémentaires de laboratoires partenaires et de BCB, centre d'expertise du groupe Lhoist, un des leaders mondiaux de la chaux aérienne.

Un couple référent

L'excellent comportement des Bétons Chanvre Tradical® fait de ce matériau la référence de nombreux laboratoires (ENTPE, CEBTP, UCL, CSTB, ...) pour des études menées au sein de programmes de Recherche et Développement ou de constructions expérimentales.

Optimisation

Leur utilisation, depuis une vingtaine d'année, sur de très nombreux chantiers, par les professionnels formés, a permis d'optimiser leurs performances et de valider leur bon fonctionnement.

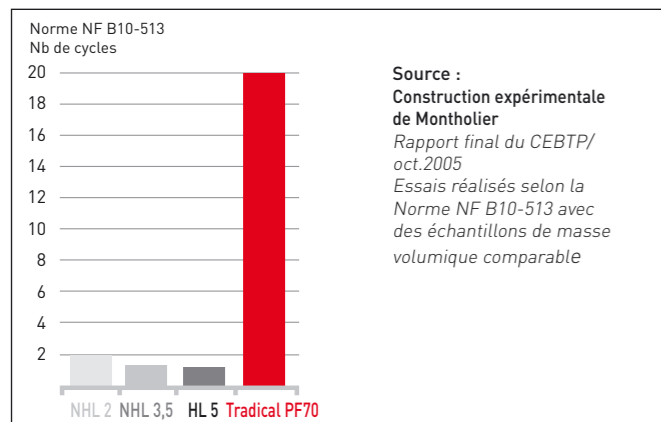


Un couple de matériaux performant

Durabilité

Les Bétons Chanvre Tradical® ont une très bonne cohésion qui, malgré leur très faible masse volumique (< 500 kg/m³), leur permet d'obtenir de bons résultats au test de gel-dégel.

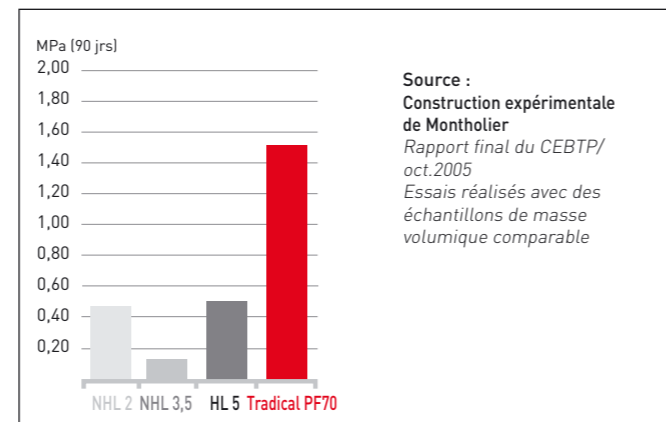
Des bétons de chanvre confectionnés avec différentes chaux hydrauliques NHL et HL n'ont pas résisté à plus de 2 cycles. Béton Chanvre Tradical® a résisté à **20 cycles** donnant un résultat comparable à celui obtenu avec une pierre calcaire tendre.



Résistance à la compression

De même, les essais réalisés sur des bétons de chanvre confectionnés avec des chaux hydrauliques NHL et HL n'ont pas dépassé des résistances en compression de 0,46 Mpa alors que le Béton Chanvre Tradical® a atteint **1,46 Mpa**.

Ces résultats confirment les constats réalisés sur chantier et la possibilité d'utiliser les Bétons Chanvre Tradical® en dallage ou en remplissage de mur.



ACV

Les Bétons Chanvre Tradical® bénéficient depuis l'origine d'une analyse du cycle de vie réalisée par l'INRA à la demande du Ministère de l'Agriculture.

Référence du document : MAP 04B1 05 01

La durée de vie typique (DVT) est de **100 ans**

Confort sonore

Les Bétons Chanvre Tradical® apportent également des performances acoustiques en restauration et construction, et participent de l'amortissement des bruits intérieurs et extérieurs.

Indices d'affaiblissement acoustiques

Pour un mur de 30 cm en Béton de chanvre Tradical®

Parois extérieures et intérieures non enduites
PV essai BBRI n°AC 4956

R_w	R_{rose}	R_{route}
36 [-1;-5] dB	35,7 dB(A)	31,1 dB(A)

1 face brut - 1 face avec panneau hauteur d'étage 12.5 mm
PV essai BBRI n°AC 4956

R_w	R_{rose}	R_{route}
49 [-1;-7] dB	48,5 dB(A)	42,5 dB (A)

2 faces recouvertes de panneaux hauteur d'étage 12.5 mm
PV essai BBRI n°AC 4955

R_w	R_{rose}	R_{route}
51 [-2;-7] dB	50 dB(A)	44 dB(A)

Protection au feu

Depuis l'origine, les solutions Bétons Chanvre Tradical® ont fait l'objet de nombreux essais qui démontrent l'efficacité de ce matériau en cas d'incendie. A titre d'exemple, un mur de 30 cm d'ép. soumis à une température de 600 °C ne subit aucune élévation de température, ne se consume pas, ne dégage aucune fumée et ne diffuse aucune particule.

Ses qualités en font un véritable moyen de protection des utilisateurs ou résidents, et du système constructif ossature bois ou pan de bois notamment, pour l'ensemble des typologies architecturales (voir p.20 à 29).

Classement de la réaction au feu

Béton de Chanvre Tradical® - Application Mur
PV essai LNE n°P113132 DE/11

Classement = B - S1, d0

Béton de Chanvre Tradical® - Application Toiture
PV essai LNE n°P113132 DE/8

Classement = B - S1, d0

Enduit Hygrothermique Tradical®
PV essai LNE n°P113132 DE/7

Classement = A2 - S1, d0



Des Règles Professionnelles pour concevoir et mettre en oeuvre

Le cadre réglementaire

Depuis Avril 2007, la réalisation d'ouvrages en béton de chanvre se réfère aux Règles Professionnelles d'Exécution d'Ouvrage en Béton de Chanvre, validées par la C2P⁽¹⁾.

Elles ont pour but de garantir la qualité des ouvrages en s'appuyant sur :

1 - **La garantie de bon fonctionnement du matériau**, et plus précisément du couple liant+granulat chanvre : cette garantie doit être apportée par le fournisseur qui spécifie les composants à utiliser, les performances obtenues et s'engage sur le bon fonctionnement du couple chaux+granulat chanvre.

2 - **La maîtrise des produits et de la mise en oeuvre** dont l'applicateur doit faire preuve.

Elles « exigent la validation du bon fonctionnement des matériaux et des compétences des utilisateurs ».

Des solutions référentes

Tradical®, les premiers bétons de chanvre conformes aux Règles Professionnelles

Expérience et fiabilité

L'expérience acquise tant sur chantier qu'en laboratoire et la fiabilité des applications, ont fait des Bétons de Chanvre Tradical® les **solutions référentes** des 1ères Règles Professionnelles de ce domaine.

Depuis l'origine, leurs caractéristiques permettent à BCB de valider la conformité des Bétons Chanvre Tradical® pour les quatre utilisations prévues par les Règles Professionnelles (p.30) :

- Isolation de Toiture
- Isolation de Sol
- Application Mur
- Application d'Enduit



[1] La C2P, Commission Prévention Produits de l'Agence Qualité Construction, est mandatée pour analyser les textes professionnels relatifs à de nouvelles techniques <http://www.qualiteconstruction.com/c2p/role-et-missions.html>

Assurabilité : Les 3 engagements Tradical®



Garantie

Les 4 couples de produits des Bétons Chanvre Tradical® et Enduits Chanvre Tradical® bénéficient d'une RC fabricant, contrat SMABTP : ALPHA-BAT Fabricants N° 512806 E 1004.000



RESTAURER

et réussir son isolation

Répondre à la RT

L'objectif de l'amélioration énergétique du parc bâti existant est un enjeu majeur de la lutte contre le réchauffement climatique.

Restaurer le bâti ancien et lui apporter de la performance thermique impose de respecter les spécificités de chaque construction et en particulier :

- Conserver le confort d'été initial
- Eviter les risques de détérioration ultérieure du bâti par la création de points de condensation

- S'assurer que les travaux engagés conservent les transferts de vapeur d'eau au travers des parois.
- Respecter la valeur patrimoniale

Documents de références

(1) arrêté du 03 Mai 2007

(2) arrêté du 13 Juin 2008

(3) Valeur disponible sur le document de référence THU Ex, sur le site :

<http://www.rt-batiment.fr/batiments-existants>

Deux réglementations régissent la performance thermique pour le bâti ancien :

La RT Existant par Elément (1)

Elle s'applique à l'ensemble des bâtiments anciens :

- dont la SHON est inférieure à 1000 m²
- dont la SHON est supérieure à 1000 m² avec des coûts de rénovation thermique inférieures à 25 % de la valeur du bâtiment

Les performances attendues tiennent compte du performantiel du bâti existant, pour les parois opaques notamment.

Pour l'amélioration thermique Existant par Elément, chaque poste peut être traité point par point au fur et à mesure des travaux envisagés.

La RT Existant global (2)

Pour les bâtiments dont :

- la SHON est supérieure à 1000 m²
- le coût de rénovation est supérieur à 25 % du prix du bâtiment hors foncier

Les objectifs

- Une consommation énergétique comprise entre 80 et 165 kWh/m².an
- Une Amélioration du confort d'été

R mini Toiture (pente < 60°) = 4 m².K/W

↳ **Solution Tradical® Toiture Isolante**

- R = 4,1 avec ép. de 25 cm (Tradical® PF 70 + Chanvribat®)
- R = 4,1 avec ép. de 23 cm (Tradical® Thermo + Chanvribat®)

- Lorsque la mise en place de l'isolation conduit à une réduction > de 5% de la surface habitable, R est ramené à 3 m².K/W

R mini Toiture (pente > 60°) = 2,3 m².K/W

↳ **Solution Tradical® Toiture Isolante**

- R = 2,3 avec ép. de 13 cm (Tradical® PF 70 + Chanvribat®)
- R = 2,3 avec ép. de 12 cm (Tradical® Thermo + Chanvribat®)

- Lorsque la mise en place de l'isolation conduit à une réduction > de 5% de la surface habitable, R est ramené à 2 m².K/W

R mini Mur* = 2,3 m².K/W

↳ **Solution Tradical® Doublage Isolant**

- R = 2,35 avec ép. de 20 cm (Tradical® PF 70 + Chanvribat®)
- R = 2,35 avec ép. de 18 cm (Tradical® Thermo + Chanvribat®)

Exemple : Cas d'une rénovation d'un mur de moellons, avec mise en place d'une isolation intérieure,

Tenir compte de la performance initiale :

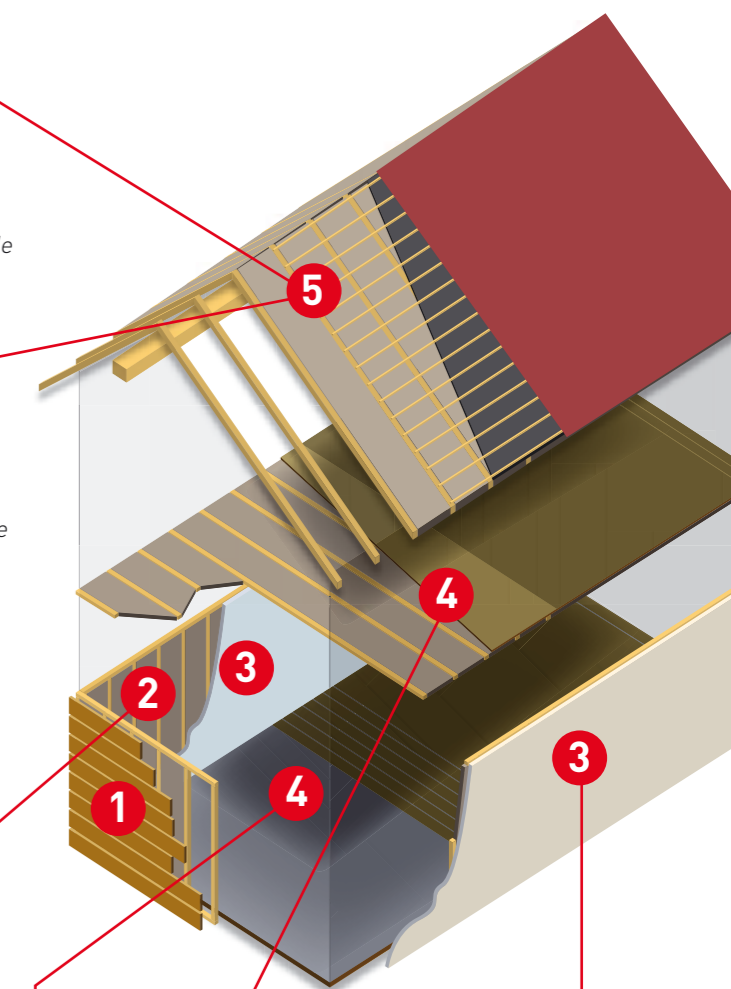
Pour un mur de pierre calcaire⁽³⁾ au λ de 1,7 W/(m.K) et d'une épaisseur de 50 cm, l'isolation intérieure en Béton Chanvre Tradical® se composera comme suit :

R total = R existant + R Doublage Isolant.

Pour R total = 2,3 et R existant = 0,29 (soit 0,50 / 1,7) R Doublage Isolant en Béton Chanvre Tradical® = 2,0

Pour être conforme à la RT, le Doublage Isolant Béton Chanvre Tradical® sera de 14 cm (avec Tradical® Thermo)

*Pour un habitat en zone H3 à une altitude < 800 m, R = 2 m².K/W. Dans ce cas l'épaisseur du Doublage est de 13 cm.



R mini plancher de comble perdu = 4.5 m².K/W

↳ **Solution Tradical® Doublage Isolant**

- R = 4,5 avec ép. de 27 cm (Tradical® PF 70 + Chanvribat®)
- R = 4,5 avec ép. de 25 cm (Tradical® Thermo + Chanvribat®)

R mini Plancher bas = 2 m².K/W

↳ **Solution Tradical® Chape Isolante**

- R = 2,1 avec ép. de 20 cm (Tradical® PF 70 + Chanvribat®)

Cas Particuliers

- **Les bâtiments classés ou inscrits à l'inventaire** Ils ne sont pas concernés par l'amélioration des performances thermiques lorsque les travaux d'enveloppe modifient l'aspect extérieur
- **Les bâtiments anciens constitués de matériaux spécifiques** bénéficient de la même exemption

Dans ces 2 cas, l'accès aux performances thermiques se fait au travers de l'isolation des parois par l'intérieur (ITI) avec un Béton de Chanvre Tradical® en application Doublage Isolant Tradical® ou avec un Enduit Hygrothermique Tradical® ou la combinaison de ces 2 applications.

Enduit chanvre

Cette application spécifique apporte un complément d'isolation par l'extérieur en remplacement d'enduits existants tout en préservant l'identité architecturale et patrimoniale des façades restaurées, et en s'insérant dans le peu d'épaisseur disponible.

L'enduit Chanvre s'applique aussi en intérieur dans le cas de faible recharge réalisable sur les murs existants. Il améliore la température surfacique des parois en supprimant l'effet "paroi froide" à l'origine de la sensation d'inconfort en période hivernale, source de chauffage excessif.



Répondre à la RT

Bâtiments neufs visés par la RT 2012 (1), depuis le 1^{er} Janvier 2013 :

- Habitations : Habitat individuel, Habitat Groupé, Immeuble Habitat Collectif
- Bâtiments du tertiaire : bureaux, établissements de santé, bâtiments d'enseignement et de recherche, hôtels, restaurants, commerces, équipements sports et loisirs, ERP en général...
- Bâtiments à usage industriel et artisanal

Béton Chanvre Tradical®, de part la modularité de son offre, s'adapte à toutes les typologies architecturales et à tous les systèmes constructifs.

Les réalisations MUR, SOL, TOITURE, bénéficient de l'efficacité de l'isolation répartie (pas de pont thermique).

La variété des finitions admissibles (enduit de chaux, bardage bois, zinc...) respecte les choix créatifs.

*Documents de référence
(1) arrêtés des 26 10 2010 / 28 12 2012 / 11 12 2014 / 19 12 2014*

Réussir sa conception

Concevoir un bâtiment RT 2012, c'est moduler les performances des différents éléments constitutif du bâtiment pour créer un performantiel global satisfaisant aux Bbio, Cep et Tic.

Béton Chanvre Tradical® s'intègre parfaitement à ce mode de fonctionnement par la facilité de gestion des épaisseurs des réponses en mur/sol/toiture.

Les exemples de case studies - p.24 à 29 - démontrent l'**adaptabilité des solutions**...pour des résultats RT 2012

Réussir le Confort d'été

Les épaisseurs des ouvrages en Bétons Chanvre Tradical® gèrent avec la **même efficacité** le confort d'hiver et le **confort d'été**.

Concrètement un mur de 30 cm (soit 2 sacs de Tradical® PF 70 + 1 sac de Chanvribat®) assure l'écrépage des températures comme suit :

EN ÉTÉ

- Température extérieur 30°C
- Température sur la paroi extérieure 55°C
- Température sur la paroi intérieure 22 à 24°C
- Température intérieure 22 à 24 °C

source : Cotita/suivi de température d'une maison en Béton Chanvre Tradical®, conçue par DB Chanvre.

C'est la propriété de changement de phase du complexe chaux/chanvre (p.10) qui génère cet écrépage. La fonction de refroidissement, par climatisation ou par ventilation naturelle de nuit, n'est plus nécessaire.

"Le mur régule dynamiquement"

La RT 2012 s'articule autour de 3 axes :

Efficacité énergétique du bâti

Elle est définie par l'indice **Bbiomax** (Besoins bioclimatiques du bâti) dont le calcul est fonction des caractéristiques du bâtiment, de sa localisation et altitude. Cet indice donne le cadre des réponses à apporter en énergie (chauffage, refroidissement et éclairage), sans préjuger des systèmes de solutions qui seront mis en place.

Consommation énergétique du bâtiment

Création d'un indice **Cepmax** qui définit la limite de la consommation globale en énergie.

Toutes les consommations sont prises en compte et intègrent : chauffage, refroidissement, éclairage, production ECS et auxiliaires

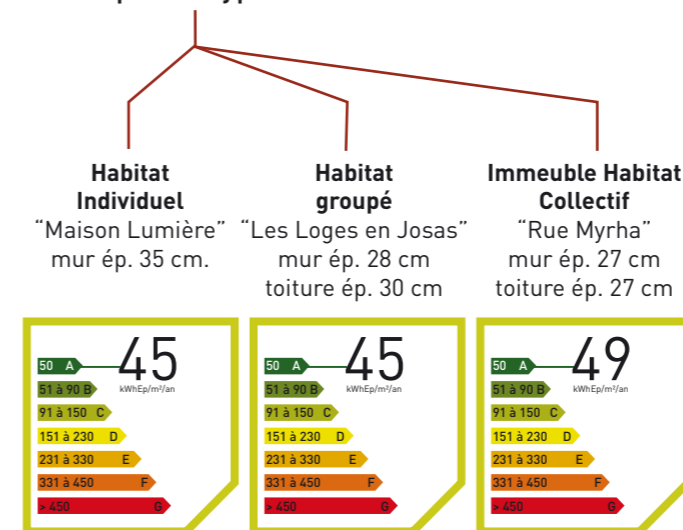
Cepmax* < 50 kWh/(m².an), valeur à moduler en fonction des paramètres : localisation/altitude, type de bâtiment, surface moyenne des logements, nature du combustible ou système utilisé pour le chauffage.

*Provisoirement, Cepmax logement collectif est < 57 kWh/(m².an)

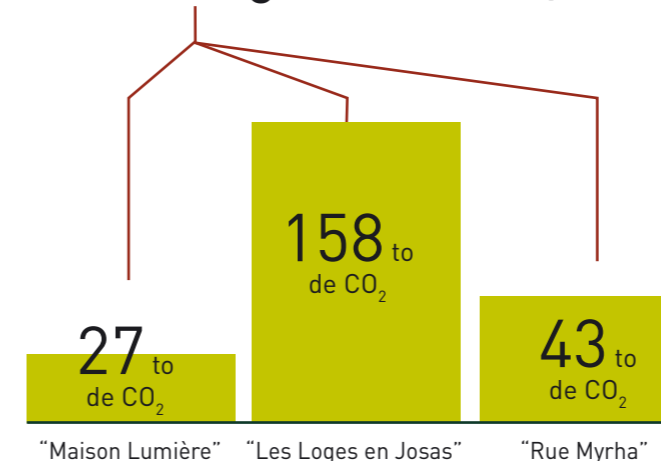
Confort d'été dans les bâtiments non climatisés

La conception de l'ouvrage doit assurer une température intérieure maxi **Tic** contenue sous un seuil **Tic_{réf}** à définir (en fonction de la localisation et du type de bâtiment), durant 5 jours consécutifs, les plus chauds, en été.

Exemples de Cep pour 3 types de bâtiments



Stockage Carbone Impact environnemental



Restaurer et Innover

La réhabilitation basse énergie de la Maison Diocésaine Odette Prévost à Chalons-en-Champagne est le parfait exemple des possibilités offertes par le Béton Chanvre Tradical® avec des objectifs de confort hygrothermique, acoustique et visuel.

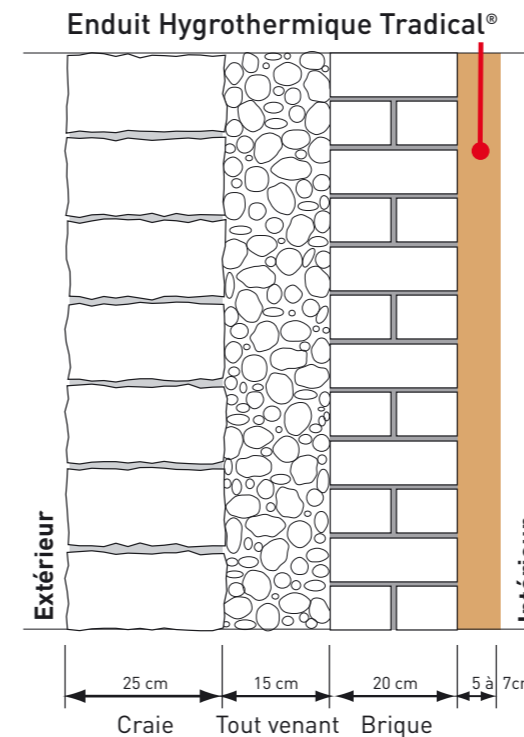
Le bâtiment du XIXè, à l'abandon durant plusieurs années, a fait l'objet d'une réhabilitation conséquente avec la réorganisation des aménagements intérieurs sur les 4 niveaux. Cet édifice pouvant ainsi recevoir de nombreuses associations sur un même site en bénéficiant d'un hall d'exposition, de salles de réunions et de documentation...

La filière locale végétale (bois, chanvre) a été privilégiée et a conduit le maître d'œuvre au choix de la solution Enduit Hygrothermique sur les parois verticales intérieures.

Ce complexe Chaux/Chanvre multifonctions et multi-supports apporte confort thermique et acoustique, ainsi qu'une régulation hygrique naturelle. Sa forte perméabilité à la vapeur d'eau est essentielle pour fonctionner en cohérence avec la construction préexistante dont le mur type composite est constitué de pierres de taille, de tout venant et de briques pleines. "Préserver le fonctionnement initial du mur évite durablement tout risque de dégradation". Le confort global étant aussi le résultat de l'amélioration de la température surfacique des murs qui supprime l'effet de parois froides.

La consommation énergétique constatée du bâtiment est de 84 KWh/m².an, et le positionne clairement dans la catégorie de la Réhabilitation Basse Energie.

ERP : Maison Diocésaine - Chalons en Champagne



Coupe verticale d'un mur

LE PROGRAMME

Localisation
Châlons-en-Champagne (dpt 51) - France

Nature des travaux

Rénovation/Transformation d'un bâtiment en ERP intégrant hall d'exposition, bureaux paysagers, salle de réunion, salle de documentation, logement de fonction.

LES ACTEURS DU PROJET

Maîtrise d'ouvrage
Association Diocésaine de Châlons-en-Champagne

Maîtrise d'oeuvre
• Méandre architecte

BE Thermique
• MCI THERMIQUES

Industriel concepteur et fournisseur de l'Enduit Hygrothermique Tradical®
• BCB-Tradical®

Livraison : 2004

Isolation Répartie Naturelle

1550 m²

Enduit Hygrothermique Tradical® PF 80 M + Chanvribat®

Performances de l'enveloppe

Enduit Hygrothermique

R = 0,47 m².K/W
 λ = 0,17 W/m.k
Ep. = 8 cm

Murs pierre

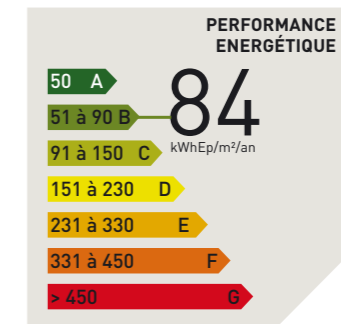
R total = 1,19 m².K/W
Niv 0 à 2 + niv 3 allège)

(R total = R pierre de craie + R tout venant + R brique terre cuite moy densité + R enduit chanvre/chaux)

Murs brique

R total = 1,07 m².K/W
Niv 3 hauteur de baies

(R Total = R enduit chaux + R brique terre cuite creuse + R enduit chanvre/chaux)



Surface shon
1650 m²



Restaurer et Innover

Le bâtiment accueillant la nouvelle Maison du Tourisme fut construit au début du XVI^{ème} siècle, dans l'ancien quartier de Foires de Champagne, réputées dans toute l'Europe moyenâgeuse.

Le maître d'œuvre a réalisé ici une restauration **respectueuse du bâti traditionnel** en utilisant des techniques d'aujourd'hui ayant fait leur preuve depuis plus de **15 ans** dans la vieille ville de Troyes, qui compte de très nombreuses restaurations de maisons en béton de chanvre Tradical[®].

Une parfaite adéquation avec les systèmes constructifs pans de bois

Les potentiels thermiques et hygriques et la compatibilité mécanique avec les pans de bois sont les atouts majeurs du Béton de Chanvre Tradical[®] pour une **isolation adaptée**.

Performance thermique

La valeur atteinte est à peine supérieure à 100 kWhEp/m²/an, et est éligible au label Bâtiment Basse Consommation Effinergie Rénovation. Troyes a ainsi été **lauréate du PREBAT 2011** Champagne-Ardenne « Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'énergie dans le Bâtiment », seule ville à être primée pour un bâtiment ancien.



Adrien Clergeot/Ville de Troyes



Adrien Clergeot/Ville de Troyes



Adrien Clergeot/Ville de Troyes

ERP : Maison du Tourisme - Ville de Troyes

Les + chantier

- Création d'une filière courte favorisant l'utilisation de matériaux locaux et durables
- Création d'une enveloppe isolante continue par le remplissage des murs pans de bois et de la toiture avec le même matériau Bétons Chanvre Tradical[®] pour une optimisation de la performance et une simplification du phasage chantier
- Finitions respectueuses de la perméance des murs :
 - EXTÉRIEUR : 300 m² d'enduit traditionnel à la chaux Tradical[®]
 - INTÉRIEUR : enduit hygrothermique Tradical[®] en 3 cm d'épaisseur
- Dans les sous-sols, partie archivage, mise en place d'une chape isolante Béton Chanvre Tradical[®].

LE PROGRAMME

Localisation
Rue Aristide Briand - Troyes - France

Nature des travaux
Construction d'un ERP

LES ACTEURS DU PROJET

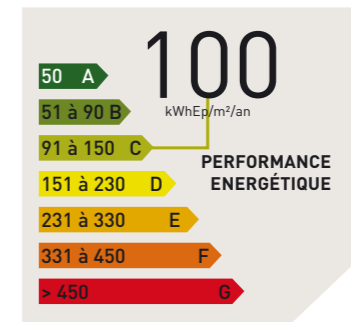
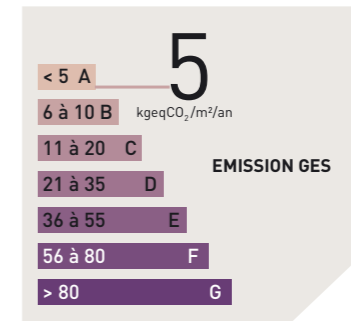
Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre :
Ville de Troyes

BE Thermique
• MCI THERMIQUES

Entreprise
• LEON NOEL

Industriel concepteur et fournisseur du Béton de Chanvre Tradical[®]
• BCB-Tradical[®]

Livraison
2^{ème} trimestre 2013



Amélioration de la performance par rapport à la situation avant restauration

Emission GES
Gain de 84 %

Performance énergétique
Gain de 51 %

Surface hors oeuvre nette
712 m²

Surface hors oeuvre nette créée
302 m²

Hauteur du bâtiment
14.80 m (R+2+combles)

Isolation Répartie Naturelle

645 m²
Béton de Chanvre Tradical[®] PF 70 + Chanvribat[®]

Performance de l'enveloppe

Mur pans de bois (305 m²)

$R = 3,53 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
 $\lambda = 0,085 \text{ W/m.k}$
Ep. = 30 cm

Isolation de toiture (340 m²)

$R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
 $\lambda = 0,06 \text{ W/m.k}$
Ep. = 30 cm

Construire et Innover

Habitat Individuel - Maison Lumière Temps - Clerguérec

*“Assister au spectacle de la Nature !”
La maison pointe vers le levant pour vivre
la course du soleil dès les 1^{ers} instants de la
journée. L’angle de vision à 250° pour suivre
le ciel qui change, le climat qui se manifeste...
les vues sont imprenables sur l’horizon.*

Bien-être

Yann Roïnnel, pour exhausser les souhaits du maître d’ouvrage, a conçu des volumes qui combinent clarté, verticalité et circulation le long d’un parcours à habiter. Être dedans/dehors, et profiter en tout temps de la lumière, vivre l’orage protégé...

Bio-Dynamique / Bio-Matériaux

Tournée vers la nature, la maison vit intensément au rythme du soleil, avec une eau chaude sanitaire solaire, un système de brise-soleil pour maximiser et maîtriser les apports des ouvertures Est/Sud.

Les matériaux de construction ont été choisis pour leur fonction :

- Le bois pour l’ossature, les menuiseries, le parquet à l’étage
- la terre crue pour constituer un mur de masse
- la terre cuite pour tempérer le sol
- le béton de chanvre des murs pour sa capacité à écrier les variations de températures, avec la même efficacité en été comme en hiver et maintenir en permanence une température intérieure équilibrée, complétée par sa fonction de régulation hygrique qui génère la qualité de l’air.

Pour renforcer ce confort du quotidien, le choix d’une ventilation naturelle s’est imposée, concrétisée par le pilotage des châssis hauts.

Liberté de conception architecturale

Au final, simplicité et sobriété surgissent comme résultante d’un acte de création qui conserve toute sa liberté grâce à la grande adaptabilité du béton de chanvre.

Performance de l’enveloppe

Niveau BBC Neuf

Isolation Répartie Naturelle

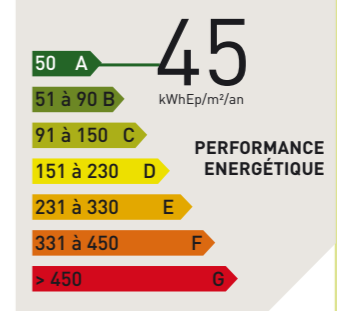
96 m³

Béton de Chanvre
Tradical® PF 70 +
Chanvribat®

Mur de façade

275 m²

R = 4,1 m².K/W
 $\lambda = 0,085$ W/m.k
Ep. = 35 cm



Chauffage

6 stères /an

Les + conceptions

- Eau chaude solaire
- Poêle de masse
- Ventilation naturelle
- Toiture végétalisée
- Récupération des eaux de pluies

La maison

- Surface SHON : 185 m²
- Surface Sol : 130 m²
- Fin du chantier : 2011

LES ACTEURS DU PROJET

Maîtrise d’ouvrage : privée

Maîtrise d’œuvre

- Yann ROÏNNEL architecte
11 place St Pierre - 28000 Chartres
www.a-sphère.architecte.com

Application Béton de Chanvre

- Entreprise ACEIS
ZA la Biardel - 35520 - La Mézière

Industriel concepteur et fournisseur
du Béton de Chanvre Tradical®

- BCB-Tradical®

Livraison : 1^{er} trimestre 2011



Construire et Innover



Habitats groupés - Les Loges-en-Josas

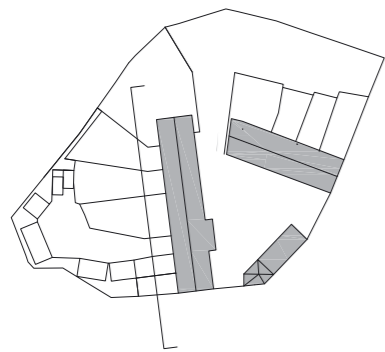


Il s'agit du 1^{er} programme de promotion privée ossature bois/béton de chanvre, pour un habitat groupé. L'opération se situe en site classé, sur un terrain de 5300 m², au coeur du village des Loges-en-Josas, dominant d'un côté la vallée de la Bièvre.

Préserver l'identité du lieu

Ce programme intègre 10 logements de tailles différentes, dotés de jardins privatifs. 3 bâtiments dont une grange du XVIII^e, organisés autour d'une cour, composaient le site. Leur état de détérioration n'a pas permis leur conservation. Mais les gabarits et implantations ont été respectés pour le neuf. L'enjeu du projet résidait en "la transformation d'un ouvrage rural ancien pour une adaptation aux usages contemporains"

La longère, bâtiment récurrent de l'Île de France, trouve ici sa déclinaison moderne. Les appartements sont traversants et bénéficient d'ouvertures toute hauteur pour accroître la luminosité. Des percements de façades aléatoires font référence aux modifications qui marquent au fil du temps le dessin initial des ouvrages, où comment conserver l'esprit de ferme !



Un système reproductible

La rationalisation du processus de la construction s'est traduite par la conception d'une trame assurant la création de modules de 5 à 7 m de longueur par 2,70 m de hauteur. Ce système de semi-préfabrication présente de nombreux avantages : manutention et transport de structures légères, facilitation du stockage sur site, rapidité d'assemblage.

Pour une réelle isolation répartie

La performance thermique est d'autant valorisée avec une application du béton de chanvre sur place après montage. Il en résulte une pose en continue aussi bien en façade qu'en toiture. L'ensemble des points d'assemblages sont "noyés" dans l'épaisseur du complexe chaux/chanvre, avec un enrobage parfait de tous les points singuliers, L'ossature des parois verticales est déportée sur la face intérieure. Ce choix permet la pose de panneaux hauteur d'étage à la triple fonction : contreventement/support du revêtement de finition intérieur (enduit mince à la chaux) et fond de coffrage. Ce choix conduit à un recouvrement de 15 cm de l'ossature verticale et des zones de liaison avec le solivage du plancher notamment.

Une enveloppe efficace

La performance énergétique est conforme aux exigences de la RT 2012.

LE PROGRAMME

Localisation
Rue de la Folie
Les Loges en Josas

Nature des travaux
Construction de 10 maisons individuelles groupées

LES ACTEURS DU PROJET

Maîtrise d'ouvrage :
SCI Vallée de la Bièvre

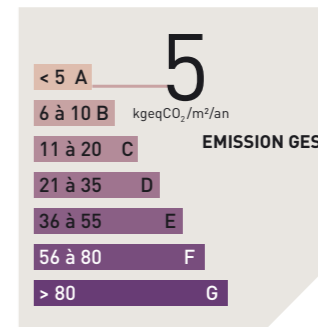
Maîtrise d'œuvre
• DLA Dumont-Legrand architectes
1 rue du Lieuvain - 75015 Paris
www.dumont-legrand.fr

• LM Ingénieur
BE Structure Enveloppe Environnement
13 rue Chapon - 75003 Paris

Entreprise générale
• JR BAT

Industriel concepteur et fournisseur du Béton de Chanvre Tradical®
• BCB-Tradical®

Livraison
1^{er} trimestre 2015



Performance de l'enveloppe
Niveau BBC Neuf



Isolation Répartie Naturelle
552 m³
Béton de Chanvre Tradical® PF 70 + Chanvribat®

Mur isolant
900 m²
R = 3,3 m².K/W
λ = 0,085 W/m.k
Ep. = 28 cm

Les + conceptions
• Eau chaude solaire
• Poêle de masse
• Ventilation naturelle

Toiture isolante
1000 m²
R = 5 m².K/W
λ = 0,06 W/m.k
Ep. = 30 cm



L'important programme de réhabilitation de la rue Myrha à Paris, XVIIIè, donne sa place à l'innovation avec ce bâtiment qui est le 1^{er} immeuble de logements sociaux associant ossature métallique et béton de chanvre.

L'argument du poids

Le Béton de Chanvre Tradical® est un béton ultra-léger de 330 kg/m³ comparé au 2,23 to/m³ du béton armé. Avantage considérable sur site parisien, qui a permis à l'agence NORTH BY NORTHWEST architectes et au bureau d'étude LM INGENIEUR de réduire l'emprise des fondations à 3 m de profondeur, ouvrage complété par des injections à 40 m.

Un impact environnemental réduit

Le bilan carbone du projet est également très favorable puisque l'empreinte du poste construction est **réduite de 60 %** par rapport aux attentes du plan Climat Paris, et ne représente plus que 1/4 du bilan carbone total (utilisation+construction) par rapport à un système constructif classique, sur 40 ans.

Les + chantier

- Phasage efficace en 3 étapes : fondation béton armé, ossature principale métallique et remplissage Béton de chanvre Tradical®
- Les murs chanvre et chaux acceptent un vaste registre de revêtements de finition : zinc, chaux, bois, métal
- Chantier propre avec une emprise minimisée sur l'espace urbain

LE PROGRAMME

Localisation
37 rue Myrha Paris 18^{ème}
Secteur du « Château Rouge »

Nature des travaux

Construction d'un immeuble de 4 logements sociaux et d'un local d'activité

LES ACTEURS DU PROJET

Maîtrise d'ouvrage : RIVP

Aménageur de la zone : SEMAVIP

Maîtrise d'œuvre

• North by Northwest architectes (NXNW)
42 Rue d'Avron, 75020 Paris
www.nxnw.fr

• LM Ingénieur BE
BE Structure Enveloppe Environnement
13 rue Chapon - 75003 Paris

• MDETC économiste

Entreprise générale

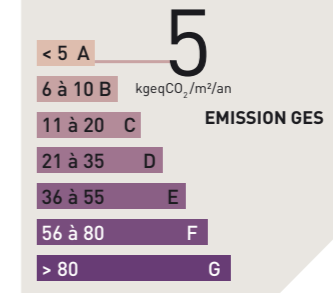
• TEMPERE CONSTRUCTION

Industriel concepteur et fournisseur du Béton de Chanvre Tradical®

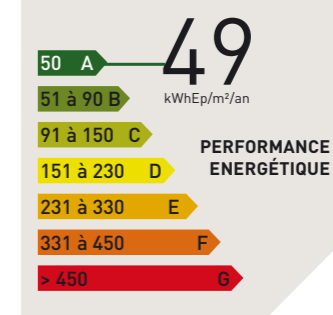
• BCB-Tradical®

Livraison

1^{er} trimestre 2014



Performance de l'enveloppe
H&E Performances profil A



Isolation Répartie Naturelle
150 m³
Béton de Chanvre Tradical® PF 70 + Chanvribat®

Mur de façade
R = 3,17 m².K/W
λ = 0,085 W/m.k
Ep. = 27 cm

Surface du bâtiment
570 m² SHON

Surface des logements
345,78 m²

Hauteur du bâtiment
R+5 (avec retrait)

Profondeur d'infrastructure : 3 m
Injection à 40 m

Toiture
R = 4,5 m².K/W
λ = 0,06 W/m.k
Ep. = 27 cm

Confort acoustique

40 dB entre logements et parties communes
53 dB entre logements

Les + conceptions

- Eau chaude sanitaire solaire
- Récupération des eaux pluviales



LM Ingénieur



La chaux aérienne

La chaux aérienne est issue de la cuisson à 900° C des roches calcaires les plus pures. Dans toutes les civilisations et sur tous les continents, l'homme a su tirer parti de ce matériau sain et naturel dans la construction d'ouvrages aussi divers que : fondations, ponts, adduction d'eau, étanchéité, cuvelage, maçonneries, enduits et badigeons.

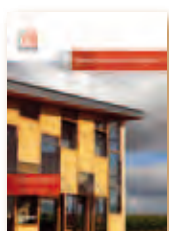
La chaux aérienne produite aujourd'hui par les usines du Groupe Lhoist est, grâce à la maîtrise de toute la chaîne de production, un matériau moderne permettant l'élaboration de produits de haute technologie.

Les chaux aériennes BCB, pures ou formulées reçoivent le label Tradical® grâce aux exigences qualitatives élevées de ses produits : régularité de la finesse, taux de chaux libre très important, stabilité...

Documentation



**Maçonnerie &
Enduire
à la chaux**



**Isolation
Naturelle
Béton de
Chanvre**



**Chaux
Intérieur**



**Réparer
la Pierre**



**Monuments
Historiques**

Visitez notre site
www.bcb-tradical.com



**Lhoist Southern Europe
BCB**

Adresse: ZAC de Valentin
rue du Choumois - BP 3011
25045 BESANÇON cedex
Tel. + 33 (0)3 81 47 40 10
Fax + 33 (0)3 81 47 40 19
contact@bcb-tradical.com
www.bcb-tradical.com