



ARTISANAT & ENVIRONNEMENT



POUR LES
ARTISANS

GUIDE DES ÉCOMATÉRIAUX

FASCICULE FILIÈRES/MATÉRIAUX



> CONSTRUCTION
> ISOLATION

> FINITIONS



LE RÉSEAU DES CMA S'ENGAGE DURABLEMENT À VOS CÔTÉS

POUR TIRER PARTI DES RESSOURCES LOCALES

Historiquement, l'économie de la région Centre est fortement marquée par l'agriculture. Entre Beauce, Berry et Sologne, un important potentiel de production agricole existe : bois, paille, mais aussi chanvre ou lin. Ces produits ou sous-produits agricoles issus d'une production locale subissent, bien souvent, leur première transformation sur le territoire. Ils peuvent ainsi être valorisés dans la construction en tant qu'agromatériaux* au même titre que les produits issus de la réutilisation (ouate de cellulose, textile recyclé).

Au-delà de leurs intérêts thermique, sanitaire et environnemental, les écomatériaux offrent une cohérence économique et sociale pour un territoire.

POURQUOI UTILISER LES RESSOURCES LOCALES DE LA RÉGION CENTRE ?

Le parc immobilier représente un enjeu majeur d'un point de vue énergétique et climatique : il équivaut à 54 % des consommations d'énergie en région Centre, soit 34 % des émissions de gaz à effet de serre* (GES)¹.

C'est pourquoi il faut avoir une réflexion globale sur l'efficacité des matériaux, leur origine (prise en compte de l'énergie grise*) et leurs émissions de GES en amont de chaque projet. Cela incite fortement à recourir aux matériaux disponibles sur le territoire.

La disponibilité locale des écomatériaux est un véritable atout pour réduire l'impact environnemental de la construction sur un territoire.



1. Un intérêt pour les artisans, pour le client et pour l'économie du territoire

La mise en place d'une filière locale et son développement économique vont dépendre à la fois de la qualité de l'offre mais aussi de la demande. Une demande forte en écomatériaux peut être impulsée par les acteurs et les habitants de ce même territoire. Cela implique une coopération entre les différents intervenants : producteurs, transformateurs, collectivités, associations, artisans, chambres consulaires et organisations professionnelles, architectes, bureaux d'études, etc.

¹ Source NOMADES - Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits biosourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois) - Août 2012

Le développement de filières courtes représente donc une véritable opportunité pour l'économie locale : elles permettent de dynamiser des territoires ruraux en perte d'emplois. Notons également que ces savoir-faire et les emplois ainsi créés ne sont pas délocalisables.

Les écomatériaux représentent également un moyen de valoriser le patrimoine bâti local : savoir-faire ancestral, bâti traditionnel ou encore ressource historique (chanvre en Touraine par exemple).

Recourir aux écomatériaux, c'est favoriser l'économie locale.

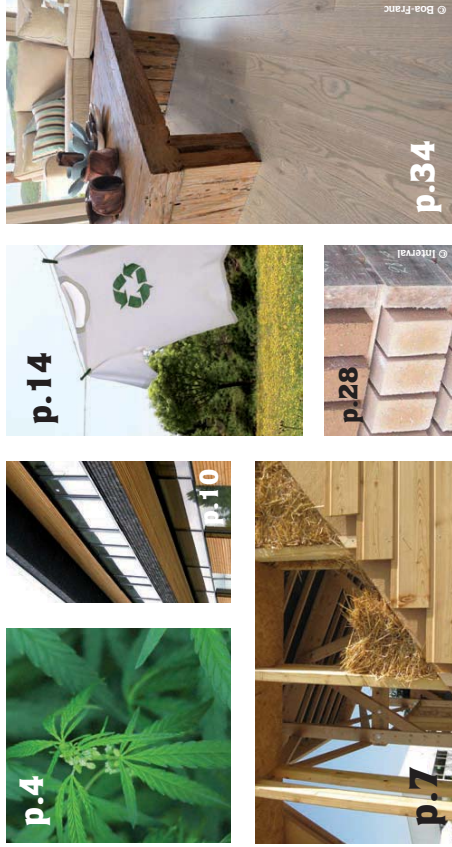
2. Des filières en plein développement

La région Centre offre un véritable panel d'écomatériaux, qu'ils soient issus de matières recyclées ou naturelles :

- chanvre, paille et bois ;
- pierre, terre crue ;
- ouate de cellulose, textile recyclé...

Dans la lignée du premier fascicule du Guide des Écomatériaux pour les Artisans, ce second opus s'intéresse de manière plus approfondie aux filières présentes sur le territoire (état des lieux, perspectives de développement, exemple de réalisation...). Par ailleurs, des fiches techniques détaillées apporteront des compléments techniques indispensables pour la sélection des divers matériaux (caractéristiques techniques, sanitaires, environnementales, aspects réglementaires...).

Ce second livret présente les filières d'écomatériaux en région Centre et recense une base d'informations pratiques sur laquelle chaque artisan pourra s'appuyer.



AU SOMMAIRE

CHAP 1 - Les écomatériaux au service de la construction et de l'isolation 4-14

- La filière chanvre 4-6
- La filière paille 7-9
- La filière bois 10-12
- La filière ouate de cellulose 13
- La filière textile recyclé 14

CHAP 2 - Les fiches techniques 15-29

- Mode d'emploi 15
- La laine de chanvre 16-17
- Le béton de chanvre 18-19
- La botte de paille 20-21
- La fibre de bois 22-23
- La ouate de cellulose 24-25
- La laine de textiles recyclés 26-27
- La brique de terre crue comprimée 28-29

CHAP 3 - Les écomatériaux au service de la finition 30-34

- Les peintures et enduits 30-32
- Les revêtements de sol 33-34

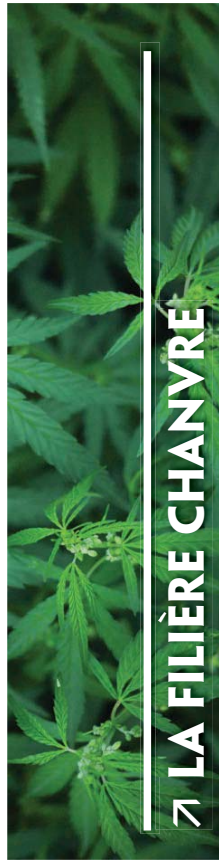
Partenaires 35

Les astérisques vous signalent que la définition du mot est consultable dans la partie Glossaire à la page 19 du fascicule sensibilisation.



SOURCES DOCUMENTAIRES

- Dossier Le Guide des isolants**, revue La Maison Écologique n°67, février-mars 2012
- Guide isolation thermique**, EIE du Centre
- Fiches sur les matériaux isolants**, Pôle Ecoconstruction du Limousin
- Guide de choix - Isolation**, CD2E Nord-Pas-de-Calais, 2008
- Les écomatériaux dans l'aménagement et la construction en Ile-de-France**, MEEDDM, juin 2010
- Documentation des fabricants**



LA FILIÈRE CHANVRE

1. Présentation du chanvre

Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) est une plante annuelle, d'origine asiatique. L'intégralité de la plante peut être valorisée. Elle est composée :

- des graines, autrement appelées chiévèvis ;
 - de la tige contenant la fibre et la chènevotte (cœur de la paille de chanvre).
- La culture du chanvre présente de nombreuses qualités agronomiques et environnementales : pas de pesticide, peu ou pas de fertilisant, pas d'irrigation et une bonne rotation.

Pour être cultivé en France, le chanvre doit obligatoirement provenir de semences de variétés certifiées en laboratoire (variété dont la teneur en THC est inférieure à 0,2 %). Seules sept variétés françaises, produites en Sarthe et inscrites au Code de Santé Publique, sont autorisées à la multiplication en France. Elles sont les plus utilisées en Europe de par leur qualité.

Les usages spécifiques du bâtiment

Les composants de la tige (fibre et chènevotte) peuvent servir à :

- l'isolation de la toiture, des planchers, des combles perdus ou encore des murs (laine vrac, panneau ou rouleau) ;
- la fabrication d'enduits décoratifs ou d'enduits correcteurs thermiques (mélange de chènevotte avec de la chaux) ;
- la fabrication de béton de chanvre, de brique de chanvre ou de dalle isolante (mélange de chènevotte avec de la chaux).



1. Chènevotte | 2. Béton de chanvre | 3. Bloc de béton de chanvre | 4. Enduit chaux-chanvre | 5. Laine de chanvre

2. La filière locale en région Centre

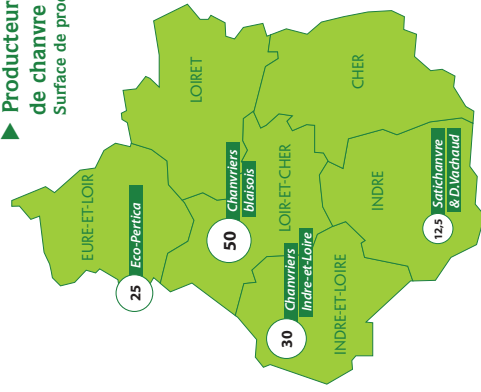
Production

Notre région a une longue tradition de production du chanvre, notamment au début du XX^{ème} siècle. Destinée autrefois à un usage textile puis à la papeterie, cette culture a connu une chute de production importante entre les deux guerres (concurrences du coton américain puis des fibres synthétiques) et s'est maintenue de manière anecdotique jusqu'à la fin des années 90.

Depuis 10 ans, certains producteurs ont relancé une production à destination de la construction. Ainsi le chanvre est présent dans 4 départements : Eure-et-Loire, Indre, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, via 15 producteurs répartis en 4 groupes distincts (carte ci-contre).

Producteurs de chanvre en 2012

Surface de production en ha



Source : Etude Alter Energie 2012

fabrication de briques de chanvre pouvant produire jusqu'à 200 briques par jour, correspondant à une production annuelle de 80 ha de chanvre. Celles-ci sont réalisées à partir d'un mélange de chènevotte et de chaux naturelle.

Une démarche d'évaluation technique a été entreprise : un dossier de demande de Pass'Innovation a été déposé au CSTB. Construire éco s'inscrit également dans une démarche de caractérisation des briques en partenariat avec le département de Science et Génie des Matériaux de l'Institut Universitaire de Technologie de Blois. Enfin, l'association participe avec l'Université d'Orléans et le laboratoire PRISME à un Appel à projet d'intérêt régional « Recherche et Innovation » lancé par la Région Centre qui a pour but d'étudier la conception, la fabrication et la mise en œuvre d'un béton bio-sourcé tout en évaluant l'énergie grise*.

www.construireco.org

Panneau préfabriqué :

Maison Naturelle en Béton Chanvre – MNBC (Neung-sur-Beuvron) développe des parois préfabriquées composées d'un béton allégé structurant qui constitue la partie extérieure, la partie intérieure étant composée de béton de chanvre alliant chaux, chènevotte et pouzzolane (roche volcanique). Cela en fait une structure auto-porteuse permettant de construire des ouvrages allant jusqu'à cinq étages.

La mise en œuvre des panneaux respecte le DTU des préfabriques lourdes. Suite à un Pass'Innovation du CSTB, l'entreprise est aujourd'hui dans l'attente d'un Avis Technique.

Ce procédé a été mis en œuvre pour une maison témoin à Fontgoumand (36), ainsi que dans un projet d'hôtel à Anney.

Plusieurs projets sont programmés en région Centre, notamment au sein de l'éco-quartier de Monconseil à Tours.

www.monconseil.tours.fr/operation/square-garden

3. Perspectives de la filière

Différentes initiatives permettent aux producteurs de chanvre de travailler à l'amélioration de leurs produits. Les questions de la valorisation des fibres et de la caractérisation des produits sont le principal axe de travail des acteurs de la filière en région Centre.

La quasi-totalité de la production de 2011 a été valorisée :

- 350 t de chènevotte, utilisées principalement pour réaliser des dalles de chanvre. A noter, qu'en moyenne, pour réaliser une dalle de 90 m² et de 12 cm d'épaisseur, on utilise environ 1 t de chènevotte ; soit 350 dalles de 90 m² réalisées en béton de chanvre ;
- 150 t de fibres utilisées pour réaliser des cloisons, soit 435 cloisons de 25 m² isolées avec de la laine vrac.

En 2012, plus de 100 ha de chanvre ont été mis en culture sur l'ensemble de la Région Centre.

Transformation fermière

On appelle transformation fermière, lorsque le chanvre est transformé directement par l'agriculteur (ou le groupement d'agriculteurs) qui le cultive. Les produits obtenus se limitent à différentes qualités de chènevottes et de laines. On parle également de 1^{ère} transformation. La 2^{ème} étant celle effectuée par les industriels et permettant de produire des matériaux de type brique de chanvre, rouleau ou panneau de laine de chanvre...

A ce jour, la transformation fermière domine en région Centre.

Il existe plusieurs groupes de producteurs distincts :

- associations : Saitchanvre (suivi par le CIVAM 36) et Ecochanvre 86 (www.ecochanvre86.fr) ;
- Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC) : Eco-Pertica (www.ecopertica.com/Sativa_Pertica) ;
- Société à Responsabilité Limitée (SARL) : Les Chanvriers Blaisois (www.chanvriers-blaisois.fr/) ;
- producteur : Didier Vachaud travaille seul dans le sud de l'Indre.

D'autres groupes de producteurs non structurés disposent d'un accompagnement. En Indre-et-Loire, un groupe est suivi par Alter énergies.



Seconde transformation

En région Centre, deux entreprises de seconde transformation sont présentes. L'une d'elles utilise du chanvre local (37).

Brique de chanvre :

Construire'Eco (Montreuil-en-Touraine) a mis au point une unité de

4. Acteurs en région Centre



ALTER ÉNERGIES

L'association Alter'énergies accompagne les différents groupes de producteurs de la région en vue d'améliorer la 1^{ère} transformation du chanvre. Un travail important sur la caractérisation du chanvre est aujourd'hui mené entre agriculteurs et artisans : groupe de travail, visite des sites de transformation (Perche, Loir-et-Cher, Touraine), recherche d'outils et de financements pour mettre en place cette caractérisation.

Alter'énergies participe activement à la vie de l'association nationale Chanvriers en Circuits Courts (participation aux différentes rencontres techniques ; présentation des Règles Professionnelles du Chanvre et de la démarche de garantie participative).



VALBIOM CENTRE

VALBIOM CENTRE se concentre sur la 2^{ème} transformation, pour que les industriels de la filière puissent accéder à un chanvre répondant à leurs critères de qualité : taux de poussière et collage. Les missions du cluster VALBIOM CENTRE sont d'assurer l'émergence de projets des entreprises du territoire régional, en assurant un accès facilité au marché (levier de la commande publique, sensibilisation des prescripteurs, confiance des donneurs d'ordre dans ces nouveaux matériaux) et en proposant des outils financiers et techniques favorisant l'innovation et la Recherche & Développement dans les PME (plateformes, partenariats).

Étude en cours : structuration de la production et de la 1^{ère} transformation du chanvre et du lin oléagineux en région Centre en partenariat avec Constructions et Bioressources.

Au niveau national

Plusieurs acteurs fédèrent, structurent, et dynamisent la filière chanvre au niveau national :

- > **Construire en Chanvre** : www.construction-chanvre.asso.fr
- > **Constructions & Bioressources** : www.constructions-bioressources.org
- > **Chanvriers en Circuit-Court** : www.afip.asso.fr/spp.php?article189

5. Cadre réglementaire

Après une version provisoire en 2007, les Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton et mortier de chanvre ont été définitivement validées le 31 Janvier 2012 par la C2P (Commission Prévention Produit) de l'AQOC (l'Agence Qualité Construction).

► Fascicule Sensibilisation - Chap. 8 : Assurances

Ce document de référence définit la qualité de la réalisation et les seuils de performance exigés pour chacune des mises en œuvre de mortier et béton de chanvre. Il est disponible sur le site de l'association Construire en Chanvre.

Actuellement, les Règles Professionnelles couvrent :

- l'isolation de toiture en béton de chanvre ;
- l'isolation de sol en béton de chanvre ;
- les murs en béton de chanvre ;
- les enduits en mortier de chanvre.

► EXEMPLE DE RÉALISATION



© Dominique DACOSTA

© Eddy FRUCHARD

DESCRIPTIF

Localisation : Semblançay (37)
Type de bâtiment : maison à usage d'habitation
Année de réalisation : 2010
Objectifs : construire une maison en bois et répondre aux contraintes du PLU

Maître d'ouvrage : particuliers
Maître d'œuvre : Société MAHIDE, maçon et Dominique DACOSTA, artisan-formateur

ENTREPRISES

Murs et ossature / couverture : bois et paille / charpente - Eddy FRUCHARD
Maçonnerie : Société MAHIDE

Surface : 106 m²
Consommation énergétique à l'année pour le chauffage et l'électricité :
■ Électricité : 500 €/an (appoint du ballon d'eau chaude)
■ Poêle à bois : 4 stères de bois/an
Coût total : 230 000 € HT hors terrain et installations de chauffage et ECS (poêle à bois et panneau solaire thermique)
Coût au m² : 2 170 € HT

Matériaux employés

- et process mis en œuvre** :
- Murs en ossature bois noyée dans du béton de chanvre banché
 - Type de chanvre : chènevotte industrielle et filière courte
 - Cloisons intérieures remplies en BTC et enduites à la terre
 - VMC double flux
 - Isolation en ouate de cellulose
 - Récupération d'eau de pluie
 - Chauffage : poêle à bois

Ce chapitre a été réalisé en partenariat avec l'association Alter'énergies

► LA FILIÈRE PAILLE

1. Présentation

L'utilisation de bottes de paille dans la construction remonte à l'invention de la botteleuse agricole au XIX^{ème} siècle et a fait ses preuves dans de nombreuses constructions aux Etats-Unis.

En France, la plus ancienne construction remonte à 1921. Il s'agit de la maison Feuillette, à Montargis (45), qui est en très bon état et qui consomme 110 kWh/m²an (équivalent RT 2005). Néanmoins, ce procédé ne s'est développé véritablement qu'à partir des années 1980. Aujourd'hui, près de 3 000 constructions en paille sont recensées en France¹, dont plus d'une centaine en région Centre².

Particularité de la région Centre, ce développement de la construction paille a été initié par les auto-construc-teurs et un réseau associatif très actif³. Aujourd'hui, la professionnalisation de la filière est lancée avec de plus en plus d'entreprises, architectes et artisans développant des bâtiments en paille : habitations, écoles, crèches, bâtiments industriels...

Dans la majorité des cas, un bâtiment isolé en paille est plutôt un bâtiment avec une structure porteuse bois et une isolation paille. La paille utilisée est majoritairement la paille de blé (réglementairement autorisée).

Les usages spécifiques du bâtiment



- On retrouve de la paille sous différentes formes dans le bâtiment, pour différents usages :
- Isolation et supports d'enduits : murs, toitures, planchers, remplissage de colombages ;
 - Gros œuvre : constructions en murs autoporteurs selon plusieurs techniques :
 - ossature bois : préfabrication en atelier ou réalisation sur chantier ;
 - poteau-poutre ;
 - technique du GREB : double ossature bois légère et remplissage en bottes de paille, avec un finissage par un enduit avec mortier léger pour isoler la paille ;
 - Plus occasionnellement la technique « Nebraska » : paille porteuse, enduits terre ou chaux sur les murs ;
 - Enduits isolants : torchis ;
 - Couverture : toiture en chaume ;
 - Cloisons intérieures : panneaux de paille comprimés.

2. La filière locale en région Centre

Production

La région Centre figure parmi les premières régions céréalières de France, elle produit 1/9 de la production nationale. Près de 46 % de la surface agricole utile du territoire est cultivée en céréales (hors maïs)⁴.

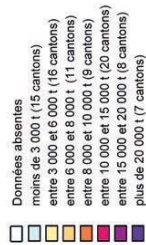
En moyenne, 1 ha de céréales produit 5 tonnes de paille. La production régionale avoisine les 8,5 millions de tonnes. Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) a estimé les besoins en paille pour la construction d'une maison de 100 m² au sol à environ 500 bottes, soit environ 10 tonnes, l'équivalent de 2 ha de blé.

1. Source : Réseau Français de la Construction Paille - RFCP
2. Source : Approche Paille - Région Centre : territoire pilote pour la structuration de la filière construction paille - Etat des lieux de la filière construction, Mai 2012.
3. Source : NOMADPIS - Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et lieux économiques du secteur et des filières, Juin 2012.
4. Source : AGRESTE - statistiques récolte annuelle 2009.



Source : La Science et la Vie n°56
1921 - Paille rédigée par Gustave Lamahie.

► Potentiel de prélèvements de pailles par canton de la région Centre

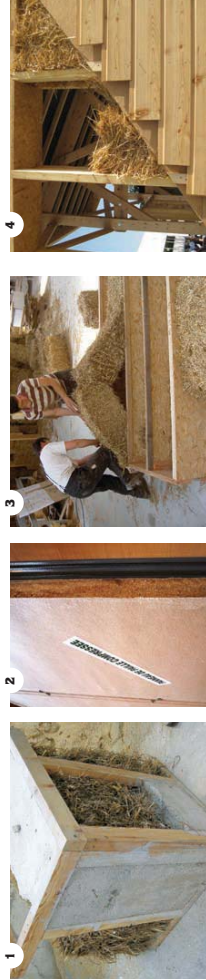


Sources : élevage RGA2000, Paille ONC2005, C337, C242, Chambre Régionale d'Agriculture du Centre

- La paille a ensuite plusieurs débouchés :
- un retour au sol pour fertiliser la terre⁵ ;
 - une utilisation pour l'élevage en interne de l'exploitation (sur les exploitations mixtes) ;
 - une récolte commercialisée pour l'élevage ;
 - une valorisation non alimentaire (construction notamment).

Différentes études ont cherché à estimer le potentiel théorique qui pourrait être dédié à la valorisation non alimentaire⁶. Les résultats sont très variables selon la prise en compte ou non de la volonté des agriculteurs à vendre leur paille. La question de la concurrence entre les différents usages et le prix de la paille sont aussi des points à soulever.

Il faut cependant noter que même avec le potentiel mobilisable le plus faible, les besoins pour la construction de logements seraient largement couverts. En effet, en 2010, 12 321 logements ont été construits en région Centre (source MEDDTL). S'ils avaient tous été construits en paille, 123 300 t de paille auraient été nécessaires, soit 15 % du potentiel mobilisable.



1. Technique du CREB | 2. Panneau de paille compressée STRAMIT © | 3 et 4. Technique « Maisons préfabriquées » © C. Desmichelle & C. Natali

Transformation agricole

Ce sont généralement les agriculteurs qui réalisent les bottes de paille à l'aide d'une batteuse. Les dimensions des bottes pour la construction varient et s'adaptent selon les ouvrages. En moyenne, les bottes mesurent 36 cm de haut, pour 47 cm de large et 80 à 110 cm de long.

Caissons préfabriqués

Les murs, et parfois les toitures et planchers des bâtiments, sont assemblés en atelier et transportés semi-finis sur le chantier. Le degré de préfabrication des caissons peut être élevé et aller jusqu'à l'incorporation des gaines électriques dans les parois.

La pose des parois ne prend que quelques jours et limite le temps d'intervention en extérieur. Cette technique est également appelée « technique autrichienne ».

3. Perspectives de la filière

Le Conseil Régional du Centre a commandé, en 2011 et 2012, deux études sur la structuration d'une filière paille sur le territoire :

- sur la **filière production**, pour une structuration de l'ap-provisionnement en bottes de paille, menée par l'association Alter'Energies ;
- sur la **filière construction**, pour une structuration de l'offre en bâtiments paille, menée par l'association APPROCHE Paille.

Pour la **production**, une phase de sensibilisation auprès des agriculteurs est nécessaire pour les inciter à valoriser leur paille, et à améliorer la qualité des bottes.

À moyen terme, la contractualisation de la fourniture en paille et la création de plateformes de stockage maillant le territoire régional est à envisager.

Pour la **construction**, la priorité est de faire connaître la construction paille à travers diverses manifestations, et augmenter le nombre de professionnels formés et compétents sur cette technique. Le développement de la demande en construction paille passe également par la connaissance par les maîtres d'ouvrage, publics comme privés, de ce mode constructif, et par la mise en place d'incitations financières sur l'utilisation de matériaux biosourcés.



FOCUS

CONTRE LES IDÉES REÇUES

- Un bâtiment bois-paille va brûler plus rapidement.
FAUX ! Les ossatures en bois résistent mieux à l'incendie que les structures béton ou acier. La paille est tellement compressée qu'elle ne permet pas l'oxygénation du foyer et brûle très difficilement.
- La paille, véritable nid à insectes et à termites.
FAUX ! La paille est majoritairement composée de silice, bien trop dure pour les espèces de termites européennes et tout autre insecte.
- La paille, refuge idéal pour les rongeurs et les souris.
FAUX ! Si la paille est correctement protégée par un enduit ou une plaque de finition (Fermacell, OSB), aucun rongeur ne pourra entrer ! Il est beaucoup plus difficile pour les rongeurs de construire des galeries dans de la paille compressée que dans un isolant sous forme de laine.

4. Acteurs en région Centre

APPROCHE PAILLE



Depuis 2005, APPROCHE-Paille est une association faisant la promotion de la construction d'habitations en paille principalement pour les autoconstructeurs. Elle participe à la diffusion de la technique du GREB.

Elle est correspondant régional pour le RCP et chargé du développement de la filière construction paille en région Centre. Elle assure des formations techniques à destination des professionnels et des particuliers.

Le plateau technique de formation de Gracay (18) « FORMAPAILLE », accueille artisans, architectes, élus, enseignants, autoconstructeurs... notamment pour les formations réglementaires « PROPAILLE » très souvent imposées par les maîtres d'ouvrage.

ENVIROBAT CENTRE



Depuis 2014, ENVIROBAT Centre est chargé du développement de la filière construction paille en région Centre et poursuit la mission confiée à APPROCHE Paille. ENVIROBAT veille à promouvoir le recours à la paille dans l'acte de construire. Elle développe cette ressource performante et pertinente de la construction « bas carbone ».

CHAMBRE D'AGRICULTURE



Des conseillers des chambres d'agriculture accompagnent des agriculteurs, groupe d'agriculteurs ou entreprises dans le montage de leurs projets et les aident à se structurer afin de répondre à une demande d'approvisionnement en biomasse. Elle intervient également en tant qu'animateur et facilitateur des échanges entre l'agriculteur, l'entreprise et l'artisan.

Au niveau national

RFCP - Réseau Français de la Construction Paille

Créé en 2005, sur la base de l'association Les Compillons, le RFCP réunit les différents acteurs de la construction paille en France : artisans, architectes, maîtres d'ouvrage, formateurs, autoconstructeurs, associations. Il agit pour promouvoir la construction paille au niveau national.

Le RFCP est à l'origine de la création des Règles Professionnelles de la construction paille, parues en Juin 2011.

L'association projette de créer le Centre National de la Construction Paille rassemblant bureaux et lieux de formation dans la maison Feuillette.

Ce chapitre a été réalisé en partenariat avec l'association APPROCHE Paille

5. Cadre réglementaire

Depuis le 1^{er} janvier 2012, des Règles Professionnelles (CP 2012) encadrent la construction en paille et permettent d'accéder facilement aux garanties décennales.

- ▶ Fascicule Sensibilisation - Chap. 8 : Assurances

La Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire* (FDES) de la paille comme matériau de construction, l'analyse de son cycle de vie, ainsi que tous les procès-verbaux d'essais sont accessibles et téléchargeables gratuitement sur le site du RCP

- ▶ Fascicule Sensibilisation - Chap. 3 : Pour diminuer l'impact environnemental

EXEMPLE DE RÉALISATION



DESRIPTIF

- Localisation : Commenon (41)
- Type de bâtiment : Maison de la petite enfance / Construction neuve
- Année de réalisation : 2013
- Objectifs : bâtiment passif
- Maître d'ouvrage : Communauté de communes des Collines du Perche
- Maître d'œuvre : Corentin DESMICHELLE et Jean-François BRIDET (28)
- BE thermique : A1 Environnement (92)

ENTREPRISES

- Murs et ossature : Cyril NATALI (41)
- Couverture : Le Sens du Bois (41)
- Maçonnerie : Écolo B&T (72)
- Menuiserie : BRACHET Frères (28)
- Électricité/Plomberie : SARL LEDRU (28)

Surface : 260 m²
 Besoins estimés en chauffage : 9.3 kWh/m²/an
 Coût total : 520 000 € HT
 Coût au m² : 2 000 € HT

- Matériaux employés et process mis en oeuvre :
- Murs en ossature bois préfabriqués en atelier avec un contreventement intérieur, un pare-pluie extérieur en fibre de bois et un bardage en cèdre
 - Isolation du plancher des combles avec 35 cm de paille et 10 cm de fibre de bois
 - Menuiseries triple vitrage certifiées Passivhaus
 - VMC double flux à récupération de chaleur
 - Chauffage : PAC air/eau et plancher chauffant

5. A noter que ce retour au sol est obligatoire à 100% dans les zones classées « vulnérables » par la directive Nitrates. Si l'agriculteur souhaite exporter sa paille, il devra alors compenser en installant des cultures spécifiques (la prêle, le pois laboué le sol à nu, et ainsi éviter le lessivage de sol).

6. Etude DREAL Centre, 2011 – Etude Chambre Régionale d'Agriculture du Centre, 2009.

LA FILIÈRE BOIS

1. De l'arbre au bois

La France compte 15,5 millions d'hectares de forêt, soit près de 25 % du territoire. En région Centre, la forêt représente 940 000 ha, ce qui la place au 6^{ème} rang des régions françaises les plus boisées.

La forêt française est constituée de plus de 100 espèces différentes, chacune ayant des caractéristiques et des usages différents. Les essences les plus présentes en région sont le chêne (63 % de nos forêts) et le pin (maritime et sylvestre, soit 18 %).

Les usages spécifiques du bâtiment

Le bois est utilisé sous différentes formes dans la construction :

- gros œuvre : ossature bois, madrier, poteau-poutre, charpente ;
- second œuvre : panneau de structure OSB, contre-plaqué, panneau de parement, bardage, menuiserie, aménagement intérieur et extérieur, revêtement de sol (parquet, terrasse) ;
- isolation sous forme de fibres (panneau ou vrac) : mur, toiture, plancher.

Le bois, matériau naturel, renouvelable et sain, est qualifié de « puits de carbone » car il stocke le carbone nécessaire à sa croissance tout au long de sa vie.

1m³ de bois = 1 t de CO₂

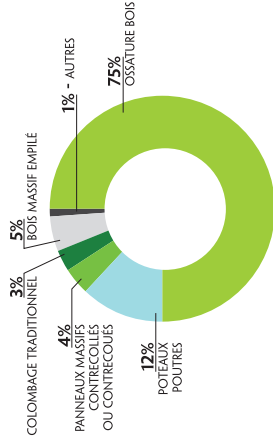
Sa transformation nécessite peu d'énergie grise*, comparativement aux matériaux traditionnels, surtout si elle a lieu dans la région d'origine.



1. Ossature bois | 2. Bardage | 3. Panneaux OSB | 4. Tuile de bois | 5. Isolant : panneaux de fibre de bois (rigide) | 6. Isolant : laine de bois (souple) | 7. Bardage

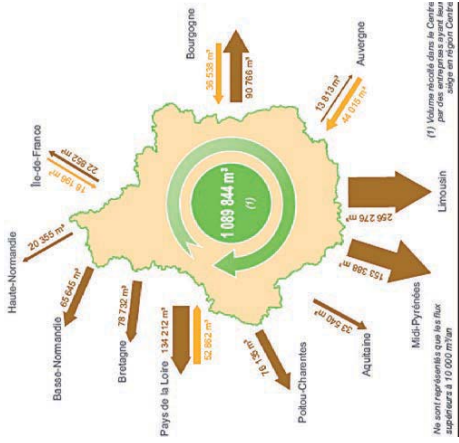


► Systèmes constructifs utilisés



Source : Observatoire national de la construction bois - Juin 2012

► Flux de bois en région Centre



2. La filière locale en région Centre

La filière bois représente en région Centre près de 4 000 entreprises et 20 000 emplois pour un chiffre d'affaires de plus de 2,3 milliards d'euros.

Production

- Les exploitants forestiers
- La région Centre possède 200 entreprises ayant une activité forestière. En 2011, la récolte régionale de bois a atteint un niveau record de plus de 2 millions de mètres cubes récoltés (source Agreste, décembre 2012), soit le 17^{ème} rang national :
 - 16 % pour le bois énergie ;
 - 39 % pour le bois d'œuvre ;
 - 45 % pour le bois d'industrie (industrie papetière).

Mais la moitié de la récolte est exportée directement hors région sans transformation.

1^{ère} transformation

- Les scieries
- La région Centre compte moins d'une centaine de scieries, en large majorité des entreprises familiales (volume moyen annuel scié : 3 000 m³).

En 2012, 137 000 m³ de bois d'œuvre ont été sciés en région, dont 42 % de chêne et 36 % de pin sylvestre. Les volumes utilisés par nos scieries régionales sont relativement faibles par rapport au volume de bois d'œuvre récolté : 40 % du bois d'œuvre est scié hors région ! Cela s'explique par le fait que les scieries souffrent d'une sous-capacité de transformation, et doivent moderniser leurs outils afin de développer des produits finis ou semi-finis.

2^{ème} transformation

La filière de la seconde transformation du bois regroupe une grande diversité de métiers, de la fabrication de charpente à l'ébénisterie. Le secteur de la construction bois est en plein essor : il est constitué de plus de 95 constructeurs (= 1 500 salariés) et 40 architectes avec une spécialité « bois ». La construction de maisons individuelles en bois représente 12 % du marché de la construction (11,8 % sur le plan national).

Cependant, afin d'utiliser plus de bois local dans la construction, il est nécessaire de développer et/ou moderniser les usines de 2^{ème} transformation du bois pour permettre de transformer la matière et la rendre utilisable dans la construction. La production de bois contrecollé ou traité thermiquement permettrait d'augmenter la part de bois local valorisable.

3. Perspectives de la filière

Seule la moitié de l'accroissement naturel de la forêt régionale est actuellement exploitée (forêt détenue à 86 % par des propriétaires privés). Le volume de bois récolté peut être presque doublé sans porter atteinte à la ressource.

4. Acteurs en région Centre

ARBOCENTRE

ARBOCENTRE est une association, créée en 1996, à l'initiative de l'interprofession de la filière forêt-bois et soutenue par le Conseil Régional et l'ADEME.

L'association est administrée par différents représentants de la filière et emploie cinq personnes.

Elle a pour mission de développer les relations professionnelles entre les différents acteurs de la filière bois, de la forêt aux entreprises de transformation, pour faire émerger des filières locales de bois d'œuvre et bois énergie.

ARBOCENTRE organise régulièrement des formations à destination des professionnels ainsi que des rencontres (les rencontres Business & Bois ou Réseau Bois...).

ADEFIBOIS-BERRY

L'association ADEFIBOIS-BERRY, animée par la Chambre d'agriculture apporte son soutien au développement des projets de valorisation de la biomasse agricole et forestière.

5. Cadre réglementaire

Le bois est un matériau naturel issu de diverses essences qui ont chacune leurs caractéristiques techniques et leurs utilisations privilégiées.

ARBOCENTRE a listé les différents textes qui régissent le usage du bois dans la construction sur : <http://www.arbocentre.asso.fr/construire/alias-12/fout-ce-qui-concerne-le-bois-ou-la-construction.html>

6. Initiatives locales



Guide "Bois du Centre"

Afin de promouvoir l'utilisation du bois local dans les produits destinés à la construction, ARBOCENTRE a élaboré un guide des savoir-faire avec les bois de la région Centre : produits pour l'habitat et entreprises y sont décrits afin de faciliter le choix des prescripteurs et maîtres d'ouvrage. L'aspect forestier est également abordé par la caractérisation des principales essences régionales.

Bois Durables Centre France

Une nouvelle société intitulée Bois Durables Centre France a été créée en 2011. Regroupant quatre entreprises régionales, elle est basée à Ardentes et spécialisée dans le traitement à haute température et sous vide d'essences locales (chêne, frêne, peuplier...) pour les constructions bois, les terrasses, le mobilier, etc. Utiliser du peuplier local en bardage est maintenant possible !

Production de panneaux

A Sully sur Loire (45) se trouve la plus grosse unité française de production de panneaux : la société KRONOFRANCE produit des panneaux de structure (OSB) et d'aménagements (dalles, ameublement...).

Production d'isolants

Il n'y a pas d'usine de production de panneaux de fibres de bois en région Centre. Mais cinq usines de fabrication sont implantées en France. Elles produisent 450 000 m³ de panneaux isolants en fibre de bois, ce qui couvre les besoins nationaux actuels.

EXEMPLE DE RÉALISATION



DESSCRIPTIF

Localisation : St Aubin (36)
Type de bâtiment : Tertiaire – Centre de formation de l'aérodrome de Fay – Lauréat 2013 des Trophées de l'Innovation des entreprises de la filière bois en région Centre : 2^{ème} prix
Année de réalisation : 2013
Objectifs : Construction d'une salle pédagogique en utilisant des matériaux naturels et locaux
Maître d'ouvrage : Communauté de Communes de la Champagne Berrichonne
Maître d'œuvre : DS Architecture et 2NE Architecture
BE thermique : Combiosol
Montage du projet, animation du programme : ADEFIBOIS Berry

ENTREPRISES

Murs et charpente : Cyril NATALI
Menuiseries : Alain MARTEAU
Terrassement, fondation, dalles, enduits : Les Bâtisseurs du Berry
Chauffage / ECS : ACIA
Peinture et finitions : DELAVALLE, GUILLAUME

Surface : 259 m², dont 125 m² clos
Besoins estimés en chauffage : < à 50 kWh/m²/an
Coût total : 235 000 €
Coût au m² : 1 800 €
Aides reçues : Etat, Département, Région

Matériaux employés et process mis en œuvre :

- Ossature en chêne local
- Murs préfabriqués en atelier : remplissage 35 cm de paille + doublage intérieur en panneaux de paille compressée (60 mm)
- Charpente en peuplier lamellé-collé local (chêne local)
- Dalles et enduits extérieurs : mélange chaux-chanvre
- Menuiseries chêne local, label « Menuiserie 21 »
- Finition extérieure : peuplier local
- Chauffage : poêle à granulés de bois

LA FILIÈRE OUATE DE CELLULOSE

1. Origine de la matière première

La ouate de cellulose est obtenue à partir de papiers recyclés, de journaux non utilisés, de chutes de papiers neufs d'imprimerie ou encore de boues papeteries.

2. Organisation de la filière

La fabrication de produits à base de ouate de cellulose ne nécessite pas de production agricole directe puisque les matières premières utilisées sont des produits issus du recyclage.

Environ 45 000 t de ouate en vrac sont vendues annuellement, dont 30 000 t produites en France* (ce qui représente l'équivalent de 37 000 isolations de combles). Une augmentation de 10 % est envisagée dans les années à venir.

La filière ouate de cellulose représente en France une soixantaine d'emplois directs*, pour un chiffre d'affaires de 18 M€ (ouate vrac) et 10 M€ (panneaux). 9 usines de production sont réparties sur le territoire français, dont plusieurs sont à proximité de la région Centre (ISOFLOC FRANCE, FRANCE IGLLOO CELLULOSE, BUITEX...).

Des fabricants européens (allemands, suisses et anglais) distribuent une partie de leur production en France.

L'association européenne ECIMA (*European Cellulose Insulation Manufacturers Association*), basée en France et fondée en 2011, a pour objectif de promouvoir les intérêts des fabricants de ouate de cellulose. Elle regroupe des fabricants français et européens.

► Flux de la ouate de cellulose en vrac



FOCUS

Le sel de bore

Le sel de bore a toujours été un additif utilisé dans la ouate (protection contre les champignons et les insectes, sécurité incendie)

En 2012, le CSTB retire l'agrément technique à toute ouate de cellulose contenant du sel de bore.

→ **Substitution par du sel d'ammonium**
 Fin 2012 : plusieurs cas de dégagements d'ammoniac (gaz toxique) sont signalés.
 → **Arrêt de la production de ouate adjointes de sels d'ammonium**

En 2013 : le sel de bore est provisoirement autorisé, l'avis technique des ouates est prolongé de deux ans.

→ **Recherche d'un nouvel adjuvant, le sel de bore est utilisable jusqu'en été 2016**

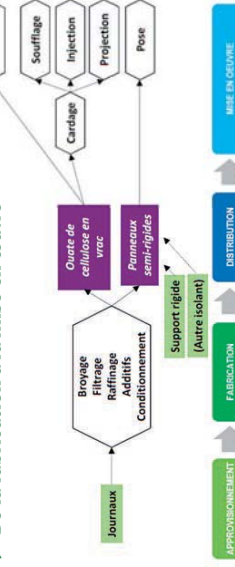
3. Fabrication

Le papier est défilé et réduit en flocons, puis stabilisé par incorporation des divers agents de texture et ignifugeant, variables selon les fabricants : gypse, sels de bore, sels de sodium, de calcium, bauxite, phosphate d'ammonium...

4. Domaine d'utilisation

Sous forme de panneau semi-rigide, en rouleau ou en vrac, la ouate de cellulose est principalement utilisée comme isolant thermique pour les combles perdus, planchers murs, rampants... Une utilisation en tant qu'isolant acoustique (flocage) se développe de plus en plus.

► De la fabrication à la mise en œuvre



1. Source : NOMADEBS - Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits biosourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois) - Août 2012

➤ MODE D'EMPLOI

Après avoir détaillé les filières en région Centre, ce 2nd chapitre présente les caractéristiques techniques de certains éco-matériaux utilisés dans la construction.

➤ CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

➤ Conductivité thermique (en W/m.K) : λ

Capacité intrinsèque d'un matériau à conduire la chaleur (pouvoir isolant d'un matériau). Plus faible est la conductivité, plus grand est le pouvoir isolant du matériau.

Données moyennes optimales¹ : de 0,035 à 0,080

➤ Résistance thermique (en m².K/W) : $R = e/\lambda$

Capacité à s'opposer au passage de la chaleur. Plus elle est élevée, plus le matériau est isolant.

Données moyennes optimales¹ :

- Toiture : 4.5 à 8
- Murs extérieurs : 2.5 à 4
- Sol sur terre plein : 1.5 à 3
- Sol sur local non chauffé : 3.5 à 6

Le choix a été fait de calculer les épaisseurs pour une valeur de $R = 5$. Lorsque ce n'est pas le cas, la valeur de R est indiquée dans la fiche.

➤ Affaiblissement acoustique (en décibels - dB) : R_w

Cet indice permet de mesurer le pouvoir d'isolation phonique d'un matériau. Il compare l'intensité sonore mesurée après la mise en place de la paroi, à l'intensité sonore mesurée avant la paroi. Il se mesure en décibels. Plus le chiffre est grand et plus le matériau est isolant aux bruits.

Données moyennes optimales¹ : de 27 à 70 dB

➤ Résistance au feu

L'arrêté du 21/11/2002 permet d'appliquer les « Euroclasses » qui peuvent remplacer les 5 catégories françaises (MO incombustible à M4 combustible facilement inflammable). Les produits sont codifiés en fonction de la contribution au développement du feu : de A1 (produit non combustible) à E (produit très inflammable et propagateur de flamme). Il a été défini des classifications supplémentaires relatives à la production de fumée (s1 à s3) ou à la production de gouttelettes et particules enflammées (d0 à d2).

➤ Perméabilité à la vapeur d'eau : μ (mu)

On exprime la perméabilité à la vapeur d'eau d'un matériau par le coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau.

Un matériau perméable à la vapeur d'eau (μ faible) permet une évacuation de cette vapeur d'eau, évitant ainsi les désordres liés à l'humidité (condensation).

Données moyennes optimales¹ : de < 1 à 2

➤ Régulateur hygrothermique

Matériau régulant le degré d'hygrométrie dans l'air sans dégradation des performances thermiques. L'inertie* et le déphasage* sont deux critères importants qui participent à la régulation hygrothermique.

1. Données pouvant varier d'un matériau à l'autre et d'un fabricant à l'autre.

➤ MISE EN ŒUVRE

➤ Pour les isolants

L'utilisation d'une barrière d'étanchéité à l'air ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau est fortement conseillée pour réguler et garantir la protection du matériau contre l'humidité et éviter les désordres. Les câbles électriques et autres conduits doivent être placés devant le frein-vapeur et l'isolant pour garantir une bonne mise en œuvre et une continuité de l'étanchéité à l'air.

➤ PRODUITS PROPOSÉS

Le choix a été fait de privilégier, quand cela a été possible, les matériaux fabriqués en France à partir de matières premières françaises, disposant d'une reconnaissance officielle.

► Fascicule Sensibilisation - Chap. 8 : Assurances

➤ COMPARATIF LAINE DE VERRE

À titre de comparaison, voici les caractéristiques moyennes de la laine de verre :

Conductivité thermique (en W/m.K)	0,030 à 0,045
Épaisseur nécessaire pour le confort d'été (cm)	76 pour $R = 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Épaisseur nécessaire pour le confort d'hiver (cm)	17 pour $R = 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Résistance au feu	A1 à F
Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)	barrière d'étanchéité à l'air obligatoire
Énergie grise (en kWhép/UF)	62

Sources : données de fabricants, IFECO, CAUE 31

➤ LA FILIÈRE TEXTILE RECYCLÉ

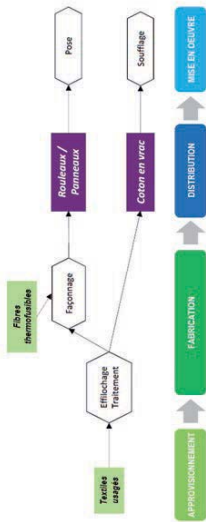
1. Origine de la matière première

La laine de coton ou de textiles recyclés provient majoritairement de fibres de textiles usagés auxquelles on ajoute des textiles synthétiques (polyamide, polyester, acrylique) et des lants sous forme de fibres polyester.

En France, le textile recyclé provient :

- de chutes neuves de l'industrie textile ;
- de textiles d'emballage usagés ;
- de vêtements usagés des ménages collectés et triés, qui représentent la source la plus importante.

➤ De la fabrication à la mise en œuvre



Source : NOMADES 2012

2. Fabrication

La laine de coton est lavée, effiloquée puis ignifugée et traitée contre les rongeurs, insectes et moisissures. Il convient donc de vérifier la composition exacte des produits isolants proposés.

3. Organisation de la filière

Deux catégories d'acteurs effectuent le recyclage des textiles et des ménages : les entreprises de l'économie sociale et solidaire et les entreprises du secteur privé traditionnel.

Les fabricants d'isolants à base de textiles recyclés n'ont pas tous pour cœur de métier la fabrication d'isolants. Cependant, la filière se développe fortement et ces entreprises ont trouvé dans la fabrication d'isolants une valorisation intéressante.

L'entreprise LE RELAIS, membre d'Ermauis France, est la plus connue et la mieux implantée sur le territoire français. En 2012, elle a collecté 55 % des textiles du territoire. Sa particularité est de travailler sur l'ensemble de la filière, de la collecte à la valorisation de la matière, avec la fabrication de sa gamme d'isolants Métisse®.

1. Source : NOMADES - Étude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits bio-sourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois) - Août 2012.

Le fait que la laine de textiles recyclés soit issue de l'Économie Sociale et Solidaire renforce son image auprès du grand public. L'aspect « social », plus qu'« environnemental » du produit va primer auprès de l'utilisateur.

4. Perspectives de la filière

Les volumes d'isolants en laine de textiles recyclés fabriqués en France oscillent entre 2 000 et 3 000 t/an, alors que les capacités de fabrication sont actuellement de 5 000 t/an¹, prouvant la capacité de développement de cette filière.

Les laines de textiles recyclés sont aujourd'hui de plus en plus présentes au sein de matériaux mixtes. Utilisées en mélange avec du chanvre, du lin, de la laine de mouton et même de la ouate de cellulose, elles ont l'avantage de cumuler les qualités de leurs composants.

➤ EXEMPLE DE RÉALISATION

DESCRIPTIF

Localisation : Bourges (18)
 Type de bâtiment : Maison individuelle neuve
 Année de réalisation : 2012

Objectifs : Construire une maison passive
 Entreprises :
 ■ Constructeur ossature bois : Maison Alaska (45)
 ■ Solaire thermique photovoltaïque : Berry Confort Services (18)
 ■ Isolation et étanchéité à l'air réalisées en autoconstruction.

Surface : 120 m²
 Coût total : 313 900 € HT
 Besoins estimés en chauffage : < 15 kWh/m²/an

Isolation de la toiture
 ■ Matériaux : fibre de bois + Métisse® (panneaux)
 ■ Épaisseur combles : 46 cm
 ■ Épaisseur rampant : 52 cm
 ■ $R = 12,4$ à $13,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Isolation des murs
 ■ Matériaux : fibre de bois + métisse® (panneaux)
 ■ Épaisseur totale : 32 cm
 ■ $R = 8,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Laine de chanvre

Origine de la matière première

Le chanvre est cultivé en France et notamment en région Centre.

Trois coopératives se partagent l'essentiel du marché du débrilage :
LA CHANVRIERE DE L'AUBE (10),
EUROCHANVRE (70) et la CAVAC (85).

Présentation du produit Fabrication

La paille de chanvre est séchée jusqu'à atteindre un taux d'humidité de 14-18 %. Elle est ensuite découpée pour former des tranches de différentes tailles, avant d'être défilée mécaniquement (séparation de la chenevotte). Les fibres sont mélangées avec un liant (polyester) à hauteur de 15 % pour maintenir l'ensemble, puis plaquées les unes aux autres pour obtenir un matelas.

La cuisson au four permet aux fibres naturelles et synthétiques de se coller entre elles. Les faibles densités formeront des rouleaux et les plus fortes, des panneaux.



Une matière première renouvelable issue de l'agriculture française

MISE EN ŒUVRE

- La laine de chanvre se travaille comme une laine isolante conventionnelle.
- La mise en oeuvre nécessite l'utilisation d'une barrière d'étanchéité.
- La laine de chanvre doit être mise en oeuvre dans des endroits sains, secs et ventilés.



FABRICANTS - Liste non exhaustive -	PRODUITS - Liste non exhaustive -	ÉVALUATION TECHNIQUE
BUITEX - 69	Isonat végétal	CSTB MUR N° 20/08-128 CSTB TOITURE N°20/08-129 ACERMI 09/116/590
Coopérative CAVAC - 85	Biorif/chanvre	ATE-11/0005
HOCK (chanvre cultivé et défilé en France et transformé en Allemagne)	Thermo-Chanvre® Premium	ETA-05/0037
TECHNICHANVRE 29 et 49	Technilaine®	-
SOTEXTHO - 81	Ouate chanvre FibraNatur	ATE-11/0005

Cette liste n'engage aucune responsabilité, elle est non exhaustive et peut être modifiable sur demande.

FORMES

- Panneaux**
(30 mm < e < 220 mm)
- Rouleaux**
(30 mm < e < 140 mm)
- En vrac

UTILISATIONS

- Toiture
- Combles perdus
- Murs (double)
- Plafonds
- Cloisons intérieures

CARACTÉRISTIQUES SANITAIRES

- Pas de dégagement toxique en cours d'utilisation
- Pas d'irritation cutanée, ni de démangeaisons lors de la pose
- Porter un masque anti-poussière lors de la mise en oeuvre pour éviter l'inhalation de poussières et de fibres
- Traitement au sel de bore contre les insectes et rongeurs nécessaire

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Densité (kg/m ³)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Épaisseur (cm) pour résistance thermique R = 5 m ² .K/W	Affaiblissement acoustique (Rw en dB)	Résistance au feu	Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)
Panneau 30-80	0,038 - 0,042	19 - 21	Toiture : 34-37 Mur : 60-70	E	1 - 2
Rouleau 20-42					
Vrac 40-60					
Vie en oeuvre					
Matériau hygroscopique*					

Source : La Maison Écologique n°67

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

GES*	ÉCONOMIES D'ÉNERGIES
- 1 kg eq CO ₂ /UF	80 % à 100 % (laine de chanvre vrac)
	Produit biodégradable, recyclable, réutilisable
	52 kWhép/UF

UF = Unité Fonctionnelle = 1 m² d'isolant à R = 5 m².K/W | Source : La Maison Écologique n°67

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> Bon régulateur hygrothermique* Bon isolant thermique et acoustique Valorisation des fibres de chanvre La culture du chanvre permet de régénérer les sols et nécessite peu d'intrants Fibres fongicides et antibactériennes 	<ul style="list-style-type: none"> Présence de fibres polyester dans les produits texturés Découpage difficile dans la longueur (fibre de polyester) Tassement possible en isolation verticale pour les rouleaux

POUR EN SAVOIR PLUS

- > www.construire-en-chanvre.asso.fr
- > www.alterenergies.org

- > www.bioproducts.profonum.fr
- > afip.asso.fr/spip.php?article189

- > www.constructions-bioresources.org
- > Documentation des fabricants



MULTIUSAGE

Béton de chanvre

Origine de la matière première

Le chanvre est cultivé en région Centre.

Présentation du produit Fabrication

Les bétons et mortiers sont obtenus en mélangeant trois produits : de l'eau, un liant (chaux) et des granulats de chanvre (chênevotte - cœur de la paille de chanvre).

Une fois le chanvre récolté, la chènevotte est obtenue par défilage de la paille de chanvre qui permet la séparation des fibres et du cœur de la tige. Les liants sont naturels, à base de chaux aérienne (NF EN459-1 à 3) et de pouzzolane (NF P 18-308).

Ces mortiers et bétons bénéficient d'une importante porosité qui leur confèrent des performances thermiques et énergétiques intéressantes en construction et en rénovation.

Les blocs sont fabriqués par moulage à froid. Le séchage s'effectue à l'air libre et est maîtrisé pour optimiser l'apport de liant.



Ces données sont fournies à titre indicatif. Elles peuvent varier en fonction des produits, des fabricants et des méthodes de test.

CARACTÉRISTIQUES SANITAIRES

- Traitement au silicate de potassium contre la reprise de l'humidité
- Pas de dégagement toxique en cours d'utilisation

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

	Densité (kg/m³)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Épaisseur (cm) pour résistance thermique 2 < R < 8 m².K/W	Affaiblissement acoustique (Rw en dB)	Résistance au feu	Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)
Mur	400 - 450	0,100	35 (R = 3,5)	50	A2/S1/A0	8 - 13
Sol	500	0,120	24 (R = 2)			
Enduit	800	0,140	49 (R = 3,5)			
Toiture	200 - 250	0,060	21 - 45			
Bloc	290 - 300	0,069 - 0,072	35 (R = 5)	50 - 59	B	1 - 5

Vie en oeuvre
Matériau hygroscopique*
Inertie* thermique importante apportée par les bétons de chanvre
Amélioration de la chaleur surfaçable

Sources : La Maison Écologique n°67, Construire en Chanvre, Les 7 Vents du Cotentin

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

GES*	ÉCONOMIES D'ÉNERGIES	
Béton de chanvre : - 9 kg eq CO ₂ /UF	Ressources renouvelables	100 %
Bloc de chanvre : + 3 kg eq CO ₂ /UF	Recyclabilité	Produit biodégradable, recyclable, réutilisable
	Énergie grise*	Béton de chanvre : 60 kWh/ep/UF Bloc de chanvre : 79 kWh/ep/UF

UF = Unité fonctionnelle = 1 m² d'isolant à R = 5 m².K/W | Source : La Maison Écologique n°67

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bon régulateur hygrothermique* ➤ Bon isolant thermique et acoustique ➤ Matériau stockeur de CO₂ ("puits de carbone") ➤ Valorisation d'un sous-produit du chanvre ➤ La culture du chanvre permet de régénérer les sols et nécessite peu d'intrants ➤ Matériau naturel à changement de phase 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Séchage des mortiers parfois long (jusqu'à plusieurs mois) ➤ Les chantiers « humides » ne peuvent pas être réalisés en période de grand froid

POUR EN SAVOIR PLUS

- > www.bioproducts.profonum.fr
- > www.construire-en-chanvre.asso.fr
- > www.alterenergies.org
- > www.constructions-bioresources.org
- > afip.asso.fr/spip.php?article189
- > Documentation des fabricants

ATTENTION : Assurez-vous auprès des fabricants de la compatibilité des liants et granulats pour obtenir les performances attendues dans les Règles Professionnelles.

MISE EN ŒUVRE

Se référer aux Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre. Les professionnels doivent faire état de leurs compétences, lesquelles peuvent s'acquiescer par des formations.

- **Murs en béton de chanvre**
Mise en œuvre manuelle : déversement entre deux banches.
Mise en œuvre à la machine : projection sur une banche.
Mise en œuvre par maçonnerie de blocs en béton de chanvre maçonnés : prescriptions de mise en œuvre fournies par le fabricant.
- **Sols en béton de chanvre**
Mise en œuvre par déversement, le béton est étalé sans être tassé sur les surfaces à couvrir, dressé à la règle et légèrement taloché.
- **Enduits en béton de chanvre**
Possibilité de les appliquer en forte épaisseur pour des reprises de mur permettant d'améliorer le confort thermique et acoustique (notamment en rénovation). Ils sont appliqués manuellement ou mécaniquement sur le support.
À l'intérieur, possibilité d'être recouvert d'une finition ou de rester apparent.
- **Isolation de toiture en béton de chanvre**
Mise en œuvre par projection ou déversement, le béton de chanvre est dressé à la taloche sans tasser, légèrement en retrait du niveau supérieur des chevrons, afin de laisser un vide d'air entre ces chevrons et le pare-vent.
- **Blocs de chanvre**
Mise en œuvre similaire à celle des blocs bétons, pose à joints minces (DTU 20.1).
➤ Dans tous les cas, la mise en œuvre nécessite l'utilisation d'une barrière d'étanchéité.

Les Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton et mortier de chanvre ont été réactualisées et validées en février 2012 par la C2P de l'Agence Qualité Construction. Elles sont disponibles auprès de l'association Construire en Chanvre.

FABRICANTS - Liste non exhaustive -	PRODUITS - Liste non exhaustive -	ÉVALUATION TECHNIQUE
BCB - TRADICAL - 25	Chanvribat® + tradical® PF70 ou PF80M	Règles professionnelles
CHANVRIBLOC - 38	Chanvribloc	DTU
CONSTRUIRECO - 37	Brique de chanvre	Pass Innovation en cours
MNBC (Maisons Naturels en béton de chanvre) - 41	Panneau en béton armé avec une isolation intégrée en béton de chanvre	Pass innovation « vert » du CSTB n°2010-044

Cette liste n'engage aucune responsabilité, elle est non exhaustive et peut être modifiable sur demande.

FORMES	UTILISATIONS
Chênevotte en vrac	- Mur (non porteur) - Sol
Blocs de béton de chanvre préfabriqués	- Enduit - Isolation de toiture - Cloison intérieure

CARACTÉRISTIQUES SANITAIRES

- Bon régulateur hygrométrique, la paille laisse le mur respirer et régule l'humidité du bâtiment, ce qui contribue à assainir l'air intérieur
- Pas de dégagement toxique en cours d'utilisation

Botte de paille

MULTIUSAGE

500 bottes de paille pour une maison de 100 m² soit 10 tonnes de paille prélevées sur 2 ha

MISE EN ŒUVRE

- Afin d'assurer leur durabilité, les bottes doivent être protégées :
 - des intempéries et de toutes sources d'humidité avant l'installation ;
 - de l'eau liquide (ruissellement, remontée capillaire, infiltration) et de la vapeur par une gestion de la perméabilité des parements intérieurs et extérieurs, des bas de murs et tours de baies ;
- > protection en intérieur : enduit, panneaux de parement ;
- > protection en extérieur : enduit, bardage.
- des rongeurs par une barrière physique (comme pour tout isolant).

Pour assurer leur protection aux intempéries, le toit doit être mis en oeuvre avant la mise en place des bottes de paille.

Origine de la matière première

Différentes variétés de pailles peuvent être utilisées. Il est recommandé de privilégier les cultures locales, nombreuses dans le Centre et notamment le blé tendre.

Présentation du produit Fabrication

La paille est la tige sèche d'une céréale dépourvue de ses épis. Elle est constituée principalement de cellulose, lignine et silice. Elle est recouverte d'une couche de cire très fine et légèrement hydrofuge.

Ses dimensions sont stables dans le temps, et très peu affectées par les variations de température et d'humidité.

Ce co-produit de l'agriculture représente 42% du tonnage récolté (la céréale alimentaire, 58%). La botte de paille est fabriquée par l'agriculteur avec une botteuse à partir de la paille en vrac.

Contre les idées reçues

La paille de céréales abritée de l'eau n'est pas attaquée par les insectes, ni exposée aux termites. La paille, comprimée en bottes, est peu inflammable. Protégée par des panneaux de parement ou une première couche d'enduit, sa résistance au feu est supérieure aux isolants conventionnels.

FORMES

Dimensions :
il existe plusieurs dimensions de bottes ; le maître d'œuvre les adapte en fonction des ouvrages.

Exemple :
Hauteur x largeur x Longueur
36 x 47 x 90 cm

UTILISATIONS

En remplissage d'une structure porteuse :
poteau-poutre, ossature bois

Pour le contreventement du bâtiment (Technique Cellule Sous Tension, Technique du GREB) avec insert d'un revêtement coupe-feu

Les Règles Professionnelles de la Construction Paille ont été approuvées le 28 juin 2011 par la C2P (Commission Prévention Produits) de l'Agence Qualité Construction. Elles sont disponibles auprès du Réseau Français de la Construction Paille : www.compaillesons.eu.



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

pour une botte de H x l x L = 36 x 47 x 90 cm

Densité (kg/m ³)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Épaisseur pour résistance thermique (R en m ² .K/W)	Affaiblissement acoustique (Rw en dB)	Résistance au feu	Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)
80 - 120	0,052 pour les bottes sur chant 0,08 pour les bottes à plat	37 cm pour R = 7,1	45	B/S1/d0 Les bottes doivent être protégées par un matériau ou procédé garantissant une tenue au feu réglementaire en fonction de la classe de service du bâtiment	1,14
Vie en oeuvre Matériau hygroscopique* Résistance thermique importante					

Sources : RFCP, Approche Paille, La Maison Écologique n°67, Les 7 Vents du Cotentin, DREAL Pays de la Loire

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

GES*	ÉCONOMIES D'ÉNERGIES	
- 32 et - 48 kg eq CO ₂ /UF	Ressources renouvelables	100 %
	Recyclabilité	Produit biodégradable, recyclable et compostable
	Énergie grise*	5 kWhép/UF

UF = Unité Fonctionnelle = 1 m² d'isolant à R = 5 m².K/W | Matériau type : botte de paille - 100 kg/m³, λ = 0,056 W/m.K | Sources : La Maison Écologique n°67, site du RFCP

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bon régulateur hygrométrique* ➤ Matériau stockeur de CO₂ (« puits de carbone ») ➤ Valorisation d'un co-produit de l'agriculture locale ➤ Matériau très économique sans marque commerciale et qui valorise la main d'œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sensibilité à l'eau ➤ Précautions particulières sur chantier (incendie) ➤ Inertie* faible mais facilement compensable dans le projet de construction

POUR EN SAVOIR PLUS

- > Réseau Français de la Construction en Paille : www.compaillesons.eu
- > www.maisonfeuillette.compaillesons.eu
- > Envirobat Centre : www.envirobatcentre.com
- > Approche Paille : www.approchepaille.fr
- > Documentation des fabricants

Origine de la matière première

Les déchets de résineux sont valorisés pour fabriquer les panneaux de fibres de bois. Les essences utilisées sont principalement l'épicéa et le sapin, parfois le pin et le mélèze.

La majorité des usines de fabrication se trouve en Allemagne et en Suisse, mais récemment, des chaînes de fabrication se sont créées en France.

Présentation du produit Fabrication

Un débrage des copeaux de bois permet d'obtenir une « laine de bois », transformée ensuite en pâte par ajout d'eau. Elle est coulée, laminée et séchée pour produire des panneaux agglomérés de différentes densités et épaisseurs.

Après un pressage mécanique permettant d'évacuer la plus grande partie de l'eau, les panneaux sont séchés à une température de 160°C à 220°C.

Les panneaux ne nécessitent pas systématiquement d'ajonctions de liants supplémentaires. Ils sont composés de 98 % de bois, 0,5 % de paraffine et de 1,5 % de colle.

Une gamme de produits
importante et diversifiée.
Un très bon confort thermique,
hiver comme été.

MISE EN ŒUVRE

➤ La mise en œuvre des panneaux d'isolation rigides et semi rigides se fait au moyen d'outils standards de type couteau ou scie.

Après avoir vérifié que le support est sain, les panneaux s'appliquent directement contre le mur, en prenant soin de ne pas laisser d'espace entre le support et les panneaux.

➤ Concernant l'isolation du toit, les panneaux rigides et semi rigides se posent indépendamment des chevrons, collés entre eux afin de garantir l'étanchéité. La ventilation formée par les lattes montantes doit obligatoirement être ouverte en partie basse et en partie haute de la toiture afin d'éliminer la vapeur d'eau. La mise en place d'une barrière d'étanchéité est à prévoir.

FABRICANTS - Liste non exhaustive -	PRODUITS - Liste non exhaustive -	ÉVALUATION TECHNIQUE
STEICO 67, 47 et Allemagne	Panneaux rigides et semi-rigides ex : STEICO flex F	ACERMI 11/134/733/3
PAVATEX - 88 et Suisse	Panneaux rigides et semi-rigides ex : Pavatherm	ACERMI 04/090/370/8
BUTEX - 69 et Allemagne	Panneaux rigides et semi-rigides ex : Isonat Flex 40	ACERMI 11/116/71/8
ACTIS - 09	Panneaux semi-rigides ex : Syvactis Isobag	ATE 11/0342
SOTEXTHO - 81 et Pologne	Panneaux Fibranatur	-

Cette liste n'engage aucune responsabilité, elle est non exhaustive et peut être modifiable sur demande.

FORMES

Panneaux rigides
Panneaux semi-rigides
Vrac (soufflage)

UTILISATIONS

- Toit
- Mur
- Cloison
- Sol
- Isolation intérieure
ou extérieure

CARACTÉRISTIQUES SANITAIRES

- Pas de dégagement toxique en cours d'utilisation
- Absence d'irritation de la peau et des voies respiratoires lors de la pose, mais n'exclut pas le port d'un masque anti-poussière lors de la mise en œuvre pour éviter l'inhalation de poussières et de fibres

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Densité (kg/m ³)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Épaisseur (cm) pour résistance thermique R = 5 m ² .K/W	Affaiblissement acoustique (R _w en dB)	Résistance au feu	Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)
<i>Souple</i> 35 - 50	0.036 - 0.042	18 - 25	46 - 53	E	3 - 5
<i>Rigide</i> 140 - 280	0.038 - 0.046	19 - 27			
Vie en œuvre Participe à la performance acoustique des parois					

Source : Les 7 Vents du Cotentin

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

GES*	ÉCONOMIES D'ÉNERGIES	
Fibre de bois : - 19 kg eq CO ₂ /UF	Ressources renouvelables	100 %
	Recyclabilité	Produit biodégradable, recyclable et réutilisable
	Énergie grise*	5 kWhép/UF

UF = Unité Fonctionnelle = 1 m² d'isolant à R = 5 m².K/W | Source : La Maison Écologique N°67

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bon régulateur hygrothermique* ➤ Ressource renouvelable en grande quantité ➤ Matériau performant d'un point de vue confort d'été ➤ Bon isolant phonique ➤ Matériau stockeur de CO₂ ("puits de carbone") ➤ Recyclable et biodégradable ➤ Inattaquable par les rongeurs et champignons 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Coût encore relativement élevé pour des produits haute densité ➤ Poids important, attention à la manipulation ➤ Émissions de poussières plus ou moins prononcées lors de la découpe des panneaux

Ouate de cellulose

Origine de la matière première

Les journaux recyclés sont issus de la collecte sélective ou proviennent directement des stocks « non-distribués » ou des invendus.

Présentation du produit Fabrication

La ouate de cellulose provient du papier recyclé obtenu à partir de journaux non utilisés, de chutes de papiers neufs d'imprimerie (fabrications dites « blanches ») ou encore de boues papetières.

Très bon compromis technique, économique et environnemental...

MISE EN ŒUVRE

- Il existe différentes techniques :
 - Soufflage** (état sec) des flocons de ouate pour un remplissage intégral sur des surfaces horizontales ; une solution d'eau + 5 % de colle cellulosique est ensuite appliquée pour stabiliser la ouate ;
 - Injection** (état sec) ou insufflation sous pression de caissons étanches préalablement installés. Possibilité de travailler avec des freins-vapeurs armés et transparents pour conserver une visibilité ;
 - Projection** (état humide) sur des parois verticales. La ouate est ensuite nivelée, puis recouverte du panneau de finition (type fermacell, bois...) ;
 - Panneaux semi-rigides** : l'isolant ne nécessite pas de fixations particulières et s'applique également en pose horizontale. La largeur de coupe des liés d'isolant pour fichage entre montants d'ossature doit être supérieure de 2 cm de l'espacement des montants.

Densités minimales à respecter :

- Mur** : injection à 60 kg/m³
- Combles perdus, sol et plafond** : soufflage ou injection à 30-40 kg/m³
- Toiture en rampant** : injection à 40-60 kg/m³

En raison de son tassement important, les fabricants conseillent de mettre en oeuvre un volume supérieur de 10 à 20 %.

FABRICANTS - Liste non exhaustive -	PRODUITS - Liste non exhaustive -	ÉVALUATION TECHNIQUE
CELLAOUATE OUAATTITUDE 29 et 34	Isocell	ATEC et ACERMI en cours. ATE 06/0076, DTA 20/10-181 et 182
ISOFLOC-DAMMSTATT - 63	Isoloc	DTA 20/07-119, 20/07-121, 20/07-120
NRGAIA - 88	Optimum MP, Eurocellulose	Plusieurs ATEC et ATE
Ouateco - 40	Ouateco et Ouateco Premium	ATEC 20/10-217 (Ouateco) ATE en cours (Ouateco Premium)
SOPREMA - 33	UniverCell confort vrac, UniverCell panneaux	ATEC 20/11-230 et 20/11-231
XYLOBELL - 06	Bellouate	ATEC 20/09-145, 20/09-147, 20/09-148

Cette liste n'engage aucune responsabilité, elle est non exhaustive et peut être modifiable sur demande.

FORMES	UTILISATIONS
Panneaux (1,2m x 0,6m, 40mm < e < 180mm)	➤ Panneau et vrac insufflé : - mur - plancher / combles perdus - rampant
Vrac insufflé	➤ Vrac déversé et projeté : - plancher / combles perdus - rampant

CARACTÉRISTIQUES SANITAIRES

- Pas de dégagement toxique en cours d'utilisation
- Pas d'irritation cutanée, ni de démangeaison lors de la pose
- Traitement au sel de bore possible : résistance au feu, aux insectes et aux moisissures
- Porter un masque anti-poussière lors de la mise en oeuvre pour éviter l'inhalation de poussières et de fibres

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Densité (kg/m ³)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Épaisseur (cm) pour résistance thermique R = 5 m ² .K/W	Affaiblissement acoustique (RW en dB)	Résistance au feu	Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)
Soufflée : 28 - 40	0,040				
Insufflée : 50 - 65	0,042	Vrac : 19 - 22	41 - 55 (Cellu-therm®)	B - F	1 - 2
Projetée : 35 - 50	0,041	Panneau : 26			
Panneau : 40 - 70	0,039				
Vie en oeuvre Matériau hygroscopique* - pouvant absorber jusqu'à 15% d'humidité Faible stabilité dimensionnelle Temps de déphasage* important : 10 à 12 h pour 20 cm contre 80 cm pour la laine de roche Amélioration de la chaleur surfactique					

Source : La Maison Écologique n°67

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

GES*	ÉCONOMIES D'ÉNERGIES	
	Ressources renouvelables	75 à 85 %
Entre - 5 et - 10 kg eq CO ₂ /UF	Recyclabilité	Produit biodégradable, recyclable et réutilisable
	Énergie grise*	Vrac : 21 kWhép/UF Panneau : 76 kWhép/UF

UF = Unité Fonctionnelle = 1m² d'isolant à R = 5 m².K/W | Source : La Maison Écologique n°67

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Insensible aux micro-organismes, imputrescible ➤ Permet un grand déphasage* ➤ Bon isolant phonique ➤ Peu d'énergie à la fabrication ➤ Valorisation d'un déchet ➤ Très bon compromis technique, économique et environnemental 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Craint l'humidité ➤ Tassements importants : si la densité est < 50 kg/m³ en vertical et < 30 kg/m³ en rampant

POUR EN SAVOIR PLUS

> ECIMA : www.ecima.net

> Documentation des fabricants



ISOLATION

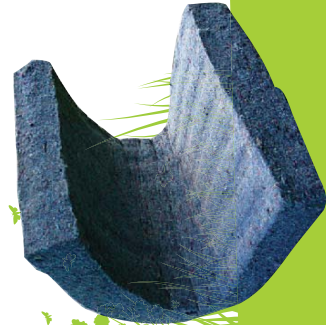
Laine de textiles recyclés

Origine de la matière première

La laine de textile est issue du recyclage de vêtements usagés complétés de textiles synthétiques (polyamide, polyester, acrylique) et de liants sous forme de fibres polyester. Il s'agit d'une filière de fabrication solidaire.

Présentation du produit Fabrication

La laine de coton est lavée, effilochée puis ignifugée et traitée contre les rongeurs, insectes et moisissures.



Produit issu de l'économie sociale et solidaire, élaboré et utilisé en France

MISE EN ŒUVRE



Les isolants à base de textiles recyclés se trouvent sous forme de panneaux, de rouleaux, ou bien directement en vrac.

La mise en œuvre de ces isolants varie selon leur forme :

- **en panneaux ou rouleaux**, la pose se fait traditionnellement entre les montants d'ossature. Soyez vigilant à la découpe, la largeur des lés d'isolant devant être légèrement supérieure à l'écartement entre les montants. L'isolant en lui-même ne nécessite pas de fixations particulières. Pour assurer la sécurité au feu au niveau d'une cheminée, un écran thermique protecteur doit être installé selon les règles de l'art.

- **en vrac**, les isolants en textiles recyclés peuvent être soufflés comme de la ouate de cellulose, ou simplement épanchés à la main pour une isolation des combles perdus. Attention à bien respecter les épaisseurs d'isolant pour obtenir la résistance attendue.

FABRICANTS - Liste non exhaustive -	PRODUITS - Liste non exhaustive -	ÉVALUATION TECHNIQUE
BUITEX ISONAT - 69	Isonat Cottonwool	ATEC 20/13-277
ISOA - 24	Isocoton, Isoloris	ATEC 20/10-215
LA TOISON DORÉE - 13	Gisol Coton blanc/bleu	Avis CERIB n°02 DPO 246
LE RELAIS - 59	Métisse RT et Métisse Flocon	ATEC 20/10-206 et 20/10-207 ACERMI n°14/179/918 et 14/179/916

Cette liste n'engage aucune responsabilité, elle est non exhaustive et peut être modifiable sur demande.

FORMES

Panneaux
Rouleaux
En vrac

UTILISATIONS

- **Panneaux et rouleaux :** pose entre montant : toiture, murs, cloisons, planchers
- **En vrac :** soufflage ou à épanche en combles perdus ou sur plancher

Ces données sont fournies à titre indicatif. Elles peuvent varier en fonction des produits, des fabricants et des méthodes de test.

CARACTÉRISTIQUES SANITAIRES

- Pas de dégagement toxique en cours d'utilisation
- COV* : aucun dégagement n'a été mesuré
- Le matériau n'est pas propice au développement de moisissures
- Porter un masque anti-poussière lors de la mise en œuvre pour éviter l'inhalation de poussières et de fibres
- Le traitement antifongique peut représenter un risque (présence de triclosan et d'ochlinone)

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Densité (kg/m³)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Épaisseur (cm) pour résistance thermique 3.5 < R < 7,5	Affaiblissement acoustique (Rw en dB)	Résistance au feu	Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)
18-45	0,037 - 0,040	10 - 20	45	F	2-3 selon la densité
15-20	0,047 - 0,050				
Ve en oeuvre	Matériau capillaire, hydrophile et hygroscopique*, qui absorbe jusqu'à 15 % de son poids en eau Au contact de l'eau : pas de gonflement, ni de tassement constaté				

Sources : données des fabricants

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

GES*	ÉCONOMIES D'ÉNERGIES	
+ 2 kg eq CO ₂ / UF	Ressources renouvelables	70 à 85 %
	Recyclabilité	Produit biodégradable, recyclable et réutilisable. Déchet inerte.
	Énergie grise*	53 kWh/ep/UF

UF = Unité Fonctionnelle = 1 m² d'isolant à R = 5 m².K/W | Source : La Maison Ecologique n°67

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bon régulateur hygrothermique* ➤ Bon isolant thermique ➤ Bon isolant phonique ➤ Bilan CO₂ faible ➤ Produit issu de l'économie sociale et solidaire 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Produit inflammable ➤ Tassement possible en isolation pour les murs

POUR EN SAVOIR PLUS

- > ISOA : www.isoa.fr/isolation-naturelle
- > ISONAT : www.isonat.com

- > La Toison Dorée : www.latoisondoree.com
- > Le Relais : www.lerelais.org/isolant_mettisse

> Documentation des fabricants

CARACTÉRISTIQUES SANITAIRES

- Pas de dégagement toxique en cours d'utilisation
- Inocuité sur la santé humaine
- Matière première naturelle non toxique

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Densité (kg/m ³)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Résistance thermique (R en m ² .K/W)	Affaiblissement acoustique (Rw en dB)	Résistance au feu	Perméabilité à la vapeur d'eau (μ)
700 - 2 000	0.66 - 1.2	R = 0.66 k.m ² /W pour une épaisseur de 20 cm	33 dB pour une épaisseur de 50 mm	A1 - A2	10 - 35
Vie en oeuvre Forte inertie* thermique, très bon régulateur hygrométrique* Renfort mécanique des angles conseillé					

Source : données des fabricants

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

ÉCONOMIES D'ÉNERGIES	
GES*	Non renouvelable mais disponible en grande quantité
Ressources renouvelables	Produit biodégradable, recyclable
Pas de donnée chiffrée	110 kWh/m ³
Recyclabilité	
Énergie grise*	

Source : La Maison Écologique N°67

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bon régulateur hygrométrique* ➤ Forte densité = accumulateur thermique ➤ Bon isolant phonique ➤ Bilan CO₂ faible, quand elle est fabriquée sur le lieu même de la construction ➤ Absorbe les odeurs 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Durée de fabrication des briques relativement longue ➤ Détérioration sous l'effet du gel

POUR EN SAVOIR PLUS

- > Les Briqueteries du Nord : www.bdn.fr
- > AsTerre - Association nationale des professionnels de la terre crue www.asterre.org
- > Argillus - www.gilaizeau.com
- > Les Jardins de Contrat (37) www.jardinsdecontrat.fr
- > Documentation des fabricants

La brique de terre crue, la modernisation d'une technique millénaire !

MISE EN ŒUVRE

- Les briques se taillent facilement au marteau ou à la scie. Elles s'adaptent aisément aux espaces souvent réduits et non angulaires de la rénovation.
- Elles sont utilisées selon les techniques de maçonnerie traditionnelle. Les briques doivent être mouillées avant leur mise en oeuvre.
Le scellement se fait par un mélange de terre, chaux et sable.
- Elles peuvent être laissées nues ou recouvertes d'un enduit de finition (terre ou chaux).



Les Règles Professionnelles pour la mise en œuvre d'enduits sur supports en terre crue ont été validées par la C2P en juillet 2012. Elles sont disponibles auprès de l'association AsTerre : www.asterre.org

FABRICANTS - Liste non exhaustive -	PRODUITS - Liste non exhaustive -	ÉVALUATION TECHNIQUE
AKTERRE - 26	BTC	DTU XP 13-901 octobre 2011
BARTHE - 31	BTC	-
BRIQUETTERIES DU NORD (BdN) - 59	Crubriq®	Démarche en cours FDES*
Briquetterie DEWULF - 60	Brique terre crue et terre paille crue	-
GILLAIZEAU-ARGILLUS - 85	BTC Argillus	-
LES JARDINS DE CONTRAT 37	Brique terre crue	Pass'Innovation en cours

Cette liste n'engage aucune responsabilité, elle est non exhaustive et peut être modifiable sur demande.

Les Jardins de Contrat (37) proposent des formations aux professionnels sur la fabrication et la mise en œuvre des briques de terre comprimée. Ils disposent de leur propre unité de fabrication.

FORMES	UTILISATIONS
<p>Briques de différentes dimensions suivant les fabricants :</p> <p>Dimensions L x l x H (cm) 29.5 x 14 x 9 22.5 x 10.8 x 4.5-6 33 x 21 x 12 25 x 12 x 7.4-12</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cloisons intérieures - Remplissage de cloisons - Remplissage de colombage - Murs chauffants - Murs d'inertie* et rayonnants

MULTIUSAGE

Brique de terre comprimée

Origine de la matière première

La Brique de Terre Comprimée est composée de terre crue (par opposition à la terre cuite). Elle est composée principalement d'argile et de sable. Il s'agit de ressources naturelles qui peuvent être disponibles en grande quantité localement. L'argile se trouve à environ 50 cm au dessous de la surface du sol suivant les endroits.

Présentation du produit Fabrication

La terre est une ressource naturelle dont la transformation requiert peu de dépense énergétique. Il existe différentes techniques d'utilisation de la terre crue :

- Le torchis** : remplissage d'ossature avec un mélange de terre fibrée (paille).
- La bauge** : édification d'un mur massif (porteur) avec un mélange de terre, d'eau et de fibres végétales.

Le pisé : compactage de terre crue légèrement humide dans un coffrage en couches successives à l'aide d'un pilon.

La « BTC » : modernisation des adobes (moulées en terre crue séchées au soleil). La BTC est constituée d'un mélange de terre tamisée (argile et sable) très légèrement humide. Elle est généralement stabilisée au ciment ou à la chaux (≈ 10 % en volume) et des fibres végétales peuvent être ajoutées (paille, copeaux de bois). Les matières premières sont mélangées, moulées à froid et pressées mécaniquement. Les briques sont mises à suer pendant 3 semaines sous une bâche. Elles sont ensuite séchées à l'air libre pendant quelques jours.





➤ PEINTURES ET ENDUITS NATURELS UNE DÉCO SAINNE POUR L'HABITAT

Le choix des peintures ou enduits est déterminant pour conserver une ambiance saine dans l'habitat. Il existe désormais de nombreux types de peintures et enduits naturels qui permettent de préserver la qualité de l'air intérieur tout en offrant une palette de couleurs très variée.

➤ CHOISIR SA PEINTURE EN TOUTE TRANSPARENCE

En alternative aux produits issus de la pétrochimie et face à des préoccupations sanitaires grandissantes, des fabricants ont remis au goût du jour, dès les années 1980, des peintures et enduits « écologiques » à base de produits naturels (chaux, caséine, huile de lin, etc.).

Par ailleurs, depuis le 1^{er} janvier 2012, les peintures sont soumises à un étiquetage obligatoire de leurs émissions et contenus en COV*. Les substances classées Cancérogènes, Mutagènes ou toxiques pour la Reproduction (CMR) de catégories 1 et 2 sont désormais interdites.

Attention également aux types de peintures !

Une peinture à l'eau ne veut pas dire « naturelle ». Certes, le solvant est composé en majorité d'eau mais il reste encore 5 à 20 % de composés organiques : alcools, éthers de glycol, etc. qui peuvent se révéler néfastes pour la santé et pour le milieu aquatique.

➤ Pour être naturelle, une peinture doit contenir au moins 95 % de composants naturels. Mieux vaut donc bien lire la composition du produit et se fier aux écolabels officiels.



FOCUS

LES ÉCOLABELS

Ce sont les seuls labels officiels. Ils attestent que le produit est moins impactant sur l'environnement tout au long de son cycle de vie (sur la base d'une ACV), tout en conservant une qualité d'usage satisfaisante par rapport à d'autres produits similaires.

➤ **Quelques critères** : origine des matières premières, réduction des consommations d'énergie, limitation des réjets de substances toxiques, information du consommateur...



- NF Environnement** : écolabel français - pour les peintures, vernis et produits connexes, les enduits de peintures et les colles pour revêtement de sol - www.ecolabels.fr
- L'Écolabel Européen** pour les peintures, les vernis et les revêtements de sols durs, en bois ou textiles - www.ecolabels.fr
- L'Ange Bleu** : écolabel allemand - pour les textiles, linoléums, etc. - www.blauer-engel.de
- Nature Plus** : label international - pour les produits de construction (revêtements de sol, matériaux d'isolation, peintures, enduits, etc.) - www.natureplus.org/fr/

➤ LES PEINTURES NATURELLES

Les peintures naturelles se caractérisent par leur impact environnemental très faible car elles sont composées de produits naturels peu ou pas transformés. Elles se déclinent en de très nombreuses teintes grâce à des terres colorantes naturelles et à des pigments minéraux.

Il existe différents mélanges (à la chaux, à la caséine, aux huiles végétales, etc.) qui se présentent sous des conditionnements variés (en poudre, en pot prêt à l'emploi ou sous forme liquide).

1. La peinture à la chaux

La peinture à la chaux permet d'obtenir une couche de peinture bien lisse. Elle possède un bon pouvoir d'hygro-régulation et prévient l'apparition de moisissures. Il existe des peintures colorées à la chaux dans de nombreuses teintes : jusqu'à 80 nuances possibles !

2. La peinture à la caséine

La peinture murale à la caséine ne contient aucun solvant et s'utilise en intérieur, à l'exception des pièces humides. La poudre à base de protéines de lait doit être au préalable mélangée à de l'eau. Une fois préparée, elle doit être utilisée dans les dix heures.

3. La peinture minérale au silicate

Le liant utilisé pour cette peinture est le silicate de potassium qui permet une adhérence durable de la peinture. La palette de couleurs est variée et la couleur est stable dans le temps.

Elle s'applique sur tous types de supports (plaque de plâtre ou de gypse, béton, plâtre, enduit, crépi, etc.), en intérieur comme en extérieur. Ce type de peinture est en effet très résistant aux UV et à la pollution.

4. La peinture à l'argile

Elle est constituée d'argile et de cellulose et ne nécessite aucune transformation chimique ou cuisson. Par ailleurs, elle possède de bonnes propriétés hygrométriques et donne un aspect mat minéral très esthétique qui peut être coloré et/ou couplé à un enduit en argile. Toutefois, il faut éviter de l'utiliser dans des pièces sombres car l'argile absorbe la lumière.

5. La peinture à base d'huile végétale

Les peintures à base d'huile végétale sont fabriquées à partir d'huiles de soja, de lin, de tournesol, de ricin ou encore de chanvre. L'eau joue le rôle du solvant dans le mélange.

La peinture à l'huile de soja peut se décliner en plus de 1500 coloris.

D'autres formulations existent et il peut être proposé aux clients de fabriquer une peinture naturelle adaptée à leurs besoins (à base de chaux, d'ocre, de pigments naturels). Dans ce cas, il faut demander conseil auprès des fournisseurs d'écomatériaux qui peuvent fournir tous les ingrédients nécessaires.

➤ LES ENDUITS ÉCOLOGIQUES

Il existe différentes techniques pour les enduits intérieurs de décoration : stuc, tadelakt, chaux (chaulage, badigeon, patine), chaux-chanvre, terre crue, etc.

Ces enduits sont en général classés en étiquette A+ pour les émissions de COV* et présentent de bonnes propriétés de régulation hygrométrique. En outre, ils ne retiennent pas les particules de poussières et sont faciles d'entretien.

1. La chaux

L'enduit à la chaux est simple à appliquer et s'utilise sur tout type de surfaces (fonds minéraux, papiers ingrainés, placo, argile), en intérieur comme en extérieur. Par ailleurs, la chaux ne contient ni COV*, ni métaux lourds.

2. Le chaux-chanvre

L'enduit chaux-chanvre à base de chènevotte sert de correcteur thermique pour les murs épais en pierres ou en briques, ce qui supprime l'effet « mur froid ». Malgré un séchage long et une application un peu technique, cet enduit apporte un confort acoustique appréciable.

3. L'argile

L'enduit d'argile ne s'applique qu'en intérieur. Il possède une bonne résistance et s'applique facilement. Il existe beaucoup de nuances différentes.

4. La terre crue

Il existe des Règles Professionnelles pour l'application des enduits en terre crue. Cet enduit offre un très bon rendu tout en permettant d'apporter un confort hygrométrique et un peu d'inertie* thermique. En revanche, son usage se limite à l'intérieur, car il faut éviter tout contact avec l'eau.

5. Le tadelakt

Le tadelakt est une technique ancienne d'enduit à la chaux de Marrakech. Cet enduit est « carressé » (tadelakt veut dire masser, carresser en arabe) à l'aide d'un galet de pierre dure puis traité au savon noir. Il est imperméable et peut donc être utilisé dans toutes les pièces même humides ainsi qu'en extérieur.

6. Le stuc

Le stuc est un enduit de finition utilisant comme liant la chaux et/ou le plâtre. Lisse et doux, il peut être modelé et protégé par une cure naturelle.

7. Le stucco vénitien

Le stucco vénitien, constitué de poudre de marbre et de chaux, nécessite du temps pour la pose et un certain savoir-faire. Naturellement antiseptique et anti-moisissures, il nécessite peu d'entretien et existe en de très nombreuses déclinaisons de couleurs.





LES REVÊTEMENTS DE SOL DES MATÉRIEAUX SAINS POUR PARLER LES SOLS

Le choix des revêtements de sol intérieurs est primordial pour conserver un bon confort de vie. Tout comme en isolation, les alternatives utilisant des écomatériaux pour les sols ne manquent pas.

3. La moquette en fibres naturelles

La moquette est de nouveau à la mode et a beaucoup évolué. Certains fabricants proposent des moquettes en fibres 100 % recyclées. Il existe désormais des moquettes en fibres naturelles végétales ou animales : sisal, coco, jonc de mer, laine. Attention toutefois à l'origine de la matière première. L'entretien est plus délicat que pour les moquettes classiques mais elles sont plus résistantes et ont un bon rapport qualité/prix.

4. Le liège

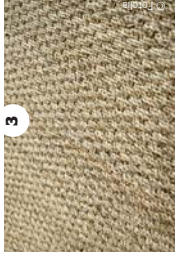
Issu de l'écorce du chêne-liège, le liège est un très bon isolant naturel que l'on peut trouver sous forme de plaques ou en vrac (granulés). Il présente de nombreux avantages : incompressibilité, impuressibilité, confort acoustique, résistance à l'humidité, durabilité, confort d'été, etc.

5. Les carrelages anciens

Les carreaux de terre cuite ou les tomettes sont des carrelages réalisés de façon artisanale ou industrielle. Ils sont compatibles avec un chauffage par le sol et ont une durée de vie très longue. Il faut cependant prévoir un traitement contre les taches.

6. La terre crue

La terre crue est un matériau brut local, bonne inertie*, bonne régulation hygrothermique. Sa pose est longue. Malgré sa fragilité, il s'entretient et se répare très facilement (huilage régulier et barbotine pour reboucher les trous).



1. Le parquet bois

Le choix d'un parquet bois dépend de 4 critères :

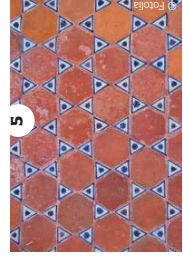
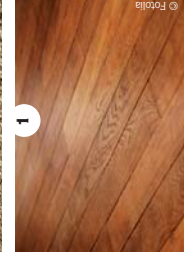
- le type de parquet : massif, contrecollé ou stratifié ;
- la finition : vernie, huilée ou cirée ;
- la pose : clouée, collée ou flottante ;
- l'essence de bois : européenne ou exotique.

Issu d'une ressource renouvelable, le parquet en bois massif est une solution durable. Il nécessite peu d'entretien et apporte une sensation de confort.

Le parquet contrecollé présente des caractéristiques similaires : anallergique, résistant à l'humidité, robuste, etc. Le parquet stratifié est une imitation bois (décor imprimé recouvert d'une résine de protection). Plus économique, il ne contient aucun bois noble et n'est pas renouvelable.

2. Le linoléum

Le linoléum est un revêtement naturel, à ne pas confondre avec un sol PVC. Il est constitué d'un mélange d'huile de lin, de farine de bois, de poudre de liège, de résines naturelles, de minéraux et de pigments. Le tout est fixé sur une toile de jute. Il a l'avantage d'être recyclable et nécessite peu d'entretien.



Ce qu'il faut retenir

En décoration, quelques conseils s'imposent afin de limiter l'impact sur la santé et l'environnement :

- Privilégier les matériaux naturels non transformés : argile, chaux, chanvre, terre, bois local résistant traité avec des cires ou huiles ;
- Regarder l'étiquetage COV* et la composition de la peinture ;
- Éviter les vinyles, PVC, vernis et les matériaux composites ;
- Utiliser des peintures ou des colles constituées d'amidon ou solubles dans l'eau et/ou composées de pigments naturels ;
- Privilégier les matériaux bruts auto-résistants (qui limitent l'usage de produits d'entretien), et ayant de bonnes propriétés hygrométriques (sans se disperser d'une ventilation) ;
- Pour la mise en œuvre, bien ventiler le chantier lors de l'utilisation de colles, enduits, peintures, cires et vernis ;
- Bien aérer la pièce après la pose de peinture.

Les produits écologiques existent aussi pour le traitement du bois et la décoration des meubles : vernis, lasure, colle, cire, huile, produit de traitement anti-UV, etc.

Comparatif des différents types de peintures et enduits naturels :

Types de peinture ou d'enduit	Matières premières	Avantages	Inconvénients
Peinture à la chaux	<ul style="list-style-type: none"> Liant principal : chaux Mélange chaux, eau, adjuvant 	<ul style="list-style-type: none"> Respirante Bactéricide, fongicide et anti-bactérien Application facile Fort pouvoir couvrant Coloration avec des pigments minéraux Sans COV*, ni formaldéhyde 	<ul style="list-style-type: none"> Manipulation de la chaux avec des EPI*
Enduit chaux-chanvre	<ul style="list-style-type: none"> Chaux, chènevette 	<ul style="list-style-type: none"> Très bonne régulation de l'hygrométrie de l'air Correction thermique des murs épais en pierres ou en briques (supprime l'effet mur froid) Application facile Entretien facile Confort acoustique Odeur agréable 	<ul style="list-style-type: none"> Usage intérieur uniquement Séchage long (plusieurs semaines)
Enduit en terre crue	<ul style="list-style-type: none"> Argile, sable, fibres végétales et parfois cellulose 	<ul style="list-style-type: none"> Règles Professionnelles Application facile Bonne résistance mécanique Application sur de multiples supports Très bonne régulation de l'hygrométrie de l'air Faible adhérence à la poussière Inertie* thermique importante 	<ul style="list-style-type: none"> Usage intérieur uniquement
Stuc d'argile	<ul style="list-style-type: none"> Argile séchée, broyée et tamisée, charges calcaires, chaux, pigments naturels 	<ul style="list-style-type: none"> Produit prêt à l'emploi Application plus souple et onctueuse que les stucs classiques Finition possible avec une cire de protection pour un effet brillant 	<ul style="list-style-type: none"> Usage intérieur uniquement sur les supports suivants : plaques de plâtres, Fermacell®, supports déjà peints, enduits à la chaux, enduits en terre Préparation au malaxeur (2,5 l d'eau pour 5 kg) Séchage long (48 heures)



PARTENAIRES

Nous tenons également à remercier les entreprises, artisans et architectes qui se sont impliqués à nos côtés pour la rédaction de ce guide.

ENVIROBAT Centre - 02 38 51 29 72

Association regroupant les principaux acteurs du bâtiment (FFB, CAPEB, CRMA, Qualibat, FCMRB, la Région, ADEME...). Elle a pour objectif de promouvoir la Qualité Environnementale du Cadre Bâti, d'être l'observatoire en la matière et de favoriser les échanges entre professionnels.
www.envirobatcentre.com

ADEME - 02 38 24 00 00

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.
www.ademe.fr/centre/

Alter'Énergies - 02 47 26 46 03

Association qui valorise l'écoconstruction et fait la promotion des circuits courts.
www.alterenergies.org

APPROCHE Paille

0980 328 323
Association pour la valorisation de la construction en ossature bois et paille basée à Orléans. Elle souhaite améliorer l'usage et l'insérer dans le monde professionnel du bâtiment.
www.approchepaille.fr

ARBOCENTRE

02 38 41 80 00
Association de l'interprofession de la Filière Forêt-Bois en région Centre qui développe et structure la filière (bois énergie, bois construction, formation, valorisation des bois locaux...)
www.arbocentre.asso.fr

CAPEB Centre - 02 38 53 21 48

La Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment est une organisation professionnelle représentant les artisans du bâtiment auprès des institutions.
www.capeb.fr

DREAL Centre - 02 36 17 41 41

La Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement a pour mission d'accompagner les acteurs dans une stratégie de développement durable (qualité de l'air, préservation des ressources, protection de la biodiversité etc.). Elle intervient aussi dans le contrôle du respect des règles de construction et la lutte contre l'habitat indigne.
www.centre.developpement-durable.gouv.fr/

EIE de la région Centre - 0810 140 240

Conseils gratuits et indépendants pour les particuliers sur les économies d'énergie et la construction durable.
www.infoenergie-centre.org



FFB Centre - 02 38 42 13 42
La Fédération Française du Bâtiment est une organisation professionnelle représentant les entrepreneurs du bâtiment auprès des institutions.
www.centre.ffbatiment.fr

MMA Entreprise

Entité de MMA qui apporte les réponses assurances aux besoins des professionnels et entrepreneurs.
www.mma.fr

Région Centre

02 38 70 30 30
La Région Centre s'est dotée d'un Pôle d'Efficacité Énergétique, afin de mobiliser l'ensemble des acteurs régionaux autour des thématiques « économies d'énergie » et « construction durable ».
www.regioncentre.fr

Réseau des Chambres d'Agriculture du Centre - 02 38 71 91 10

Elles représentent l'ensemble de la profession agricole auprès des pouvoirs publics.
www.centre.chambagri.fr

Réseau des Chambres de Métiers et de l'Artisanat du Centre - 02 38 68 03 32

Elles représentent l'Artisanat auprès des pouvoirs publics régionaux. Elles contribuent au quotidien à la définition et à la mise en œuvre d'une politique en faveur des artisans et de leurs métiers.
www.crma-centre.fr

VALBIOM CENTRE - 02 37 84 20 00

Valbiom est un cluster régional spécialisé dans la valorisation de la biomasse en région Centre. Il regroupe des entreprises industrielles, des entreprises agricoles, des coopératives, des centres de compétences, des institutionnels, des collectivités et des financeurs privés.
<http://bioproducts.proforum.fr/>

Comparatif des principaux écomatériaux utilisés dans les revêtements de sol :

Revêtements de sol	Matières premières	Avantages	Inconvénients
Parquet bois massif	<ul style="list-style-type: none"> Bois 	<ul style="list-style-type: none"> Matériau noble Très grande stabilité dans le temps Plusieurs rénovations possibles 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé Pose clouée plus technique
Linoléum	<ul style="list-style-type: none"> Mélange de farine de bois, d'écorce de liège, de minéraux, d'huile de lin et de pigments naturels sur une toile de jute 	<ul style="list-style-type: none"> Bonne résistance Pose et entretien facile Sol antiallergique et antibactérien Nombreuses finitions possibles Qualités isolantes thermiques et acoustiques 	<ul style="list-style-type: none"> Lavage à grandes eaux proscrit pour éviter l'eau stagnante et les mauvaises odeurs
Liège	<ul style="list-style-type: none"> Extrait de l'écorce de l'arbre-liège 	<ul style="list-style-type: none"> Bon isolant acoustique et thermique Bonne résistance à l'humidité Pose facile à la colle Entretien facile 	<ul style="list-style-type: none"> Fragilité certaine aux rayures Traitement des taches à sec
Moquette en fibres recyclées	<ul style="list-style-type: none"> Polyamide, acrylique, polypropylène, fibres recyclées 	<ul style="list-style-type: none"> Bon rapport qualité/prix Bonne résistance Longévité 	<ul style="list-style-type: none"> Produits issus de la pétrochimie Risque allergique important (poussières et acariens)
Tommettes	<ul style="list-style-type: none"> Terre cuite 	<ul style="list-style-type: none"> Nombreux coloris Bonne résistance à l'usage Esthétisme Compatibilité avec un chauffage au sol 	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise résistance aux taches Traitement hydrofuge nécessaire
Terre crue	<ul style="list-style-type: none"> Mélange terre/sable/paille hachée/chaux Mélange terre crue/terre cuite/chaux 	<ul style="list-style-type: none"> Sol rustique Entretien facile Bonne inertie* Régulation thermique 	<ul style="list-style-type: none"> Fragilité au poinçonnement (pieds de chaise, talons, etc.) Résistance moyenne à l'abrasion



Bien souvent, les revêtements de sol et les finitions font partie des postes les plus négligés dans un projet de construction ou de rénovation. Il est donc important de s'intéresser aux divers types de revêtement que proposent les écomatériaux. En plus des caractéristiques de résistance et de durabilité, ces écomatériaux présentent des avantages sanitaires : peu émissifs en COV*, antiallergiques... Ils participent à une finition de qualité tout en préservant la qualité de l'air intérieur du bâtiment.



ARTISANAT & ENVIRONNEMENT

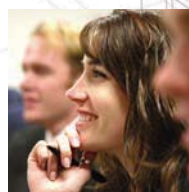


Chambres de Métiers
et de l'Artisanat

Région Centre



LE RÉSEAU DES CMA S'ENGAGE DURABLEMENT À VOS CÔTÉS



Sensibilisation et information

Orientation vers des formations adaptées

Conseils techniques et financiers

Accompagnement de projet

Promotion des savoir-faire

VOS CONTACTS

**Chambre Régionale
de Métiers et
de l'Artisanat**

28 rue du Faubourg
de Bourgogne
45000 Orléans
★ Béatrice Dereu
Tél. 02 38 68 00 78
b.dereu@crma-centre.fr

CMA du Cher

40 rue Moyenne
18005 Bourges Cedex
★ Régis Mautré
Tél. 02 48 69 70 78
r.mautre@cm-bourges.fr

CMA d'Eure-et-Loir

24 bd de la Courtille
28000 Chartres
★ Véronique Jobard
Tél. 02 37 91 57 21
veronique.jobard@cm-28.fr

CMA de l'Indre

31 rue R. Mallet Stevens
36006 Châteauroux Cedex
★ Laurence Plicaud
Tél. 02 54 08 80 25
l.plicaud@cm-indre.fr

CMA d'Indre-et-Loire

36-42 route de St-Avertin
37200 Tours
★ Anne-Laure Le Roux
Tél. 02 47 25 24 56
alleroux@cm-tours.fr

CMA du Loir-et-Cher

Maison des Entreprises
16 rue de la Vallée Maillard
41018 Blois Cedex
★ Denis Chal
Tél. 02 54 44 65 16
dchal@cma-41.fr

CMA du Loiret

28 rue du Faubourg de
Bourgogne
45012 Orléans
★ Amélie Livinal
Tél. 02 38 65 40 16
a.livinal@cma-loiret.fr

Opération financée
avec le concours de
➤ la Région Centre,
➤ de l'État
➤ de l'Europe (FEDER).



Projet cofinancé par l'Union européenne
et le Gouvernement français
dans le cadre du programme de développement régional