

# Sensibilisation aux matériaux biosourcés

## Recueil technique

Ce recueil technique reprend les différents matériaux d'isolation biosourcés mis à disposition dans la mallette pédagogique.

Il n'a pas vocation à présenter de manière exhaustive tous les matériaux disponibles sur le marché mais à illustrer la diversité des produits, tant dans leur origine que dans leur utilisation, en gardant une connexion avec leur disponibilité sur le territoire régional.

Ce recueil a été réalisé sur la base d'une production de la Chambre Régionale de Métiers et de l'Artisanat du Centre-Val de Loire, publiée en 2014 (Guide des écomatériaux - fascicule filières) et des ouvrages disponibles.

Les données concernant les caractéristiques techniques et environnementales des matériaux sont exprimées en moyennes, sur la base des fourchettes disponibles dans la littérature (certifications, avis techniques, fiches matériaux, documents fabricants...)

**Il importe d'attirer l'attention du lecteur sur la nécessité de se référer in fine, aux fiches techniques des matériaux, qui font seules référence.**





## **Table des matières**

Le chanvre .....	5
La paille de céréales .....	13
La ouate de cellulose .....	19
Le bois .....	23
Le textile recyclé .....	33
Le liège .....	37
Les granulés de végétaux compressés .....	43
Le lin .....	47
L'herbe de prairie .....	51



# Le chanvre

# Le chanvre



## Matière première et domaines d'application

Le chanvre (*Canabis sativa* L.) est une plante annuelle, d'origine asiatique, qui peut être intégralement valorisée: les graines appelées chènevis et la tige qui donnera après défilage mécanique la chènevotte et la fibre de chanvre.

La culture du chanvre présente de nombreuses qualités agronomiques et environnementales : pas de pesticide, peu de fertilisants (dont les bénéfiques profitent même aux cultures suivantes dans la rotation), pas d'irrigation et constitue une bonne tête de rotation. La production de chanvre en France s'étend sur 15 000 hectares (en augmentation de 20% par an au cours des dernières années), dont 15 % sont valorisés dans le secteur du BTP.

Les composants de la tige (fibre et chènevotte) peuvent être utilisés sous différentes formes.

- les fibres : en vrac, en laine ou en feutre, en panneaux ou en rouleaux pour l'isolation des toitures, des planchers, des combles perdus ou encore des murs.
- la chènevotte : mélangée à la chaux, pour la fabrication de brique, de dalle isolante, de béton, d'enduit correcteur thermique ou encore d'enduit décoratif.

À ce jour, à l'échelle de la région Centre-Val de Loire, la filière chanvre n'est pas vraiment structurée. Quelques producteurs et utilisateurs cherchent à fédérer la filière pour renforcer des partenariats, développer la production et les savoir faire.



## Quelques acteurs clés de la filière

### Interchanvre

Interprofession regroupant producteurs et industriels de la transformation:

- fédère les acteurs de la filière
- assure la représentativité du secteur
- favorise les actions de recherche scientifique et technique
- promeut les qualités environnementales du chanvre, de la filière et des marchés [www.interchanvre.org](http://www.interchanvre.org)

### Construire en Chanvre

Association de spécialistes de la construction et de la rénovation en chanvre :

- suivi de l'évolution réglementaire
- rédaction des règles professionnelles
- formation des artisans
- labellisation du granulats de chanvre
- validation des couples liant /granulats

### Chanvriers en circuits courts

Association ayant pour vocation le développement de micro filières locales de production de chanvre fermier pour l'écoconstruction. Regroupe producteurs et utilisateurs de chanvre de différentes régions de France.

[www.chanvriersencircuitscourts.org/](http://www.chanvriersencircuitscourts.org/)

### École nationale du chanvre

Projet né de la volonté de quelques professionnels conscients des besoins du terrain en termes de formations aux matériaux biosourcés.

L'école a développé des cursus de formations dédiés aux professionnels du bâtiment désireux de proposer à leurs clients un matériau biosourcé à haute performance tout en garantissant une assurabilité des ouvrages.

### Agrofibre Centre-Val de Loire

Association pour la promotion et la valorisation du chanvre, du lin et autres, à travers la réalisation de projets de culture, de transformation et de commercialisation.

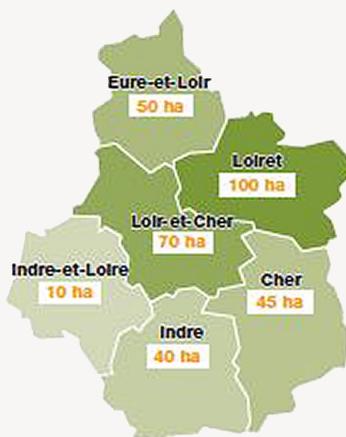
### Chanvriers Blaisois (41)

Groupe d'agriculteurs rassemblés autour de la culture du chanvre depuis 2010. Acteurs incontournables de la filière chanvre en région Centre-Val de Loire, ils alimentent les marchés locaux en chènevotte produite en région Centre-Val de Loire.

### Construir'Eco (37)

Entreprise d'insertion socio-professionnelle et de formations en habitat social et écologique. L'association dispose de sa propre production de briques de chanvre, faisant d'elle un acteur local important.

### Production de chanvre en région Centre-Val de Loire



Source : fiche filière « chanvre », Envirobot Centre

## Filasse de chanvre

### Fabrication

Après fauchage, la paille de chanvre est laissée en andains sur le lieu de la récolte avant de procéder au fanage. Lorsque la paille atteint un taux d'humidité de 14-18 % elle est défibrée mécaniquement pour séparer les fibres du cœur de la tige (chènevotte).

La fibre est ensuite cardée pour obtenir la filasse ou laine de chanvre en vrac, qui est le constituant principal des panneaux et rouleaux de laine de chanvre. La filasse courte est utilisée pour « armer » les mortiers de chaux ou d'argile afin de leur donner une résistance mécanique supplémentaire.

(La mise en œuvre traditionnelle la plus classique de la filasse de chanvre, même si elle concerne des petits volumes, est l'utilisation en plomberie pour étanchéfier les raccords).

### Mise en œuvre

Toitures, combles perdus, planchers :

la filasse de chanvre est un matériau économique et agréable à travailler. La mise en œuvre s'effectue en vrac dans des caissons ou encore dans les cavités où l'emploi de panneaux s'avère impossible.

Cloisons, murs, doublages :

la mise en place doit intervenir dans des endroits sains, secs et ventilés. Elle peut s'effectuer sous forme d'enduit intérieur en tant que correcteur thermique, notamment dans le bâti ancien. A sec ou après trempage, dans un mortier fluide de chaux, d'argile ou de plâtre, c'est une solution idéale pour combler les petites anfractuosités, pour le calfeutrage des menuiseries et des fissures. Mélangée à de la chaux, elle est adaptée pour combler des fissures de plusieurs cm, dans l'habitat de type troglodytique.

## Laine de chanvre

### Fabrication

Les fibres de chanvre (filasse) sont mélangées avec un liant (polyester) à hauteur de 15 % pour maintenir l'ensemble, puis plaquées les unes aux autres pour obtenir un matelas. Une cuisson au four permet aux fibres de se coller entre elles. Les faibles densités formeront des rouleaux, les plus fortes, des panneaux.

### Mise en œuvre

Toitures, combles perdus, planchers, parois verticales :

la laine de chanvre se travaille comme une laine isolante conventionnelle. Elle doit être mise en œuvre dans des endroits **sains, secs et ventilés**.



## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Épaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
panneaux rouleaux	20 à 60	0,038 à 0,042	20	mauvais	1 à 2
filasse	15	0,06	non approprié		
chènevotte	90 à 115	0,048 à 0,06			

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériaux	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
panneaux, rouleaux	-34 à -0,78	80 %	partiellement (liants, adjuvants)
filasse		100 %	biodegradable, recyclable, réutilisable
chènevotte			

(sources : fiches techniques matériaux fabricants, BAUBOOK)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ bonne stabilité et durabilité si mise en œuvre et densité adaptées	↘ produit fibreux nécessitant un outillage de découpe simple mais adapté
↗ hygroscopicité : bonne (laine) à très bonne (chènevotte)	↘ sensibilité au feu
↗ confort d'été	
↗ bonnes performances acoustiques	
↗ non consommable par les rongeurs	

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Pour en savoir plus

[www.ecopertica.com](http://www.ecopertica.com)  
[www.gatichanvre.fr](http://www.gatichanvre.fr)  
[www.agrochanvre-ecoconstruction.com](http://www.agrochanvre-ecoconstruction.com)  
[www.coop-cavac.fr](http://www.coop-cavac.fr)  
[www.chanvriersencircuitscourts.org](http://www.chanvriersencircuitscourts.org)  
[www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr)  
 fiche filière «chanvre» d'Envirobot Centre

# Bétons et blocs de chanvre

## Fabrication

Les bétons et mortiers de chanvre sont obtenus par le mélange d'eau, de liant (le plus souvent de la chaux) et de granulats de chanvre (chènevotte - cœur de paille de chanvre). Ils bénéficient d'une importante porosité qui leur confère des performances thermiques et hygrométriques 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.

## Mise en œuvre

*Les règles professionnelles d'exécution et d'ouvrage en béton de chanvre ont été validées en février 2012 par la C2P de l'Agence Qualité Construction.*

*Elles sont disponibles auprès de l'association «Construire en Chanvre».*

### Murs en béton de chanvre :

- mise en œuvre manuelle par déversement entre deux banches,
- mise en œuvre à la machine par projection sur une banche,
- mise en œuvre maçonnée par blocs non porteurs en béton de chanvre.

### Sols en béton de chanvre :

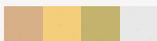
mise en œuvre par déversement : le béton est étalé sans être tassé sur les surfaces à couvrir, dressé à la règle et légèrement taloché.

### Enduits en béton de chanvre :

application manuelle ou mécanique, possible en forte épaisseur pour reprises de murs permettant d'améliorer le confort thermique et acoustique (notamment en rénovation). Peuvent rester apparents, ou en intérieur, être recouverts d'une finition.

### Isolation de toitures 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.





## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Epaisseur pour une résistance thermique $R=3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
béton	250 à 800	0,06 à 0,14	30 à 40	bien	8 à 13
blocs	300	0,075			1 à 5

(sources : fiches techniques matériaux fabricants, FDES / INIES)

## Caractéristiques environnementales

Matériaux	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
béton	-0,34	partiellement	recyclable
blocs	3		

(sources : fiches techniques matériaux fabricants, FDES / INIES)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ bon régulateur hygrothermique	↘ séchage des mortiers parfois long (plusieurs mois)
↗ bonnes performances thermique et acoustique	↘ les chantiers « humides » ne peuvent pas être réalisés en période de grand froid
↗ matériau stockeur de CO <sub>2</sub> (puits de carbone)	
↗ valorisation d'un sous produit du chanvre	
↗ la culture du chanvre permet de régénérer les sols et nécessite peu d'intrant	
↗ matériau naturel à changement de phase	

(sources : Construire en Chanvre, CMA Centre-Val de Loire)

## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



# La paille de céréales

# La paille de céréales



## Matière première et domaines d'application

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

La région Centre-Val de Loire figure parmi les premières régions céréalières de France avec 1/9 de la production nationale. Ce co-produit de l'agriculture représente 42% du tonnage récolté (52% de céréale alimentaire).

On retrouve la paille sous différentes formes dans le bâtiment, pour différents usages :

- gros œuvre pour construction en murs autoporteurs ou en murs non porteurs,
- remplissage de colombages sous forme d'enduits ou de torchis,
- enduit correcteur hygrothermique (torchis, enduits terre-paille),
- isolation de murs, toitures, planchers,
- cloisons intérieures (panneau de paille compressée),
- toitures (couverture en chaume).

Certaines formes de mise en œuvre sont encadrées par des règles professionnelles.

En France, 500 bâtiments utilisant de la paille sont construits chaque année. La plus ancienne construction, la maison Feuillette à Montargis (45) remonte à 1920. Toujours en très bon état, la consommation énergétique de cette maison s'élève à 110 kWh/m<sup>2</sup>/an, soit l'équivalent de la RT 2005.



## Quelques acteurs clés de la filière

### Approche paille

Association qui depuis 2005 fait la promotion de la construction d'habitations en paille, principalement pour les auto constructeurs. Elle participe à la diffusion de la technique du GREB.

Elle est correspondant régional pour le RFCP et chargée du développement de la filière construction paille en région Centre-Val de Loire. Elle assure des formations techniques à destination des professionnels et des particuliers.

### ACCORT Paille

Agence pour la conception, la construction d'ouvrages et la rénovation thermique en paille.

Structure collaborative, elle a pour objectif la montée en compétence des professionnels du bâtiment et la sensibilisation des maîtres d'ouvrage, prescripteurs ou constructeurs.

### Envirobot Centre

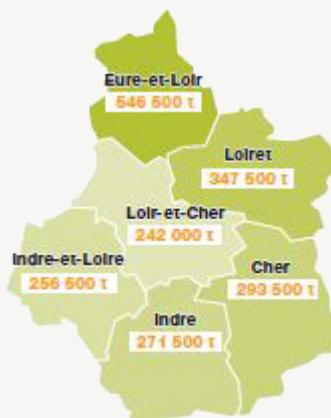
Association chargée depuis 2014 du développement de la filière paille en région Centre-Val de Loire. Elle poursuit la mission confiée à Approche paille. Envirobot Centre développe cette ressource performante et pertinente de la construction «bas carbone».

### Les chambres d'agriculture

Accompagnent des agriculteurs, des groupes 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.

Elles interviennent également pour des animations et faciliter les échanges entre agriculteurs, entreprises et artisans.

### Production de paille en région Centre-Val de Loire



Source : fiche filière « paille » Envirobot Centre

### RFCP

Réseau français de la construction paille créé en 2005 sur la base de l'association Les Campaillons, réunit les différents acteurs de la construction paille en France: artisans, architectes, maîtres d'ouvrages, formateurs, auto-constructeurs, associations. RFCP 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 2011 et du Centre National de la Construction Paille en 2013.

### CNCP

Centre national construction paille, lieu d'échanges et de formations installé à Montargis, dans la maison Feuillette, première construction ossature bois avec remplissage paille recensée en Europe. Cette construction bientôt centenaire, a toujours été habitée et est en excellent état.

## Fabrication

Les bottes de paille sont fabriquées par l'agriculteur avec une botteuse à partir de la paille en vrac. Différentes variétés de paille peuvent être utilisées. Il est recommandé de privilégier les cultures locales, nombreuses en région Centre-Val de Loire.

Les dimensions des bottes de paille sont stables dans le temps et très peu affectées par les variations de température et d'humidité.

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.

Bon régulateur hygrométrique, la paille laisse le mur respirer et régule l'humidité du bâtiment, ce qui contribue à un air intérieur sain.

## Mise en œuvre

Murs autoporteur ou non porteurs, planchers :

historiquement très prisée par les auto-constructeurs, la construction en paille s'est professionnalisée au cours des dernières décennies.

De nombreuses techniques existent, qui sont maintenant encadrées par les Règles Professionnelles de la construction paille. Aujourd'hui, les bâtiments construits en paille sont d'une très grande variété, allant de la maison individuelle auto-construite à des opérations de constructions de bâtiments collectifs.

Les techniques employées vont d'une mise en œuvre manuelle très artisanale à la fabrication d'éléments préfabriqués en ateliers.

*Certaines techniques de mise en œuvre sont encadrées par des Règles Professionnelles de la construction paille, rédigées par le RFCP (réseau français de la construction paille) et approuvées le 28 juin 2011 par la C2P (Commission Prévention des produits) de l'Agence Qualité Construction. Elles sont disponibles auprès du réseau français de la construction paille :*

*<http://rfcp.fr/les-regles-professionnelles/>*

*Une actualisation des règles professionnelles de la construction paille est entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2012. Cette nouvelle édition a été enrichie de deux années de retours d'expériences recueillis par le réseau français de la construction paille (RFCP).*





## Caractéristiques techniques

Matériau	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Épaisseur pour une résistance thermique $R=7,1 \text{ m}^2.K/W$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
bottes de paille	130	0,065	37	<i>Les bottes doivent être protégées par un matériau ou procédé garantissant une tenue au feu réglementaire en fonction de l'usage du bâtiment</i>	1,04

(sources : FDES, RFCP)

## Caractéristiques environnementales

Matériau	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
bottes de paille	-26	100 %	biodegradable, recyclable, compostable

(sources : FDES, RFCP, BAUBOOK)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ bon régulateur hygrothermique	↘ sensibilité à l'eau
↗ matériau très économique sans marque commerciale et qui valorise la main d'œuvre	↘ inertie un peu faible mais facilement compensable dans le projet de construction
↗ matériau stockeur de CO <sup>2</sup> (puits de carbone)	
↗ valorisation d'un co-produit de l'économie locale	
↗ bonne performance acoustique	

(sources : RFCP, CMA Centre-Val de Loire)

## Pour en savoir plus

[www.compailleurs.eu](http://www.compailleurs.eu)  
[www.maisonfeuillette.compailleurs.eu](http://www.maisonfeuillette.compailleurs.eu)  
[www.envirobatcentre.com](http://www.envirobatcentre.com)  
[www.approchepaille.fr](http://www.approchepaille.fr)  
[www.constructionpaille-regioncentre.fr](http://www.constructionpaille-regioncentre.fr)  
[www.accortpaille.fr](http://www.accortpaille.fr)  
 documents fabricants  
 fiche lilière «paille» Envirobat Centre

## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



# La ouate de cellulose

# La ouate de cellulose

Il existe deux types de ouate de cellulose en fonction de l'origine du produit: la ouate de cellulose papier et la ouate de cellulose carton. La ouate de cellulose est un produit issu de l'économie circulaire.

La production française, bien que récente, est structurée et en constante évolution. Elle représente 1 200 000 tonnes par an (étude nationale sur les filières de production des matériaux et produits biosourcés utilisés dans la construction par Nomadéis en 2015, pour le ministère de l'Environnement du développement durable et de l'énergie).

## Ouate de cellulose papier

### Matière première et domaines d'application

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

Elle s'utilise principalement comme isolant thermique, sous forme de panneaux semi-rigides ou en vrac.

### Fabrication

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

### Mise en œuvre

Combles perdus, sols et plafonds :

soufflage à 30-40 kg/m<sup>3</sup> des flocons de ouate (état sec) pour un remplissage intégral sur des surfaces horizontales. Une solution d'eau + 5% de colle cellulosique est ensuite appliquée pour stabiliser la ouate.

Toitures en rampant :

injection à 40-60 kg/m<sup>3</sup> des flocons de ouate (état sec) ou insufflation sous pression dans caissons étanches préalablement installés. Possibilité de travailler avec des freins vapeur armés et transparents pour conserver une visibilité.

### Parois verticales :

- par projection (état humide), la ouate est ensuite nivelée, puis recouverte de panneaux de finition (type fermacell; bois...),
- par injection à  $60 \text{ kg/m}^3$  des flocons de ouate (état sec),
- par positionnement de panneaux semi-rigides ne nécessitant pas de fixation particulière (peuvent s'appliquer également en pose horizontale et sous rampants de toiture).

La largeur des coupes des lés d'isolant doit être supérieure de 2 cm à la largeur entre montants d'ossature bois, pour l'efficacité du fichage.

## Ouate de cellulose carton

### **Matière première et domaines d'application**

La ouate de cellulose carton provient à 85% de cartons recyclés. Ces performances techniques sont comparables à celles de la ouate de cellulose papier mais sa production est moins coûteuse en énergie grise et nécessite moins de produits chimiques.

Isolant thermique et phonique, celle-ci est destinée à l'isolation des planchers, toitures, murs et combles.

### **Fabrication**

Le carton de récupération est trié, broyé, défibré puis traité à base de produit ignifugeant et antifongique pour apporter à la ouate une résistance aux moisissures, aux rongeurs et au feu. Elle se présente sous forme de flocons.

### **Mise en œuvre**

#### Combles perdus, sols et plafonds :

- par soufflage pneumatique à  $30\text{-}40 \text{ kg/m}^3$  sur la surface d'un plancher ou entre solives et solivettes d'un plafond suspendu à ossature apparente.

#### Parois verticales :

- par insufflation à  $50\text{-}65 \text{ kg/m}^3$ , en injectant sous pression la ouate, dans une cavité de la paroi, à l'aide d'une machine pneumatique, derrière soit un parement souple (ex pare vapeur) soit un parement rigide (ex parement bois),
- par projection humide à  $50\text{-}65 \text{ kg/m}^3$ , en appliquant sous pression de la ouate associée à une faible quantité d'eau, à l'aide d'une machine pneumatique entre les montants de la paroi.

L'excédent de matière est arasé à l'aide d'un rouleau brosse d'égalisation.





## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Epaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
ouate de cellulose papier	35 à 60	0,039 à 0,042	20 à 21	bien	1 à 2
ouate de cellulose carton	35 à 57	0,043	20 à 22	moyen	1

(sources : CMA Centre-Val de Loire, fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériau	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
ouate de cellulose papier (pas de donnée pour le carton)	-5,3 à -10	75 % à 85 %	biodégradable, recyclable, réutilisable

(sources : BAUBOOK, CMA Centre-Val de Loire et fiches techniques matériaux fabricants)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ insensible aux micro organismes, imputrescible	↘ sensibilité au feu
↗ permet un grand déphasage (9h en 30cm d'épaisseur)	↘ risque de tassement en projection à sec si < 50 kg/m <sup>2</sup> en vertical et < 30kg/m <sup>2</sup> en rampant
↗ bon isolant phonique	
↗ peu d'énergie à la fabrication	
↗ valorisation d'un déchet	
↗ très bon compromis technique, économique, environnemental	
↗ amélioration de la chaleur surfacique	

(sources : CMA Centre-Val de Loire)

## Pour en savoir plus

[www.ecima.net](http://www.ecima.net) - [www.novidem.fr](http://www.novidem.fr)

## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.

# Le bois

## Matière première et domaines d'application

La France compte 15,5 millions d'hectares de forêt, soit près de 25% du territoire. En région Centre-Val de Loire, la forêt représente près d'un million d'hectares, ce qui la place au 6ème rang des régions françaises les plus boisées. Les essences de bois les plus représentées sont le chêne (63%) et le pin maritime (18%).

Le bois est un matériau naturel, renouvelable et sain. Il est qualifié de puits carbone car il stocke le carbone nécessaire à sa croissance tout au long de sa vie ( $1 \text{ m}^3$  de bois = 1 tonne de  $\text{CO}_2$ ).

Les déchets de résineux (épicéa, sapin, pin, mélèze) sont valorisés pour fabriquer les panneaux de fibre de bois. Leur transformation nécessite peu d'énergie grise, comparativement aux matériaux traditionnels, surtout si elle a lieu dans la région d'origine.

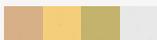
Dans la construction, le bois est utilisé sous différentes formes.

### Gros œuvre :

ossature bois, madrier, poteau, poutre, charpente... De nouveaux produits arrivent sur le marché comme les modules de construction en bois pré-isolés dont la mise en œuvre, facilitée par un système d'emboîtement, permet de réduire à la fois les délais et les coûts de construction.

### Second œuvre :

panneau de structure OSB, contre-plaqué, panneau de parement, bardage, menuiserie, aménagement intérieur et extérieur, revêtement de sol (parquet massif ou contrecollé, lame de terrasse).



## Quelques acteurs clés de la filière

### Arbocentre

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

Sa mission concourt au développement des 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 d'énergie.

Arbocentre organise régulièrement des formations à destination des professionnels ainsi que des rencontres. (Business & Bois, Réseau Bois...)

### Adefibois-Berry

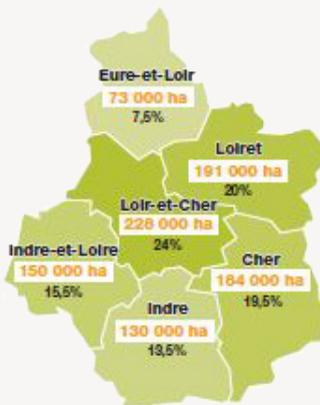
Association soutenue par la Chambre d'agriculture de l'Indre, agit pour le développement de la filière bois en Berry, de l'approvisionnement à la valorisation, à travers l'organisation de visites, la création de supports de communication, la sensibilisation, la réalisation de pré-études bois énergie, l'accompagnement des porteurs de projets, la mise en réseau...

### Prescription Bois

Réseau créé en 2014, porté par France-Bois-Région et soutenu par France-Bois-Forêt pour favoriser l'usage des produits et solutions en bois français dans les projets de construction, d'aménagement, de réhabilitation de bâtiments.



### Répartition par département des forêts



Sources : fiche filière « bois »  
Envirobot Centre

### France Bois Forêt

Interprofession nationale créée en 2004, sous l'égide du ministère de l'Agriculture en charge des forêts. France Bois Forêt cofinance, aux côtés des professionnels de la filière et grâce à la contribution volontaire obligatoire (CVO), des actions collectives de promotion, de communication et de valorisation de la forêt française à travers notamment les différents usages du matériau bois.

Ces champs d'intervention couvrent :

- la recherche, le développement, l'innovation,
- la promotion technique ou générique,
- l'éducation à l'environnement,
- l'attractivité des métiers,
- la mobilisation des ressources forestières,
- la mise à disposition de données statistiques.

## Laine de bois

### Fabrication

La laine de bois est obtenue à partir du défilage de chutes de bois de scierie ou de rémanent de forêt (généralement des résineux).

### Mise en œuvre

Combles perdus, rampants, planchers intermédiaires, murs :

la laine de bois en vrac est destinée plus particulièrement à l'isolation des combles perdus par épandage manuel (surfaces inférieures à 30m<sup>2</sup>) ou par soufflage à l'aide d'une machine. Elle est utilisable également en caissons fermés, pour l'isolation des toitures, murs, planchers intermédiaires, par insufflation à l'aide d'une machine.

La laine de bois permet un remplissage homogène, sans tassement dans le temps, car les fibres se tiennent entre elles.

## Panneaux laine de bois

### Fabrication

Les panneaux sont fabriqués à partir de laine de bois et d'eau transformées en pâte et ne nécessitent pas systématiquement d'adjonction de liant supplémentaire. Selon les fabricants, différents adjuvants de liaison peuvent-être incorporés : amidon végétal, polyester, polyuréthane, polyoléfine.

Cette pâte est ensuite coulée, laminée et séchée pour produire des panneaux d'aggloméré 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° à 220°C.

### Mise en œuvre

Rampants, murs, planchers intermédiaires :

– en sous-toiture, les panneaux rigides ou semi-rigides se posent indépendamment des chevrons, collés entre eux afin de garantir l'étanchéité. La ventilation formée par des lattes montantes doit obligatoirement être ouverte en partie basse et en partie haute de la toiture afin d'éliminer la vapeur d'eau. Une barrière d'étanchéité est à prévoir.

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

– au niveau des planchers intermédiaires, la mise en œuvre de panneaux rigides offrira également de bonnes performances d'isolation acoustique (atténuation des bruits de pas).



## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Epaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
vrac pour soufflage	35	0,038 à 0,040	20 à 27	NR	2
vrac pour insufflation	40				
panneaux semi rigides	50	0,036 à 0,038	18 à 27	mauvais	3 à 5
panneaux rigides	110-265	0,038 à 0,048			

(sources : FDES/INIES, fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériaux	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
laine de bois en vrac	-30 à -1	100 %	biodégradable, recyclable réutilisable,
panneaux	9,82	partiellement	stockage non inerte et non dangereux

(sources : FDES/INIES, BAUBOOK, fiches techniques matériaux fabricants)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ bon régulateur hygrothermique	↘ coût encore élevé pour des produits à haute densité
↗ ressource renouvelable en grande quantité	↘ poids important (manipulation)
↗ confort d'été	↘ émission de poussières
↗ bon isolant phonique	↘ non intégralement biodégradable (adjuvants, liants)
↗ matériau stockeur de CO <sub>2</sub> (puits de carbone)	
↗ inattaquable par rongeurs et champignons	

(sources : CMA Centre-Val de Loire)

## Pour en savoir plus

[www.arbocentre.asso.fr](http://www.arbocentre.asso.fr) ADEFIBOIS BERRY  
[www.catalogue-construction-bois.fr/](http://www.catalogue-construction-bois.fr/) documentation fabricants  
 fiche filière « bois » Envirobat centre Bois du Centre (36)

## Bloc en fibres de bois à crépir (gros œuvre)

### Fabrication

Les blocs sont fabriqués à partir de bois résineux issus des sous produits de scierie (95 %).

### Mise en œuvre

#### Murs (ITE) :

mise en œuvre des blocs isolants en fibres de bois par chevillage, directement sur les murs de types maçonneries, bois massif ou béton.

En tant que support d'enduit, les blocs en fibres de bois sont particulièrement adaptés dans le cadre d'une isolation thermique par l'extérieur, en construction neuve comme en rénovation.

Ils offrent une grande capacité calorifique et une excellente protection contre la chaleur estivale ainsi qu'une protection acoustique accrue. Ils assurent un transfert parfait de la vapeur d'eau à travers les structures maçonneries, les supports en bois massif, sans risque de condensation. Leur rapidité de pose permet également d'optimiser les temps de mise en œuvre.

## Module de construction en bois pré-isolé (gros œuvre)

### Fabrication

Les modules de construction sont composés de caissons en bois (OSB et peuplier) garnis d'un isolant de remplissage en vrac de type filasse de chanvre, lin ou ouate de coton. La capacité d'isolation thermique et phonique des modules est exceptionnelle et répond déjà aux normes RT2020. Les modules sont une alternative naturelle et durable aux constructions traditionnelles.

### Mise en œuvre

#### Murs non porteurs :

assemblage des modules par emboîtement permettant d'ériger des murs de toutes dimensions. Mise en œuvre simple et rapide, permettant de réduire les délais et coûts de construction, sans pour autant nécessiter de formation spécifique.

*La qualité autoportante de l'ensemble constitué de modules de remplissage est en cours d'agrément.*

## Bloc en béton de bois (gros œuvre)

### Fabrication

Les blocs en béton de bois, réalisés à partir de déchets de palettes usagées, s'inscrivent dans un principe d'économie circulaire.

La fabrication des blocs en béton de bois fait appel aux mêmes techniques classiques et traditionnelles que celles des blocs de granulats courants de l'industrie du béton.

Les déchets de bois sont broyés, criblés, déferrailés et calibrés en usine. Après un traitement de minéralisation, les copeaux sont malaxés avec un liant, avant la mise en forme des blocs.

### Mise en œuvre

Murs porteurs ou non porteurs :

procédé destiné à la réalisation de murs porteurs ou non, pour toute construction de type standard, limitée à deux étages. N'est pas adapté aux murs de soubassement ni aux murs enterrés.

La pose est de type maçonnerie traditionnelle, mais le poids réduit des blocs en béton de bois (18 kg) permet d'alléger la pénibilité d'exécution. Leur mise en œuvre permet d'intégrer un volume de 28 kg de bois/m<sup>2</sup> de mur.





## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Epaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
bloc en fibres de bois à crépir	115	0,039	20	bien (avec enduit Zolpan)	3
module de construction pré isolé en bois	185	0,039	30 ( $R=6,1$ )	NR	<2
bloc en béton de bois	1100	0,231	20 (si isolant th 40 de 16 cm en +)	bien	8,6

(sources : FDES/INIES, BAUBOOK, fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériaux	GES (kg eq $\text{CO}_2$ / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
bloc en fibres de bois à crépir	19	95 %	compostage ou chaudière biomasse
module de construction pré isolé en bois	NR	95 %	biodégradable, recyclable, réutilisable
bloc en béton de bois		partiellement	recyclable

(sources : FDES/INIES, BAUBOOK, fiches techniques matériaux fabricants)

## Avantages et inconvénients

Matériaux	Les plus	Les moins
bloc en fibres de bois à crépir	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ format optimisé (réduction des chutes de matériaux)</li> <li>↗ gain sur temps de pose</li> <li>↗ bon affaiblissement acoustique</li> </ul>	
module de construction pré isolé en bois	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ confort d'hiver et d'été</li> <li>↗ isolation intégrée</li> <li>↗ régulation hygrométrique naturelle</li> <li>↗ stabilité (pas de tassement)</li> <li>↗ manutention facile et rapide</li> <li>↗ bon affaiblissement acoustique</li> </ul>	
bloc en béton de bois	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ produit issu du recyclage</li> <li>↗ compatible murs porteurs</li> <li>↗ mise en œuvre traditionnelle</li> <li>↗ bon affaiblissement acoustique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↘ R + 2 maxi</li> <li>↘ protection si fortes pluies ou neige en cours de travaux</li> </ul>

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Pour en savoir plus

Alkern  
rue André Bigotte  
ZI Parc de la Motte du Bois  
62 440 HARNES

SASU PASSIBLOC  
69, avenue Pierre-Armand-Colin  
41100 VILLIERS-SUR-LOIR  
mail:avantage41@gmail.com

Pavafrance SAS  
zone industrielle III  
route Jean-Charles Pellerin  
88190 GOLBEY  
www.pavatex.com

# Parquet bois

## Fabrication

Le parquet en bois massif est taillé directement dans la grume (tronc d'arbre abattu et écorcé). L'essence la plus utilisée étant le chêne. Les planches de bois sont entreposées pour une période de séchage afin de diminuer le taux d'humidité (-80%). Les planches sont ensuite usinées jusqu'à obtenir les lames de parquet à la dimension requise. Le parquet en bois massif est une solution durable qui nécessite peu d'entretien et apporte une sensation de confort.

Le parquet contrecollé est composé de trois couches: le parement ou couche d'usure en bois dur (ex : chêne), l'âme centrale en fibres de bois agglomérées, le contre-parement en déroulé de bois plus tendre (ex: résineux).

## Mise en œuvre

### Parement de sol :

la mise en œuvre du parquet en bois massif peut s'effectuer de deux façons, selon la nature du sol.

Sur un plancher à ossature bois, les lames de parquet seront clouées sur les lambourdes.

En présence d'une dalle pleine, le parquet sera collé. Cette forme de pose offre une plus grande durabilité et les bruits de pas ne sont pas perceptibles. Une couche d'isolant peut être insérée avant la pose.

La mise en œuvre du parquet contrecollé peut s'effectuer soit par collage (en plein ou en cordon) soit en pose flottante. Les lames sont alors clipsées les unes aux autres sans application de colle.

Cette méthode permet de recouvrir avec une plus grande souplesse un ancien revêtement de sol sans le désinstaller (ancien parquet, sol plastique, moquette rase, carrelage, pierre...).



## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



# Le textile recyclé

# Le textile recyclé

## Matière première et domaines d'application

En France, le textile recyclé provient de chutes neuves de l'industrie textile, de textiles d'emballage usagés, de vêtements usagers collectés et triés (source principale). Les volumes d'isolants en laine de textiles recyclés fabriqués en France oscillent entre 2000 et 3000 tonnes/an, alors que les capacités de fabrication sont actuellement de 5000 tonnes/an, prouvant la capacité de développement de cette filière de fabrication issue de l'économie sociale et solidaire.

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

## Laine de textile recyclé

### Fabrication

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 liants sous forme de fibres polyester. La laine est lavée, effilochée, puis ignifugée et traitée contre les rongeurs, insectes et moisissures.

### Mise en œuvre

La mise en œuvre varie selon leur forme.

Toitures, parois verticales, planchers : par panneaux ou rouleaux, la pose se fait traditionnellement entre les montants de l'ossature, sans fixation particulière. Prévoir une surlargeur des lés de quelques cm pour la tenue de l'isolant.

Afin d'assurer la sécurité au feu au niveau d'une cheminée, un écran thermique protecteur doit être installé dans les règles de l'art.

Combles perdus, planchers : par soufflage comme de la ouate de cellulose, ou simplement par un épandage à la main. Veiller à bien respecter l'épaisseur requise pour obtenir la résistance attendue.



## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Épaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
panneaux rouleaux	18 à 60	0,037 à 0,046	18 à 23	moyen	2 à 3
vrac	13 à 35	0,042 à 0,05	21 à 30	mauvais	1 à 2

(sources : FDES/INIES, fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériaux	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
laine de textile recyclé	5,5 à 2	partiellement	biodegradable, recyclable, réutilisable, déchet inerte

(sources : FDES/INIES, fiches techniques matériaux fabricants)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ bon régulateur hygrothermique	↘ sensibilité au feu
↗ bon isolant thermique	↘ tassement possible (pose vertical)
↗ bon isolant phonique	
↗ bilan CO <sub>2</sub> faible	
↗ produit issu de l'économie circulaire	
↗ bon déphasage	

(sources : CMA Centre-Val de Loire  
fiches techniques matériaux fabricants)

## Pour en savoir plus

[www.isonat.com](http://www.isonat.com)  
[www.latoisondoree.com](http://www.latoisondoree.com)  
[www.lerelais.org/isolant\\_metisse](http://www.lerelais.org/isolant_metisse)  
 et documents des fabricants

## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



# Le liège

# Le liège

## Matière première et domaines d'application

En France, le liège est produit en Corse, dans le Var et dans les Pyrénées Orientales. Il est issu du chêne liège dont les récoltes s'effectuent tous les 10 ans environ. La première couche de l'écorce, plus dure et irrégulière est réservée à l'isolation. Les couches suivantes sont utilisées pour la fabrication des revêtements de sol.

Le liège peut être utilisé brut, appelé liège blanc, ou expansé, appelé liège noir.

Le liège est le seul isolant d'origine végétale qui soit imputrescible, même en situation humide prolongée. C'est un excellent support d'enduit.

## Liège blanc en vrac

### Fabrication

Le liège naturel appelé liège blanc est simplement égrené afin d'obtenir un matériau en vrac pour épandage. Il entre également dans la composition des bétons et enduits allégés.

### Mise en œuvre

Sols : le liège blanc en vrac est mis en œuvre par épandage en tant que matériau de remplissage isolant.

Murs : mis en œuvre sous forme de béton ou enduits allégés, il permet d'obtenir un certain pouvoir isolant thermique et phonique.

## Liège blanc en rouleaux

### Fabrication

Les rouleaux de liège sont composés à base de résidus d'écorce de liège, agglomérés avec une colle naturelle à base de subérine (résine d'arbre).

### Mise en œuvre

Sols : le liège blanc en rouleaux est idéalement utilisé en tant que sous-couche préalable à la pose d'un parquet flottant ou bois stratifié, parquet massif collé, linoléum ou vinyle collé ou encore moquette. Il permet d'absorber les bruits d'impact et les sons aériens. Le liège appliqué en sous-couche est compatible avec un plancher chauffant. Il est également adapté aux salles de bains.

## Liège expansé en panneaux et vrac (liège noir)

### Fabrication

Le liège expansé, appelé aussi liège noir, est réalisé à partir du liège blanc égrené, puis passé en autoclave à 300°. Grâce à sa résine naturelle (subérine), les granules s'agglomèrent sans additif complémentaire pour former un bloc compact, offrant des qualités isolantes phonique et thermique. Le liège obtenu est ensuite façonné sous forme de panneaux, lesquels présentent de grandes qualités de résistance à la compression et d'insensibilité à l'humidité.

### Mise en œuvre

Sols, toitures terrasses, soubassements :

les panneaux de liège expansé sont appropriés pour être mis en œuvre dans des environnements difficiles à isoler comme les sols, les toitures terrasses, les soubassements...

Les chutes sont broyées pour obtenir des granules en vrac, utilisées en tant que remplissage isolant (plus performant que le liège blanc) ou dans la fabrication de béton allégé.

Façades extérieures, murs intérieurs :

les panneaux de liège expansé sont également adaptés à l'isolation par l'extérieur des façades ou en finition intérieure des murs.

## Dalles de sol et revêtements muraux

### Fabrication

Le liège entre également dans la confection de panneaux agglomérés à base de colle polyuréthane pour obtenir des dalles de sol et des revêtements muraux.

A l'état de poudre, le liège est utilisé dans la composition du linoléum.

### Mise en œuvre

Parement de sols ou de murs :

mise en œuvre sous forme de dalles de revêtement de sols ou de panneaux de finition pour les murs, la faible effusivité du liège (échauffement rapide du matériau) lui confère une sensation de confort et de chaleur. Il est aussi utilisé en tant que sous-couche phonique.

Parois verticales intérieures ou extérieures :

depuis quelques années, un nouveau produit et une nouvelle technique sont apparus : **le liège projeté**.

Le produit développé dans les Landes, est élaboré à partir de bouchons recyclés, associés à un acrylique sans solvant et à des pigments de coloration.

Il se présente sous forme d'un enduit mince qui, une fois projeté et séché, contient 95 % de liège. Imperméable à l'eau de pluie et respirant, il apporte une correction thermique à l'ouvrage.

En intérieur comme en extérieur, ce produit trouve de multiples applications en rénovation comme en construction neuve.





## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Epaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
liège blanc vrac	177	0,042	21	moyen	NR
liège blanc panneaux	260				
liège blanc rouleaux	150 à 220	0,038 à 0,042	NC	moyen	1 à 5
liège noir expansé en vrac	60 à 80	0,038 à 0,045	21 à 23		20
liège noir expansé panneaux	105 à 130	0,04	22		

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériaux	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
liège blanc en vrac	NR	100 %	réutilisable, recyclable
liège blanc panneaux, rouleaux			
liège expansé vrac	-22	100 %	
liège expansé panneaux, rouleaux	-27		

(sources : BAUBOOK, fiches techniques matériaux fabricants)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ capacité d'isolation	↘ coût
↗ bon déphasage	↘ provenance lointaine pouvant dégrader le bilan carbone
↗ confort d'été	↘ instabilité hygrothermique (liège blanc)
↗ durabilité, stabilité	↘ facilement attaqué par les rongeurs (liège blanc)
↗ imputrescible	
↗ bilan carbone (selon provenance)	
↗ bon affaiblissement acoustique	

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Pour en savoir plus

[www.aliecior.com](http://www.aliecior.com)

[www.sotextho.com](http://www.sotextho.com)

[www.agglolux-cbl.com](http://www.agglolux-cbl.com)

[www.domus-materiaux.fr](http://www.domus-materiaux.fr)

[www.easy-liege.fr](http://www.easy-liege.fr)

[www.lieges-melior.com](http://www.lieges-melior.com)

[www.au-liegeur.com](http://www.au-liegeur.com)

[www.liegexpan.com](http://www.liegexpan.com)

[www.liegisol.com](http://www.liegisol.com)

[eurovalloire.pagesperso-orange.fr](http://eurovalloire.pagesperso-orange.fr)

## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



# Les granulés de végétaux compressés

Les granulés  
de végétaux  
compressés

## Matière première et domaines d'application

Les granulés sont fabriqués à partir de végétaux défibrés (chanvre, lin ou bois). Particulièrement adaptés lors de travaux de rénovation, ils sont utilisés pour la réalisation de chapes sèches, notamment en présence de sols en mauvais état ou irréguliers. Ils offrent une portance remarquable grâce à la densité du granulé posé (+/- 700 kg/m<sup>3</sup>), plus un amortissement acoustique très efficace.

## Les granulés de végétaux compressés (gros œuvre)

### Fabrication

Après un défibrage, les végétaux sont agglomérés en granulés par simple compression, sans ajout de liant.

### Mise en œuvre

#### Planchers :

la mise en œuvre de granulés de végétaux est simple et rapide. Elle s'effectue par épandage à la main et n'occasionne pas de dégagement de poussière. Elle permet de niveler facilement un plancher dégradé, sans problème de joint ni de découpe et offre la possibilité d'incorporer gaines électriques et/ou canalisations.

Un film polyéthylène devra préalablement être mis en place sur toute la surface du plancher pour éviter toute remontée d'humidité. L'épaisseur de la chape peut varier entre 2 cm et 15 cm, voire 20 cm localement. Une fois la chape réalisée, positionner des panneaux répartiteurs de charge (type OSB, CTBH) en veillant à laisser 1 cm de jeu par rapport aux murs périphériques.

La pose d'un revêtement de sol peut ensuite être envisagée.





## Caractéristiques techniques

Matériau	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Epaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
granulés de végétaux	700	0,06	NC	NR	1 à 2

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériau	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
granulés de végétaux	NR	100 %	recyclable

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ nivellement facile	↘ pas plus de 15 cm d'épaisseur, 20 cm localement
↗ pas de découpe, pas de chute	
↗ bilan carbone et énergie grise	
↗ chantier propre (épandage à sec et sans dégagement de poussière)	
↗ possibilité d'intégrer les gaines électriques et les canalisations	

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Pour en savoir plus

[www.biofib.com](http://www.biofib.com)  
[www.cannabric.com](http://www.cannabric.com)



## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



# Le lin

## Matière première et domaines d'application

Originaire d'Orient, le lin est cultivé depuis des siècles pour ses fibres et ses graines oléagineuses. Cultivé principalement dans le nord de la France (Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie), le lin en France concentre 80 % de la production européenne. Sa culture est particulièrement écologique car elle nécessite peu d'eau, d'engrais ou de traitement phytosanitaire.

Les fibres de lin possèdent un excellent pouvoir isolant thermique et phonique en raison de leur structure micro-poreuse ainsi qu'à l'air emprisonné entre les fibres.

Elles peuvent être utilisées en vrac comme isolant de remplissage, les formes les plus couramment utilisées étant les panneaux semi-rigides ou les rouleaux. Elles entrent également dans la texturation d'enduits de finition.

L'huile de lin produite par pressage des graines est particulièrement appréciée en écoconstruction en raison de son pouvoir siccatif (séchage rapide). Elle entre dans la formulation de peintures naturelles où elle remplace certains solvants dérivés du pétrole. Elle est également utilisée pour la protection et l'entretien des boiseries extérieures, sols en terre cuite et entre dans la composition du linoléum, revêtement de sols d'origine naturelle.

## Laine ou ouate de lin

### Fabrication

Après défibrage, les fibres de lins sont thermo-liées, à l'aide d'un liant naturel ou synthétique puis le mélange est complété d'un produit ignifugeant et anti-parasitaire, tel que le sel de bore ou le silicate de sodium, pour donner forme à des panneaux semi-rigides ou des rouleaux.

La laine de lin se présente également sous forme de feutre : produit non tissé naturel, réalisé à partir de la fibre courte qui est cardée, nappée puis aiguilletée.

### Mise en œuvre

Planchers, combles, toitures, cloisons, murs à ossature bois intérieurs ou extérieurs :

la mise en œuvre s'effectue sous forme de panneaux semi-rigides ou de rouleaux. Pour un meilleur remplissage, prévoir une surlargeur de 2 à 3 cm entre solives (planchers) ou entre chevrons (sous-toitures).

En pose verticale, les panneaux semi-rigides peuvent être doublés pour renforcer l'isolation phonique des murs et cloisons intérieurs.

Les feutres (rouleaux de laine dense et fine) sont utilisés comme sous-couche d'isolant phonique pour les planchers.

## Anas de lin

### Fabrication

Les déchets de défibrage de la tige de lin appelés «anas» entrent dans la composition des panneaux de particules de bois agglomérées. Plus longs et plus légers que les particules de bois, les anas de lin permettent d'obtenir un matériau plus souple, qui résiste mieux qu'un panneau traditionnel de particules de bois.

Particulièrement respectueux de l'environnement, les panneaux à base d'anas de lin sont aujourd'hui fabriqués en France.

Des expériences sont en cours, afin de mettre au point un béton allégé chaux-anas de lin ou bloc en béton de lin isolant, sur le modèle du béton et des blocs de chanvre réalisés à partir de la chènevotte.

### Mise en œuvre

Cloisons, menuiseries, mobilier :

Les anas de lin sont mis en œuvre dans différents domaines:

- les cloisons en tant qu'isolant phonique,
- les âmes de portes du fait de leur résistance au feu, c'est un composant fréquemment utilisé dans la fabrication des portes coupe-feu et des cloisons,
- les mélaminés, en tant que plans de travail.

## Linoléum

### Fabrication

L'huile de lin obtenue par pressage des graines est additionnée de craie, de fibre de bois, de liège, de pigments et d'un support en toile de jute. Le linoléum est un produit naturel, résistant, confortable et facile d'entretien qui ne pollue par l'air intérieur.

### Mise en œuvre

Parement de sols :

le linoléum se présente sous forme de rouleaux, de dalles ou de lames et en différentes épaisseurs. Sa mise en place par collage est facile et rapide. Le revêtement de sol en linoléum est durable dans le temps, résistant aux brûlures, à l'eau, à l'usure et au poinçonnement.



## Caractéristiques techniques

Matériaux	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Épaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
laine ou ouate de lin panneaux, rouleaux	20 à 40	0,035 à 0,038	17 à 20	mauvais	1 à 2
feutre de lin	300	0,047	NC		
anas de lin	30	0,037	20	NR	

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Caractéristiques environnementales

Matériaux	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
lin en vrac	0,6 kg eq CO <sub>2</sub> (liant naturel)	100 %	recyclable en compost pour les produits à base de liant naturel, valorisation énergétique pour les autres
laine ou ouate de lin panneaux, rouleaux		partiellement	
feutre de lin	1,8 kg eq CO <sub>2</sub> (liant polyester)	100 %	
anas de lin		partiellement	

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ bon régulateur hygrothermique	↘ sensibilité au feu (sauf les anas)
↗ bilan carbone et énergie grise	↘ risque de tassement en pose verticale (panneaux, rouleaux)
↗ capacité d'isolation thermique	↘ produit très fibreux nécessitant un outillage de découpe simple mais adapté (panneaux, rouleaux)
↗ bon affaiblissement acoustique	

(sources : fiches techniques matériaux fabricants)

## Pour en savoir plus

[www.sofextho.com](http://www.sofextho.com)  
[www.naturlin.fr](http://www.naturlin.fr)  
[www.toutsurlisolation.com](http://www.toutsurlisolation.com)

[www.construire-naturellement.fr](http://www.construire-naturellement.fr)  
[www.armstrong.fr](http://www.armstrong.fr)

[www.sarlino.forbo.com](http://www.sarlino.forbo.com)  
[www.tarkett-batiment.fr](http://www.tarkett-batiment.fr)

## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.

# L'herbe de prairie

# L'herbe de prairie

## Matière première et domaines d'application

L'herbe de prairie pousse naturellement dans tous les espaces non cultivés. Elle ne nécessite aucun apport ni entretien ce qui en fait un matériau particulièrement écologique.

Les panneaux semi-rigides réalisés à base d'herbe de prairie peuvent être employés en construction neuve comme en rénovation. Ils offrent une excellente protection contre le froid et la chaleur d'été. Par ailleurs leur structure fibreuse absorbe aussi le bruit de façon efficace.

### Fabrication

L'herbe de prairie est coupée avant floraison pour éviter la propagation des pollens. Le procédé de fabrication consiste ensuite à séparer de la matière première (herbe d'ensilage), d'une part les fibres de cellulose utilisées pour la fabrication de panneaux isolants, d'autre part les matières digestibles, qui serviront à la production du biogaz ou à l'alimentation animale.

La matière première est donc complètement utilisée sans créer de déchets. Un hectare de prairie peut ainsi fournir la matière suffisante à la production d'environ 200 m<sup>3</sup> de matériau.

Ce procédé breveté sous l'appellation GRAMITHERM, qui a été développé par un ingénieur suisse, est actuellement en cours de déploiement par une société basée dans le sud de la France.

### Mise en œuvre

#### Toitures :

pose entre chevrons facilitée grâce à la souplesse des panneaux. Prévoir un frein vapeur avant application du revêtement de finition.

#### Murs extérieurs, cloisons, planchers, plafonds :

grâce à ses qualités d'absorption de bruits et de régulation de vapeur, les panneaux de laine de prairie conviennent particulièrement pour la séparation de pièces habitables ou de bureaux.



## Caractéristiques techniques

Matériau	Densité	Conductivité thermique ( $\lambda$ en W/m.K)	Epaisseur pour une résistance thermique $R=5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	Résistance au feu matériau nu	Perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ )
herbe de prairie panneaux	40	0,04	20	mauvais	1

(source : fiche technique matériau fabricant)

## Caractéristiques environnementales

Matériau	GES (kg eq CO <sub>2</sub> / UF)	Resource renouvelable	Biodégradabilité
herbe de prairie panneaux	0	100 %	100 % recyclable

(source : fiche technique matériau fabricant)

## Avantages et inconvénients

Les plus	Les moins
↗ facilité de pose (flexibilité)	↘ sensibilité au feu
↗ capacité d'isolation	
↗ confort d'hiver et d'été	
↗ bon affaiblissement acoustique	
↗ écologique	
↗ bilan carbone quasi nul	
↗ bon régulateur hygrothermique	

(source : fiche technique matériau fabricant)

## Pour en savoir plus

www.gramitherm.ch  
maisons et travaux octobre 2017



## Notes

A series of 25 horizontal dotted lines for writing notes.



## Terminologie

Affaiblissement acoustique ( $R_w$ ) : représente la quantité de bruits aériens extérieurs (trafic routier, ferroviaire, aérien) ou intérieurs (conversation, hi-fi, télévision...) transmis par l'air, les murs ou les cloisons séparant les locaux. **Plus l'indice est élevé, plus le matériau atténue ces bruits.**

Biodégradabilité théorique : définit si le matériau est biodégradable ou recyclable. Cependant certains matériaux recyclables sont placés en décharge sans être recyclés.

Capacité hygroscopique ( $kg/m^3$ ) : reflète la capacité d'un matériau à absorber le surplus d'humidité ou de vapeur d'eau de l'air et à le restituer quand il s'assèche. **Plus la capacité est importante, plus le matériau pourra absorber d'humidité.**

Chaleur spécifique ( $J/kg.K$ ) : capacité de l'isolant à emmagasiner de la chaleur par rapport à son poids. Il s'agit de la quantité de chaleur à apporter à 1kg de matériau pour que sa température s'élève de 1 degré. **Plus la chaleur spécifique est élevée, plus le matériau peut stocker de la chaleur pour un poids donné.**

Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau ( $sd$  en m.) : indique dans quelle mesure un matériau s'oppose à la migration de la vapeur d'eau. **Plus le coefficient est faible, moins le matériau s'oppose à la diffusion de la vapeur d'eau et donc moins la stagnation d'humidité dans le bâtiment est importante.**

Conductivité thermique ( $W/m.K$ ) : représente le flux de chaleur par mètre carré traversant 1 mètre de matériau homogène, pour une différence de température de 1 degré entre deux faces. **Plus la conductivité thermique est faible, plus le matériau est isolant.**

Déphasage ( $h$ ) : indique en combien d'heures le pic de chaleur de la journée atteint à l'extérieur est ressenti à l'intérieur du bâtiment.

**Un bon déphasage est de 10 heures minimum, afin que la chaleur accumulée durant la journée ne soit transmise que le soir au moment où la température extérieure rafraîchit le bâtiment.**

Diffusivité ( $m^2/s$ ) : exprime la vitesse de déplacement de la chaleur dans un matériau. **Plus la diffusivité est faible, plus le transfert de chaleur est lent.**

Effusivité ( $J/m^2.K.s^{1/2}$ ) : caractérise la capacité d'un matériau à absorber ou restituer plus ou moins rapidement un apport de chaleur. **Plus l'effusivité est élevée, plus le matériau stocke de chaleur sans que sa température ne s'élève significativement.**

Energie grise (  $kWep/kg$  ) : quantité d'énergie nécessaire lors du cycle de vie d'un matériau de sa production à sa fin de vie. **Plus l'énergie grise est faible, moins le matériau consomme d'énergie.**

FDES : fiche de déclaration environnementale et sanitaire d'un matériau.

GES (gaz à effet de serre) : substance gazeuse qui a la caractéristique d'absorber le rayonnement infrarouge produit par la terre. Les GES sont la cause du réchauffement climatique. Les principaux GES d'origine humaine sont le  $CO_2$ , le méthane et le protoxyde d'azote.

Hygrométrie : taux d'humidité d'un matériau.

Indice d'affaiblissement acoustique (dB) : représente la résistance d'un matériau contre le passage d'un bruit. **Plus l'indice est élevé, plus le matériau limite le passage des bruits.**

Inertie thermique : capacité d'un matériau à accumuler de la chaleur puis à la restituer. L'inertie permet donc d'écarter les pics de température de jour comme de nuit. **Plus l'inertie est importante, plus le matériau apporte un effet régulateur de température.**

Résistance thermique ( $m^2.K/W$ ) : critère d'évaluation de la performance d'un isolant. Elle dépend de la conductivité thermique du matériau et de son épaisseur. **Plus la résistance thermique est élevée, plus le matériau est isolant.**

Perméance ( $g/m^2.h.mmHg$ ) : quantité de vapeur d'eau traversant en 1 heure,  $1 m^2$  de matériau, pour une différence de pression partielle de 1 mmHg entre les deux faces. **Plus la perméance est élevée, plus la vapeur traverse aisément la paroi.**

## Evaluations et certifications des isolants

MATÉRIAU	PRODUIT	PASS INNOVATION	ATEC, DTA	ATEX	ATE	ACERMI	REGLES PROFESSIONNELLES	NORMES EUROPEENNES HARMONISEES
CHANVRE	Panneau/rouleau		X		X	X		
	Vrac							X
	Préfabriqué béton	X						
	Béton projeté/banché			X			X	
PAILLE	Bottes						X	
	Panneau comprimé			X				
OUATE DE CELLULOSE PAPIER	Vrac (soufflé, insufflé, projeté)		X			X		X
	Panneau/rouleau		X			X		
OUATE DE CELLULOSE CARTON	Vrac (soufflé, insufflé, projeté)		X	X		X		
BOIS	Panneau semi rigide					X		X
	Panneau rigide		X			X		X
	Béton		X					
TEXTILE RECYCLÉ	Panneau/rouleau		X	X	X	X		
	Vrac		X		X	X		X
LIÈGE	Panneau rigide					X		
LIN	Panneau semi rigide		X			X		
	Panneau rigide		X					
	Linoléum		X					
HERBE DE PRAIRIE	Panneau				X			



# Classification au feu des matériaux isolants

Quel que soit le matériau isolant (biosourcé ou non), le classement de résistance au feu (EI et REI) est lié au type de parement ou d'écran choisi pour sa mise en œuvre<sup>1</sup>. Chaque fabricant définissant ses propres solutions constructives et ce recueil ne pouvant être exhaustif en termes de produits, le choix a été fait de se référer à la classification au feu des matériaux nus (sans parement)<sup>2</sup>. Lorsque cette donnée n'est pas disponible, le type de revêtement ou de parement utilisé pour le classement du matériau est précisé.

Dans un but de simplification, les matériaux ont été classés selon 3 niveaux (bien, moyen, mauvais) et sur la base du classement Euroclasses figurant ci dessous.

**Tableau Euroclasses pour produits de construction**  
(autre que revêtements de sol)

Essais	Classes selon NF EN 13 501-1		Exigences	Niveaux	
Incombustibilité (NF EN ISO 1182) PCS (NF EN 716)	A1			Incombustible	
Incombustibilité (NF EN ISO 1182) PCS (NF EN 716) SBI (NF EN 13823)	A2	s1	d0	M0	bien
		s1	d1		
		s2	d0		
		s3	d1		
SBI (NF EN 13823) Petite flamme (NF EN 11925-2)	B	s1		M1	bien
		s2	d0		
		s3	d1		
SBI (NF EN 13823) Petite flamme (NF EN 11925-2)	C	s1		M2	moyen
		s2	d0		
		s3	d1		
SBI (NF EN 13823) Petite flamme (NF EN 11925-2)	D	s1	d0	M3	mauvais
		s2	d1	M4(non gouttant)	
		s3			
Petite flamme (NF EN 11925-2)	E sauf Ed2			M4	mauvais
...	F				

## Commentaires

Les classes A1 et A2, A1fi et A2fi1 sont attribuées aux produits très peu combustibles et correspondants à la classe française M0

les classes B à E et Bfi à Dfi s'appliquent aux produits combustibles anciennement M1 à M4

Les Euroclasses prévoient des classifications additionnelles :

- s (1,2,3) pour la production de fumées (s pour « smoke »)

- d (0,1,2) pour la chute de gouttes et de débris enflammés (d pour « drop »)

## Sigles utilisés :

- **ISO** (organisation internationale de standardisation)
- **EN** (norme européenne)
- **NF** (norme française)
- **PCS** (pouvoir calorifique supérieur)
- **SBI** (single burning item - objet isolé au feu)
- **fi** (floor - sol)

<sup>1</sup> cf. étude du comportement au feu des parois et planchers constitués de structure bois» réalisée dans le cadre du PLAN BOIS 1 [http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/IMG/pdf/cerema\\_ce\\_dmob\\_plan\\_bois\\_novembre\\_2015.pdf](http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/IMG/pdf/cerema_ce_dmob_plan_bois_novembre_2015.pdf)

<sup>2</sup> Selon le type de parement utilisé par le fabricant, la résistance au feu du matériau sera nettement améliorée

## **Réalisation**

Direction régionale de l'environnement  
de l'aménagement et du logement  
du Centre-Val de Loire.

### **Textes**

Mélanie Beaudet  
Pascale Festoc  
Catherine Harrault  
Frédéric Leclerc  
Céline Mendez

### **Soutien technique**

Eric Talpin CDC ingénierie & conseil

### **Comité de relecture**

Envirobot Centre  
Chambre Régionale de Métiers et de l'Artisanat  
du Centre-Val de Loire  
Comité de suivi du projet REBATBio

### **Graphisme et impression**

Imprimerie CORBET à Olivet (45160)

### **Remerciements**

à la Chambre Régionale de Métiers et de l'Artisanat  
du Centre-Val de Loire  
et à toutes les personnes qui ont apporté leur écoute, leur soutien et  
leur regard critique dans la phase d'élaboration du recueil technique  
et ont ainsi contribué à l'aboutissement de ce document.

### **Photos**

Chambre Régionale de Métiers et de l'Artisanat  
du Centre-Val de Loire,  
Envirobot Centre,  
documents et sites fabricants.

### **Édition**

Juillet 2018



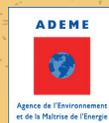
## Réhabilitation Energétique du Bâti Ancien à l'aide de matériaux Biosourcés

Financé par :

Réalisé avec le concours financier de



Programme d'Action pour la qualité de la  
Construction et la Transition Énergétique



et



Avec le soutien de :

