



# Les matériaux biosourcés



**Samuel COURGEY**  
Référent technique  
Auteur – Formateur

**Biosourcés :**  
**nous en**  
**savons désormais**  
**beaucoup sur le**  
**sujet !**

Dans ce diaporama,  
le picto  repère  
les nombreux liens  
actifs.

SYNAMOME, déc. 2022

## Exemple avec les isolants

Début des années 90



Fin des années 90



Archis : JM.Haquette

Projet expérimental de Montholier

Archis : A.Combet/JM.Haquette

Gaujard Technologie SCOP

Dès les années 70

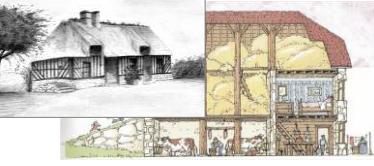


Années 2000



La Damassine. Archis : atelier HaHa

S.Courgey - Arcanne



Et l'avenir : **Le bâtiment frugal** ??????

2018. Strasbourg (11 étages, 142 logements)  
Archis : ASP& KOZ

3

SYNAMOME, déc. 2022

## Le sujet « biosourcé » en France

- **Un sujet bel et bien présent, particulièrement depuis le Grenelle de l'environnement** (Parallèlement au maintien du matériau bois et de ses dérivés, de nombreuses études de référence, colloques... accompagnent le développement de nouvelles filières)

, et depuis 2012 une définition officielle (arrêté du 19 décembre 2012) :

« **Produit de construction biosourcé** : matériau de construction ou produit de construction et de décoration comprenant une quantité de matière biosourcée (*matière issue de la biomasse végétale ou animale*) »

4

# Le sujet « biosourcé » en France



**Mais cette définition ne satisfait pas réellement, car elle n'exige pas une proportion minimum de matière biosourcée.** (Exemple : un polystyrène teinté avec 0,1% de pigment végétal devient de fait un isolant biosourcé)

ment depuis le Grenelle de

matériaux bois et de ses dérivés, de  
accompagnent le développem.t de nouvelles filières)

, et depuis 2012 une définition officielle (arrêté du 19 décembre 2012) :

« **Produit de construction biosourcé** : matériau de construction ou produit de construction et de décoration comprenant une quantité de matière biosourcée (*matière issue de la biomasse végétale ou animale*) »

5

**Dans le présent diaporama nous nous intéresserons aux seuls matériaux dont la grande majorité des composants (>80%) est d'origine végétale ou animale.**



6

## Matériaux biosourcés



- **Le bois de structure** : charpente, ossature, panneaux
  - **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
  - **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers, protections solaires...
  - **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (fibres de bois, chanvre, lin, liège, herbe, algue, paille de riz, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre, de lin...), balles de riz, épeautre, sarrasin...), bottes de pailles...
  - **Des conglomérats allégés, voire isolants** : enduits, bétons, torchis, panneaux acoustiques... intégrant des granulats de chanvre, bois, lin, paille, miscanthus...
  - **Des blocs à ambition structurelle** : parpaings ou panneaux à base de bois, anas de chanvre, paille comprimée... + certaines mises en œuvre de bottes de paille
  - **Des matériaux composites plastiques** : matrice, renforts ou charges
  - **Des composants de la chimie** : pour colles, adjuvants, peintures...

7

## Matériaux biosourcés



- **Le bois de structure** : charpente, ossature, panneaux
  - **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, junc de mer, laine, jute, coton...
  - **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (fibres de bois, chanvre, lin, lièges, herbe, algue, paille de riz, coton recyclé...) en VRAC (ouate de cellulose, anas de chanvre, de lin...)... balles de riz, épaufrage, sarrasin...), bottes de pailles...
  - **Des conglomerats allégés, voire isolants** : enduits, bétons, panneaux acoustiques... intégrant des granulats de chanvre, bois, lin, paille, miscanthus...
  - **Des blocs à ambition structurelle** : parpaings à base de bois, anas béton de chanvre... + certaines mises en œuvre de bouteilles de paille
  - **Des matériaux composites plastiques** : matrice, renforts ou charges
  - **Des compositants de la chimie** : pour colles, adjuvants, peintures...

- La locomotive c'est **le bois**, en structure, panneaux et parements.
- La nouveauté c'est les "grands" bâtiments bois
- La filière émergeante et dynamique, c'est celle **des isolants**

- La nouveauté c'est les “grands” bâtiments bois

- **La filière émergeante et dynamique, c'est celle**

- **La filière émergeante et dynamique, c'est celle des joailliers**

## des isolants



Logement social à St Dié (88), 2014 - 8 étages  
ASP Architecture + KOZ Architecte  
Ossature CLT et ITE paille : bilan carbone positif de 1100 tonnes de CO<sub>2</sub>, contre un bilan négatif de 600 tonnes pour une solution classique béton-polystyrène



Tertiaire à Bordeaux, 2018 - Hauteur : 31 m  
Archis : Nicolas Laisné et Dimitri Roussel

9



Résidentiel Strasbourg, 2018 - 11 étages, 142 logements  
ASP Architecture + KOZ Architecte  
Ossature CLT, isolation extérieure en paille



En cours de chantier

10



Siège caisse d'épargne Bourgogne Franche Comté, Dijon, 2022 - 27,000m<sup>2</sup>  
Agence d'architecture Graam



Musée Pompidou, Metz, 2010  
Archis : Shigeru Ban, Jean de Gastines, Philip Gumuchdjian

12

*Pourquoi  
parle-t-on désor:  
:mais autant des  
biosourcés, bois  
en tête ?*

13



## L'environnement en nouvel enjeu

- Changements climatiques
- Risque sur la santé humaine et sur la biodiversité
- Épuisement des ressources naturelles
  - Fin de l'énergie bon marché
  - Conflits engendrés par la localisation géographique des ressources...

Le bâtiment représente entre 25 et 40% des émissions de GES...

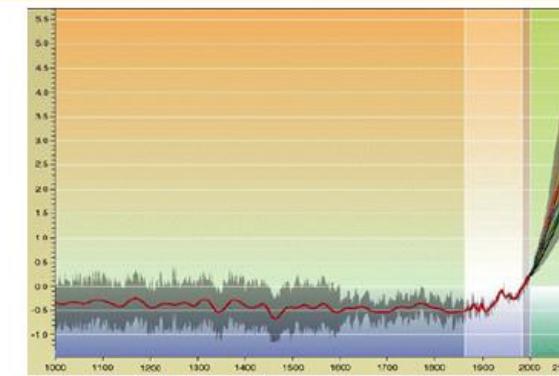
Plus d'acides, couche d'ozone...

Le bâtiment utilise plus de 40% de l'énergie, 50% des matières premières...

48

14

### Avec une première priorité : lutter contre le dérèglement climatique



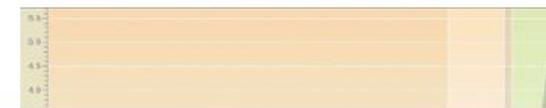
Evolution de la température terrestre selon divers scénarii de production de GES.

52

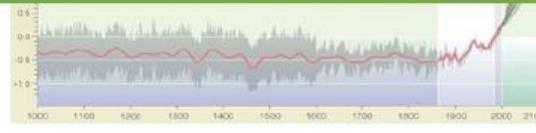
15



Avec une première priorité : lutter contre le dérèglement climatique



La France s'est engagée à diviser par 4 ses émissions de Gaz à Effets de Serre d'ici 2050  
(« Facteur 4 »)



54

16

## Lutter contre le réchauffement climatique



Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnels du bâtiment :

**Les 2 premières** : améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et préférer la réhabilitation à la déconstruction/reconstruction.

**Les 3 suivantes, dont l'ordre dépendra du bâtiment :**

- Utiliser des énergies peu productrices de GES
- Utiliser des matériaux dont la fabrication génère peu de GES
- Utiliser des matériaux "puits de carbone"

18



# Lutter contre le réchauffement climatique

Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnels du bâtiment :

**Les 2 premières** : améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et préférer la réhabilitation à la déconstruction/reconstruction.

**Les 3 suivantes, dont l'ordre dépendra du bâtiment :**

- Utiliser des énergies peu productrices de GES
- Utiliser des matériaux dont la fabrication génère peu de GES
- Utiliser des matériaux "puits de carbone"

19

## Lutter contre le réchauffement climatique

Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnels du bâtiment :

**Les 2 premières** : améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments préférer la réhabilitation à la déconstruction/reconstruction.

**Les 3 suivantes, dont l'ordre dépendra du bâtiment :**

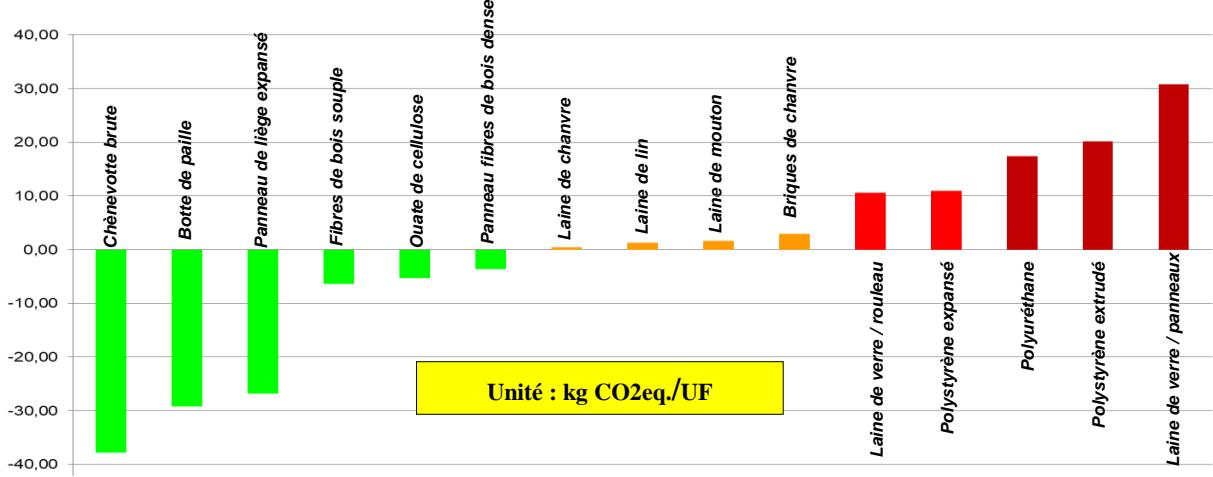
- Utiliser des énergies peu productrices de GES
- Utiliser des matériaux dont la fabrication génère peu de GES
- Utiliser des matériaux "puits de carbone"

13

**L'impact carbone des matériaux renseigne ces deux points. Et effectivement, utiliser des matériaux biosourcés permet à un bâtiment de limiter son impact vis-à-vis du dérèglement climatique**

20

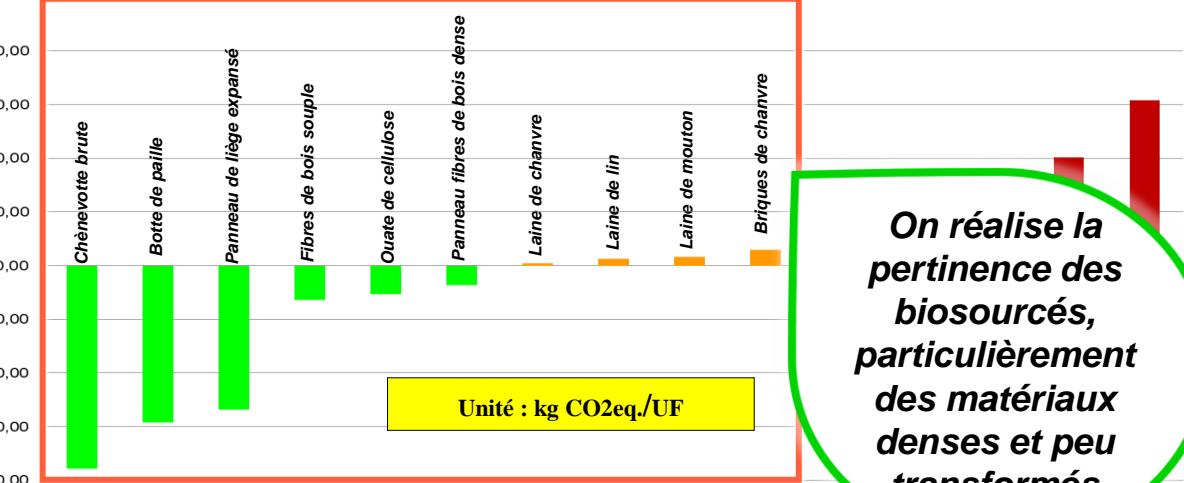
## Bilan carbone de 1m<sup>2</sup> d'isolant



Calcul réalisé avec une durée de vie de 50 ans, pour 1m<sup>2</sup> d'épaisseur apportant un R de 5 m<sup>2</sup>K/W . (Unité Fonctionnelle) Arcanne, d'après Baubook 2017 (Autriche), avec mix énergétique européen. Données matériaux : cf. diapo finale

23

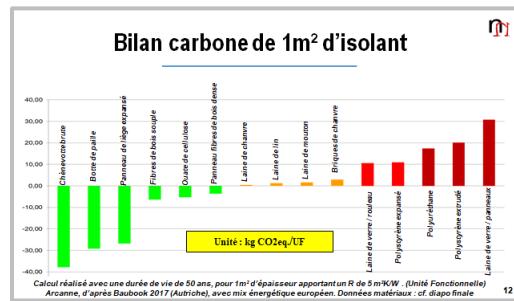
## Bilan carbone de 1m<sup>2</sup> d'isolant



*On réalise la pertinence des biosourcés, particulièrement des matériaux denses et peu transformés*

Calcul réalisé avec une durée de vie de 50 ans, pour 1m<sup>2</sup> d'épaisseur apportant un R de 5 m<sup>2</sup>K/W . (Unité Fonctionnelle) Arcanne, d'après Baubook 2017 (Autriche), avec mix énergétique européen. Données matériaux : cf. diapo finale

24



**C'est entre autres pour cette raison que la nouvelle réglementation thermique pour le neuf, RE2020, demande un calcul "carbone" du projet**

25

## Isolants biosourcés, d'autres intérêts ?

### Outre leur très bonne note carbone :

- ils sont **renouvelables**, et très souvent propices à l'**économie des territoires** (création d'emplois, valorisation de ressources et savoir-faire locaux...)
- leur **énergie grise** est souvent meilleure que celle des solutions concurrentes
- leurs **durabilité** et **gestion de fin de vie** sont souvent pertinentes, comme leur **aspect sanitaire** (matériaux plutôt plus faciles à appréhender, même si la plupart nécessite néanmoins de vraies protections lors de leur mise en œuvre)

### De plus, les retours d'expériences sont généralement très positifs :

- sur leurs **performances thermiques**, particulièrement celle ressentie en été
- sur leur aspect **agréable à travailler**, et la valorisation des savoir-faire que la plupart permet
- sur leur **contribution au confort** des espaces de vie (hygrothermique, ressenti / qualité des ambiances... même si ceci concerne surtout les matériaux de parements)

26



# Mais, n'y aurait-il pas un "mais" ?

27



## Exemples de questions : le bois

Même s'il y a des trous dans la raquette :

- **le bois dans ses utilisations courantes** : les textes de références (DTU, normes, Eurocodes...) renseignent la majorité de ses mises en œuvre. Et la filière, organisée, répond à la plupart des questions posées sur le sujet ;
- **le bois dans ses mises en œuvre anciennes** : si vous êtes pro du bois, leur respect correspond à ce que nous nommons "règles de l'art". Et si vous proposez des innovations, vérifiez avec la filière et votre assurance si ceci est OK ;
- **nouveaux produits à base de bois** : les procédures type "Avis techniques" (ATec, DTA, Enquête Technique Nouvelle, ATEx...) sont proposées, mais les "industriels" peuvent apporter en direct une réponse aux besoins assurantiels des pros.

30

Les isolants biosourcés, il paraît que ça brûle ?

Les isolants biosourcés, il paraît que ça pourrit ?

Les assureurs hésiteraient à s'engager sur la mise en œuvre des biosourcés ?

Ok, mais les isolants biosourcés, c'est beaucoup plus cher, n'est-ce pas ?

La production des biosourcés concurrencerait les filières agricoles, alimentaires ?

... Ce n'est pas facile de trouver où acheter les isolants biosourcés ?

31



**Les isolants biosourcés, il paraît que ça brûle ?**

32





## Le comportement au feu

Sauf exception (briques de chanvre et certaines ouates) les isolants biosourcés sont classés « E » (très inflammable). De fait, bien qu'ils soient moins inflammables que les polystyrènes et autres polyuréthanes, qu'ils se comportent de mieux à beaucoup mieux en cas d'incendie (voir ci-dessous), et que leurs fumées soient moins toxiques, leur emploi impose les précautions d'usage.



Essai comparatif de 4 isolants. (IDEF 2018)

Cliquez sur  
l'image pour  
voir le film



Essai au feu (CSTB 2009)

33



Essai au feu (CSTB 2009) pour école R+1 en ossature bois+paille, où il a été constaté que le fait d'avoir des bottes de paille en isolant protégeait l'ossature / le bâtiment plus longtemps qu'avec une isolation en laine minérale

### 2 exemples parmi tant d'autres :



Cliquez sur  
l'image pour  
voir le film

Essai comparatif (IDEF 2018), de 10 cm d'isolant sur plaque de plâtre. De gauche à droite : le PSE a brûlé au bout de 9 minutes, la laine de verre au bout de 19mn, alors qu'après 1h30, la laine de roche dense et la ouate de carton tenaient encore !



34

# Les précautions d'usage ?



- Une attention en phase chantier, avec les poussières, chutes de coupes...
- Un respect des protections / écarts au feu courant (conduits de cheminée, capotage autour des spots, gaines électriques « non propagateur de flammes »...)
- La pose d'un "écran protecteur" devant l'isolant et qui selon le bâtiment devra satisfaire aux exigences réglementaires (REI ou EI) pour des durées de 15, 30 et 60... mn. (Plaques de plâtres, lambris, ou panneaux de bois ou de particules liées au ciment, avec épaisseur minimum)
- Pour les façades la logique est la même, avec la pose nécessaire d'un écran protecteur, dont le type et la performance dépendra du système constructif et de l'isolant. (voir diapo dédiée)
- Pour les ERP, le respect de l'article AM8 (règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux ERP), à savoir qu'ils doivent être protégés côté intérieur par un écran jouant son rôle protecteur durant au moins 15mn pour les parois verticales et les sols, et 30mn pour les autres parois.

35

## Les précautions d'usage ?

Le choix des isolants possibles est tout de même limité pour les préconisations génériques, selon le type (vrac ou panneaux), la densité et leur nature. Par exemple, excepté pour les fibres de bois classées « E » minimum et d'une masse volumique supérieure à 50kg/m<sup>3</sup>, les isolants biosourcés doivent avoir un avis technique (ou DTA) visant favorablement ces mises en œuvre.

- Une attention en phase chantier, avec les poussières, chutes de coupes...
- Un respect des protections / écarts au feu courant (conduits de cheminée, capotage autour des spots, gaines électriques « non propagateur de flammes »...)
- La pose d'un "écran protecteur" devant l'isolant et qui selon le bâtiment devra satisfaire aux exigences réglementaires (REI ou EI) pour des durées de 15, 30 et 60 minutes. (Plaques de plâtres, lambris, ou panneaux de bois ou de particules liées au ciment, avec épaisseur minimum)
- Pour les façades la logique est la même, avec la pose nécessaire d'un écran protecteur, dont le type et la performance dépendra du système constructif et de l'isolant. (voir diapo dédiée)
- Pour les ERP, le respect de l'article AM8 (règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux ERP), à savoir qu'ils doivent être protégés côté intérieur par un écran jouant son rôle protecteur durant au moins 15mn pour les parois verticales et les sols, et 30mn pour les autres parois.

35

36

# La réglementation feu concernée

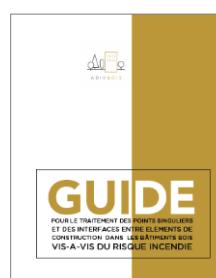


- Annexe Nationale de l'Eurocode 5 - Partie feu. NF EN 1995-1-2 (version 2019)
- Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation modifié par les arrêtés du 7 août 2019 et du 13 novembre 2019. ([Lien](#))
- Guide du CSTB « Bois construction et propagation du feu par les façades » en application de l'Instruction Technique n° 249 version 2010 – version 3,1 du 7.12.2021 ([Lien](#))
- « Guide de l'isolation par l'intérieur des habitations du point de vue des risques en cas d'incendie » (CSTB – version 2016) ([Lien](#))
- Arrêté du 6 octobre 2004 modifié auquel il est fait référence dans l'article AM 8 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié relatif au règlement de sécurité dans les ERP, dont son annexe présentant le Guide d'emploi des isolants combustibles dans les Etablissements Recevant du Public ». ([Lien](#))

37

Document très accessible permettant de faire un premier tour du sujet :

« Guide pour le traitement des points singuliers et des interfaces entre éléments de construction dans les bâtiments bois vis-à-vis des risques d'incendie » ([Lien](#))



## Les précautions d'usage ?

- Une attention en phase chantier, avec les poussières, chutes de coupes...
- Un respect des protections / écarts au feu courant (conducts de cheminée, capotage autour des spots, gaines électriques « non propagateur de flammes »...)
- La pose d'un « écran protecteur » devant l'isolant et qui selon le bâtiment devra satisfaire aux exigences réglementaires (R8 ou EI) pour des durées de 15, 30 et 60 minutes (Plaques de plâtre, par exemple, ou panneaux de fibres minérales, ou encore écrans de minéral magnétite)
- Pour les façades la logique est la même, avec la pose nécessaire d'un écran protecteur, dont le type et la performance dépendra du système constructif et de l'isolant. (voir diapos dédiée)
- Pour les ERP le respect de l'article AM8 (règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux ERP), à savoir qu'ils doivent être protégés côté intérieur par un écran jouant son rôle protecteur durant au moins 15mn pour les parois verticales et les sols, et 30mn pour les autres parois.

35

## La réglementation feu en France

- Annexe Nationale de l'Eurocode 5 - Partie feu. NF EN 1995-1-2 (version 2019)
- Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation modifié par les arrêtés du 7 août 2019 et du 13 novembre 2019. ([Lien](#))
- Guide du CSTB « Bois construction et propagation du feu par les façades » en application de l'Instruction Technique n° 249 version 2010 – version 3,1 du 7.12.2021 ([Lien](#))
- « Guide de l'isolation par l'intérieur des habitations du point de vue des risques en cas d'incendie » (CSTB – version 2016) ([Lien](#))
- Arrêté du 6 octobre 2004 modifié auquel il est fait référence dans l'article AM 8 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié relatif au règlement de sécurité dans les ERP, dont son annexe présentant le Guide d'emploi des isolants combustibles dans les Etablissements Recevant du Public ». ([Lien](#))

36

38



# Réaction au feu - Euroclasses

## Réaction au feu : Euroclasses

La sécurité en cas d'incendie est une des exigences essentielles de la Directive Produits de Construction (89/106/CEE) qui oblige les états membres à harmoniser leurs systèmes d'essais et de classement de réaction au feu (décision 94/611/CEE).

Les réglementations incendie nationales seront transposées avec le nouveau référentiel européen de classement de réaction au feu : les EUROCLASSES.

CLASSE	Contribution énergétique à la propagation d'un incendie	classification complémentaire			
		Production de fumée		Chute de gouttes et débris enflammés	
<b>A1</b>	Incombustible	-	-	-	-
<b>A2</b>	Pratiquement incombustible	S1	Faible production de fumée	d0	pas de gouttelettes/particules enflammées
<b>B</b>	Résiste à une attaque prolongée des flammes et d'un objet isolé ardent tout en limitant la propagation de la flamme	S2	production moyenne de fumée	d1	gouttelettes/particules enflammées persistant moins de 10 s
<b>C</b>	Résiste à une attaque brève des flammes et d'un objet isolé ardent tout en limitant la propagation de la flamme	S3	production importante de fumée	d2	gouttelettes/particules enflammées persistant plus de 10 s
<b>E</b>	Résiste à une attaque brève de petites flammes en limitant la propagation de la flamme	Pas testé		Sans indication ou d2	
<b>F</b>	Aucune performance déterminée				

39



## Réaction au feu. Euroclasses / (anciennes) Exigences françaises

Classement des EUROCLASSES selon EN 13501-1			Exigences réglementaires françaises
Comportement au feu	Production de fumée	Gouttelettes enflammées	
A1	-	-	Incombustible
A2	s1	d0	M0
A2	s1	d1	
A2	s2	d0	
	s3	d1	
B	s1	d0	
	s2	d1	
	s3		M1
C	s1	d0	
	s2	d1	
	s3		M2
D	s1	d0	M3
	s2		
	s3	d1	M4 (non gouttant)
E	Non applicable	d1	M4
E	Non applicable	d2	Pas de classement
F	Non applicable	Non applicable	Pas de classement

40



## Article AM 8\* (pour ERP)

**§ 1.** Les produits d'isolation acoustique, thermique ou autre, simples ou composites, dont l'épaisseur d'isolant est supérieure à 5 mm (10 mm en sol), doivent respecter l'une des dispositions suivantes :

- a) Etre classés au moins :
  - A2 - s2, d0 en paroi verticale, en plafond ou en toiture ;
  - A2FL - s1 en plancher, au sol.

Lorsque les produits concernés ne sont pas encore marqués CE, le classement M0 peut également attester de la performance requise :

- b) Etre protégés par un écran thermique disposé sur la ou les faces susceptibles d'être exposées à un feu intérieur au bâtiment. Cet écran doit jouer son rôle protecteur, vis-à-vis de l'action du programme thermique normalisé, durant au moins :
  - 1/4 heure pour les parois verticales et les sols ;
  - 1/2 heure pour les autres parois.

Le « guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public\*\* » précise les conditions de mise en œuvre de tels écrans.

**§ 2.** Les produits d'isolation ne répondant pas aux dispositions du paragraphe 1 ci-dessus ne peuvent être mis en œuvre qu'après avis favorable de la Commission centrale de sécurité. Les modalités d'application de la présente disposition sont fixées dans la troisième partie du guide précité. »

\*Arrêté du 6 octobre 2004 portant approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public ([lien](#))

\*\* [Lien vers « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public »](#)

41



## Traitement des façades\*

### 1.5 Isolation de remplissage entre montants de l'ossature en bois (seul § parlant spécifiquement des isolants biosourcés)

Il est admis de mettre en œuvre des isolants bio-sourcés, caractérisés pour cette mise en œuvre dans un référentiel en technique courante, derrière un écran thermique constitué par un système de plaque A2-s3, d0 défini au paragraphe 1.3. Cet isolant bio-sourcé peut être mis en œuvre en remplissage entre montant de l'ossature bois, dans l'un des cas suivants :

- Cas 1 :
  - o le revêtement du bardage ventilé présente lui-même une performance de réaction au feu a minima B-s3, d0.
- Cas 2 :
  - o le revêtement présente les caractéristiques de performance définis dans le présent document (paragraphe 2.1 de la présente appréciation de laboratoire),
  - o le déflecteur est un déflecteur renforcé tel que défini au paragraphe 2.2.2 de la présente appréciation de laboratoire et sa longueur est déterminée en fonction du niveau de réaction au feu du revêtement (paragraphe 2.1 de la présente appréciation de laboratoire),
  - o le traitement des embrasures est réalisé avec un retour de l'écran thermique A2-s3, d0 sur la totalité du pourtour des embrasures, voir Figure 6,
  - o la contre cloison et/ou le plafond intérieur joue à lui seul le rôle de résistance au feu, sans participation de la structure bois (protection assurée seule par le doublage intérieur).

Dans les autres cas, et dans l'attente d'études complémentaires, l'isolant de remplissage entre montant d'ossature doit être classé a minima A2-s3, d0.

\*Guide du CSTB « Bois construction et propagation du feu par les façades » ([lien](#))

42



**Le comportement au feu**

Sauf exception (briques de chaux et certaines ouates) les isolants biosourcés sont classés (très inflammable). De fait, bien qu'ils soient moins inflammables que les polystyrènes et les polyuréthanes, ils sont moins résistants à la chaleur et à beaucoup mieux en cas d'incendie (voir la section dédiée), et que leurs fumées sont moins toxiques, leur emploi impose les précautions d'usage.

Comparaison de l'essai au feu entre 4 isolants (DEM 2018)

Essai au feu (CSTB 2009)

**Feu et biosourcés :**

l'AQC ne repère pas de problématique particulière en cas de respect des règles constructives d'usage. Sachant qu'une fois mis en œuvre, du fait de leur densité /compacité /cohésion la plupart des isolants biosourcés se comporte aussi bien voire mieux que d'autres matériaux classés « A1 » ou « A2 »

Pour en savoir plus :

- 3 conférences d'Olivier Gaujard : ["Bois et BS et sécurité incendie"](#)

44

**Les isolants biosourcés,  
il paraît que ça pourrit ?**

45

## Hygro-vulnérabilité



- Excepté le liège, imputrescible, la vulnérabilité à l'eau est réelle, mais elle variera selon les matériaux (comme pour le bois selon les essences, cela ira de la laine de chanvre, plus comparable à du chêne ou de l'acacia, à la paille, plus sensible, comme le sapin ou l'épicéa).

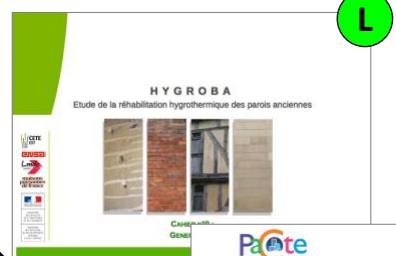
De fait, le choix d'un isolant biosourcé devra se faire avec une attention particulière en :

- **isolation de sol sur terre plein**
  - **isolation de sol de pièces humides** (salle de bain, espace chauffe-eau...)
  - **isolation par l'intérieur** (les murs sont froids donc humides en hiver)
  - **ITE enduites sur façades à la pluie battante**
  - **isolation de bas de murs soumis à remontées capillaires**
  - **isolation de murs enterrés**
  - **isolation des toitures terrasses chaudes**



46

## ***Heureusement la connaissance sur le sujet « humidité » évolue en France !***



*L'ensemble des bases à connaître du sujet "humidité" fait l'objet de ce 1<sup>er</sup> document très accessible.*

**... et les documents techniques accompagnant la mise en œuvre des biosourcés sont nombreux**



**... et les documents techniques accompagnant la mise en œuvre des biosourcés sont nombreux**



**Avec néanmoins un doute quant à la compétence et/ou l'impartialité du GS 20 (groupe traitant les demandes d'avis techniques des isolants)**

**, qui, en demandant en isolation intérieure un véritable pare vapeur ( $S_d \geq 18m$ ), entraîne une situation beaucoup moins robuste qu'avec l'utilisation d'une membrane hygrovariable ou d'une membrane orientée.**





## Les assureurs et bureaux de contrôle hésiteraient à s'engager sur la mise en œuvre des biosourcés ?

50



## L'assurabilité professionnelle

Cet argument n'est plus recevable pour :

- les mises en œuvre des bottes de pailles et bétons de chanvre respectant leurs règles professionnelles
  - l'ensemble des solutions sous "avis techniques" (ATec, DTA ou ETN) à jour de validité
- les matériaux disposant d'une norme, et notifiés comme « adaptés » dans les documents de référence (DTU, CPT...)



COMMISSION CHARGÉE  
DE FORMULER  
LES AVIS TECHNIQUES



**afnor**  
NORMALISATION

51

Pour les autres situations c'est au cas par cas.

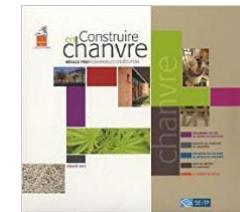
# L'assurabilité professionnelle



Terme générique équivalant à "avis d'experts" ou "appréciation technique"

- Validable pour :
- matériaux de pailles et respectant leurs règles professionnelles
  - l'ensemble des solutions sous "avis techniques" (ATec, DTA ou ETN) validées par les assureurs
  - les matériaux disposant d'une norme, et notifiés comme « adaptés » dans les documents de référence (DTU, CPT...)

Pour les autres situations c'est au cas par cas.



COMMISSION CHARGÉE  
DE FORMULER  
LES AVIS TECHNIQUES



52

# Assurabilité professionnelle



**ATec** : avis technique apporté par un groupe d'experts sous animation du CSTB

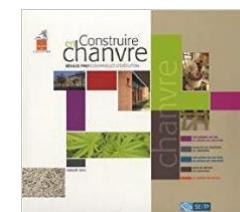
**DTA** (document technique d'application) : nom des ATec pour les produits sous marquage CE

**ETN** (enquête technique nouvelle) : avis d'experts similaire aux ATec mais réalisé par un bureau de contrôle

Validable pour :

- l'ensemble des solutions sous "avis techniques" (ATec, DTA ou ETN) validées par les assureurs
- les matériaux disposant d'une norme, et notifiés comme adaptés dans les documents de référence (DTU, CPT...)

Pour les autres situations c'est au cas par cas.



COMMISSION CHARGÉE  
DE FORMULER  
LES AVIS TECHNIQUES



53

**ATec** : avis technique apporté par un groupe d'experts sous animation du CSTB

**DTA** (document technique d'application) : nom des ATec pour les produits sous marque CE

**ETN** (enquête technique nouvelle) : avis d'experts similaire aux ATec mais réalisé par un bureau de contrôle

deux types de normes : les normes de matériaux et les normes de produits

- l'ensemble des solutions sous "avis techniques" (ATec, DTA ou ETN) validées par les assureurs
- les matériaux disposant d'une norme, et notifiés comme adaptés dans les documents de référence (DTU, CPT...)

Pour les autres situations c'est au cas par cas.

## professionnelle



*Si vous avez comme nous peu confiance en l'impartialité et/ou la compétence des experts instruisant les ATec et autres DTA, il est possible de faire sans ces derniers via la procédure « Enquête Technique Nouvelle » !*



54

**Attention : avoir un "avis technique" n'entraîne pas automatiquement l'assurabilité professionnelle ! → Voir la liste verte de la C2P (<http://listeverte-c2p.qualiteconstruction.com/>) pour**

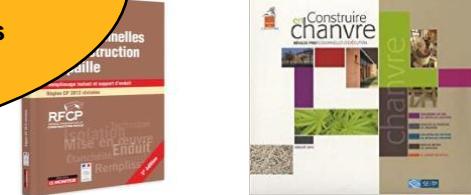
**connaître les avis techniques ne faisant pas l'objet d'une mise en observation de la part de la C2P (Commission Prévention Produit).**

- l'ensemble des solutions sous "avis techniques" (ATec, DTA ou ETN) **à jour de validité**

- les matériaux disposant d'une norme, et notifiés comme adaptés dans les documents de référence (DTU, CPT...)

Pour les autres situations c'est au cas par cas.

## professionnelle



COMMISSION CHARGÉE  
DE FORMULER  
LES AVIS TECHNIQUES



55

# L'assurabilité professionnelle



## Référence intéressante :

l'Agence Qualité Construction (AQC), qui regroupe entre autres les assureurs : <http://www.qualiteconstruction.com/>, sort régulièrement des articles ou dossiers sur les biosourcés.



56

Ok, mais les isolants biosourcés, c'est beaucoup plus cher, n'est-ce pas ?

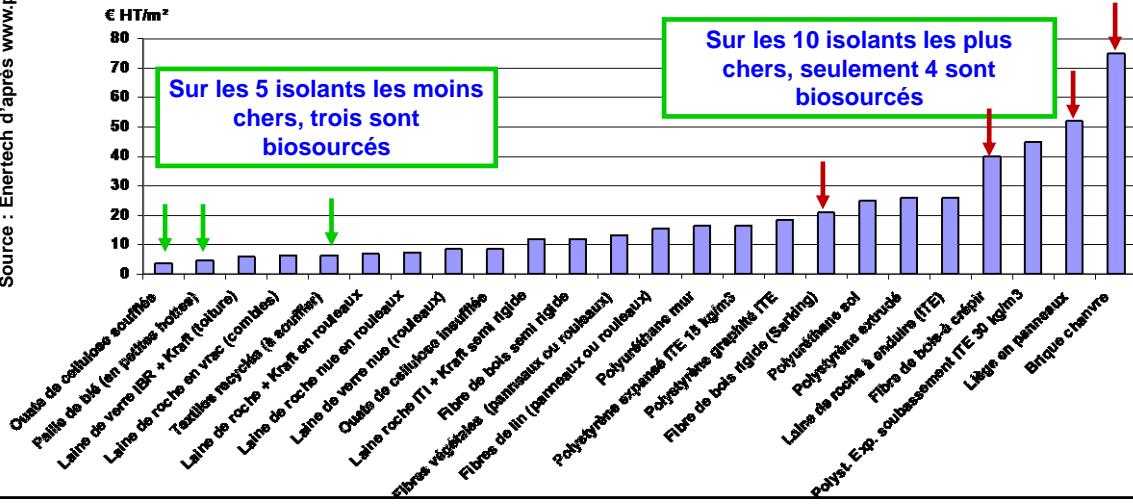


58

## Coût des isolants biosourcés



Coût des produits isolants pour  $R=5 \text{ m}^2\text{K/W}$   
en  $\text{€ HT/m}^2$  (valeur août 2014)



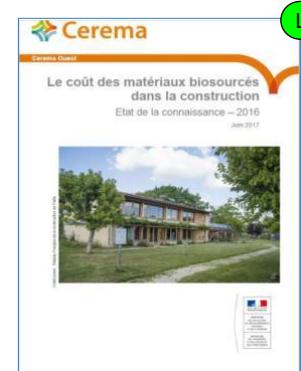
59

## Coût des isolants biosourcés



Si le prix à l'achat est souvent plus élevé pour les isolants biosourcés que pour les isolants conventionnels courants (laine de verre de base et polystyrène), les études nous montrent que **ce surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis.**

Particulièrement parce que les principaux choix qui interfèrent sur le prix d'un bâtiment sont indépendants du choix de l'isolant.



Etude de référence sur le sujet  
(CéRéMA Ouest)

60

# Coût des isolants biosourcés



Si le prix à l'achat est souvent plus élevé pour les isolants biosourcés que pour les isolants conventionnels courants (laine de verre de base et polystyrène), les études nous montrent que **ce surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis.**

Particulièrement parce que les principaux choix qui interfèrent sur le prix d'un bâtiment sont indépendants du choix de l'isolant.



Cerema

Le coût des matériaux biosourcés dans la construction  
Etat de la connaissance – 2016

juin 2017



C'est différent en rénovation où le coût des isolants représente un pourcentage plus important du coût du projet. Cela dépendra alors du matériau et du type de mise en œuvre choisis.

# Coût des isolants biosourcés



Voir annexe  
"Base de données  
matériaux"

Pensez comparer « fourniture & pose », et n'oubliez pas que :

- le prix d'un même produit peut aisément varier de 1 à 2 selon le négocié et le type de conditionnement ;
- pour une même prestation, le prix varie aisément de 1 à 2 selon la région, le carnet de commande de l'entreprise... ;
- l'entreprise peut appliquer ses frais généraux sur la journée (temps de mise en œuvre) ou sur le coût des matériaux.

...Et ne comparez pas le prix d'un isolant conventionnel posé sans soin au prix d'un BS posé avec soin (étanchéité à l'air réelle...), car effectivement, là le prix fait plus que doubler, mais ceci ne vient pas d'abord du choix de l'isolant !





**La production  
des biosourcés viendrait  
contrarier des filières  
agricoles existantes,  
voire concurrencer  
les productions  
alimentaires ?**

63



## Concurrence avec les filières agricoles ?

C'est une question d'arbitrage pour certaines cultures, mais pour la plupart il n'y a pas concurrence mais complémentarité.

... Et cette complémentarité va croître au fur et à mesure que nous allons valoriser des co-produits de productions existant sur nos territoires : maïs, tournesol... et bales de céréales.



Synthèse du rapport de recherche TERRACREA

Rapport de recherche TERRACREA :



64

Coproduit peu valorisé, disponible en

quantité énorme : **la bale de céréale représente une opportunité de 1<sup>er</sup> ordre pour l'avenir de l'isolation thermique.**

1<sup>ère</sup> piste de recherche avec le travail mené par [Bâtir en bales](#) sur les bales de riz et d'épeautre



#### Concurrence avec les filières agricoles ?

une question d'arbitrage pour les cultures, mais pour la

il n'y a pas concurrence mais complémentarité.

Et cette complémentarité va au fur et à mesure que nous valoriser des co-produits de productions existant sur nos terres : maïs, tournesol... et [bales de céréales](#).



Synthèse du rapport de recherche TERRACREA



Rapport de recherche TERRACREA

51

66

**Il n'est pas facile de se procurer des isolants biosourcés ?**



67



## Où les trouver ?

- **Fibres de bois et ouate de cellulose** : désormais dans de nombreux points de vente "classiques"... mais seulement pour leurs produits "phare", sinon, négoces spécialisés ou contactez directement le fabricant.
- **Chènevotte, laines de chanvre, de lin, de mouton, de tissu recyclé...** : de plus en plus chez des négoces "classiques", sinon, selon, en négoces spécialisés ou directement auprès des fabricants
- **Bottes de paille, bales de céréales et laine de chanvre vrac** : l'idéal est de contacter directement les filières :
  - . Filière paille : <http://rfcp.fr/>
  - . Filière chanvre en circuit court : <http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>
  - . Filière bales de céréales : <http://www.batirenballes.fr>

68



Le difficile repérage des points de vente fait partie des freins réels au développement de nombreux isolants biosourcés, comme l'accessibilité à une information complète quant à leurs mise en oeuvre et limites d'emploi

→ **Besoin de points ressources dédiés (qui délivrent une information complète et objective sur le sujet)**



### Où les trouver ?

- **Fibres de bois et ouate de cellulose** : désormais dans de nombreux points de vente "classiques"... mais seulement pour leurs produits "phare"
- **Chènevotte, laines de chanvre, de lin, de mouton, de tissu recyclé...** : de plus en plus chez des négoces "classiques", sinon en négoces spécialisés ou directement auprès des fabricants
- **Bottes de paille, bale de céréales et laine de chanvre vrac** : l'idéal est de contacter directement les filières, relativement bien structurées :
  - . Filière paille : <http://rfcp.fr/>
  - . Filière chanvre en circuit court : <http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>
  - . Filière bales de céréales : <http://www.batirenballes.fr>

69

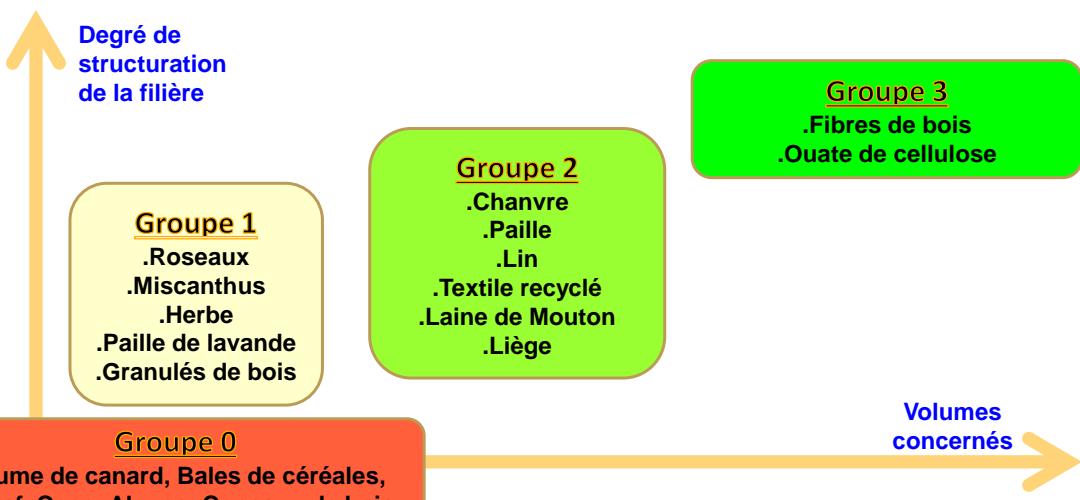


# Isolants biosourcés : où en sont les filières ?

77



## Les isolants biosourcés - 2012



D'après "Etat des lieux économique du secteur et des filières". Nomadéis. France 2012

78

# Les isolants biosourcés - 2022



Degré de structuration de la filière

## Groupe 1

- .Roseaux
- .Miscanthus
- .Herbe
- .Paille de lavande
- .Granulés de bois

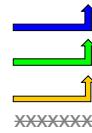
## Groupe 2

- .Chanvre
- .Paille
- .Lin
- .Textile recyclé
- .Laine de Mouton
- .Liège

## Groupe 3

- .Fibres de bois
- .Ouate de cellulose

Tendances depuis 2012 :



## Groupe 0

- .Plume de canard
- .Bale de riz et d'épeautre

Kénaf, Coco, Algues, Copeaux de bois

D'après "Etat des lieux économique du secteur et des filières". Nomadéis. France 2012

Volumes concernés

79

# Principaux contacts filières



• CF2B. Collectif des Filières du Bâtiment Biosourcé : <https://cf2b.org/>



• AICB. Association des industriels de la construction biosourcée (ancien ASIV) : <https://www.batiment-biosource.fr>



• ECIMA. European Cellulose Manufacturers Association : <https://www.ecima.net/>

• RFCP. Filière paille : <http://rfcp.fr/>



• Filière chanvre : <http://construire-en-chanvre.fr/> et <http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>



• Et bien entendu : France Bois Forêt :



80

**Principales contacts filières****En Bourgogne Franche-Comté :**

- 1 référent technique au Pôle Energie, disponible pour les professionnel(le)s :

**Frédéric MOUBE**

[frederic.moube@pole-energie-bfc.fr](mailto:frederic.moube@pole-energie-bfc.fr)

- 1 groupement d'entreprises travaillant au développem.<sup>t</sup> des matériaux biosourcés :

**Le cluster Robin's**

<https://www.cluster-robins.fr/>

81



# Annexes

- Isolants biosourcés : les solutions particulièrement séduisantes
- Biosourcés en réhab : pas seulement les isolants
- Principaux isolants biosourcés



83



# Annexes

## **- Isolants biosourcés : les solutions particulièrement séduisantes**

- Biosourcés en réhab : pas seulement les isolants
- Principaux isolants biosourcés



**30 ans après la  
(re)découverte des  
isolants biosourcés :  
repérage des solutions  
particulièrement  
séduisantes**

# Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



Liste non exhaustive, mais...

- . **Isolation horizontale de coffres** : chènevotte, ouate de cellulose, bales d'épeautre et de riz, et version vrac/peu transformé de laines de chanvre, lin, mouton, tissu recyclé...
- . **Isolation de sols de greniers non aménagés** : bottes de paille
- . **Réfection de colombages** : bétons de projetés machine et briques de chanvre
- . **Double cloison isolante et cloison séparative** : feutre de bois, laine de chanvre, de lin, de mouton, de coton recyclé, de paille de riz... ou ouate de cellulose ou briques de chanvre
- . **Isolation extérieure enduite et isolation sarking** : panneaux de fibres de bois denses
- . **Coffres d'ossature bois** : bottes de paille et certains vracs (attention aux tassements)
- . **Isolation en sol / isolation enterrée** : panneaux de liège expansé
- . **Isolation intérieure de certains murs** : certaines fibres de bois, laines de chanvre, de lin, de mouton, de coton recyclé, ouates de cellulose et certains bétons de chanvre
- . **Isolation capillaire** : certains bétons de chanvre et ouates de cellulose (projetées humides)

86

# Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . **Isolation horizontale de coffres, voire de sol de grenier** : bales de riz, de sarrasin ou d'épeautre, chènevotte, ouate de cellulose, et la version "vrac" des laines de chanvre, lin, mouton, tissu recyclé...



Ouate de cellulose



Chènevotte



Laine de chanvre  
(photos Eco-Perica)



Balles de riz  
(photos Bâtir en balles)

87

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . Isolation en sols de greniers\* et de combles non aménagées\* : bottes de paille



Bottes de paille  
(photos S. Vouillot)

\* Pour les sols ne pouvant supporter une véritable surcharge (ici de 35 à 50kg/m<sup>2</sup>), on préférera une solution légère, telle la ouate de cellulose, 3 à 4 fois moins lourdes

88

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . Réfection de colombages : bétons de chanvre projetés machine et briques de chanvre



Projection de chanvre



Briques de chanvre  
(Photo Chanvribloc®)

89

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



. **Murs/cloisons porteurs à isolation répartie** : bétons de chanvre ou de copeaux de bois, projetés machine ou en briques



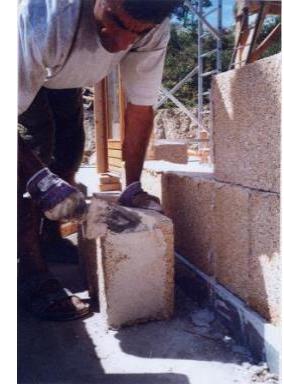
Briques de chanvre  
(BIOSYS®, avec ossature BA)



Briques de copeaux de bois + polystyrène (FIXOLITE®, avec remplissage BA)



Briques en copeaux de bois ou miscanthus  
(NATURBLOC®, porteur)



Briques de chanvre  
(Photo Chanvribloc®)

90

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



. **Isolation ext. enduite et isolation sarking** : panneaux de fibres de bois denses



Panneaux de fibres de bois denses en ITE



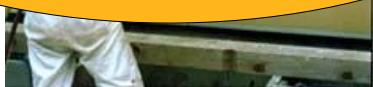
... et en isolation sarking

91

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- Isolation :
    - La fibres de bois dense (= celle usuellement utilisée pour l'isolation starking) ne peut se justifier en très forte épaisseur pour des raisons énergétiques. (voir diapo sur énergie grise)
    - Vous souhaitez une isolation très performante ? → Ajuster votre choix en tenant compte de l'énergie grise des matériaux.**



... et en isolation  
sarking

92

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . **Coffres d'ossature bois** (toiture, ITE...): bottes de paille, et plupart des vracs



## Bottes de paille



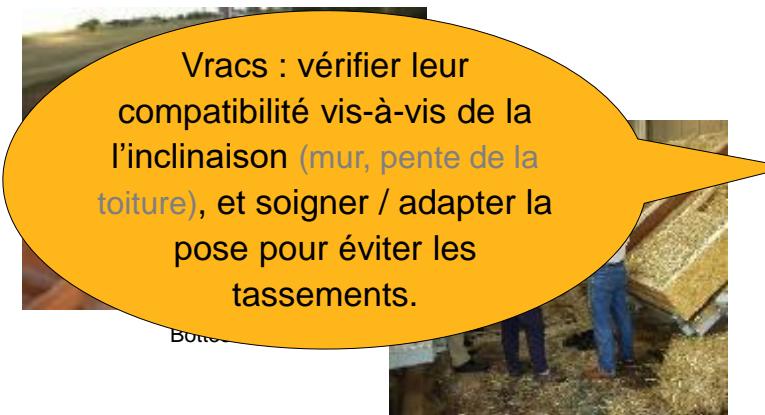
Balles de riz, de sarrasin,  
d'épeautre... (*Bâtir en balles*)

93

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . Coffres d'ossature bois (toiture, ITE...): bottes de paille, et plupart des vracs



Balles de riz, de sarrasin, d'épeautre... (Bâtir en balles)

94

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . Autre piste possible pour la paille : l'isolation extérieure



Immeuble Paris, 2021



Logement social à St Dié (88), 2014

95

Grâce à ce projet de

**Paris-Habitat, la botte de paille  
en isolation extérieure enduite sort  
du milieu restreint de l'auto-construction**

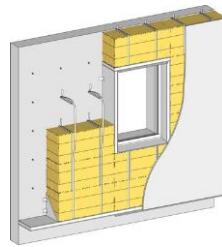


### Isolants BS, pistes particulières

. Autre piste possible pour la paille :  
l'isolation extérieure



Immeuble Paris, 2021



Logement social à St Dié (88), 2014

82

96

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



. **Cloisons isolantes** (séparative ou cloison de doublage) : feutre de bois, laine de chanvre, lin, mouton, coton recyclé, paille de riz... et briques de chanvre



Laine de chanvre



Laine de coton recyclé (photo Métisse)



Briques de chanvre

Cloison de doublage  
(photo ISOHEMP)

Cloison séparative



97

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



. **Cloisons isolantes** (séparative ou cloison de doublage) : laine de chanvre, lin, mouton, coton recyclé, paillasse, etc.



Laine de chanvre



Laine de coton recyclé (photo Métisse)

*Attention aux risques de tassement : choisir des isolants denses / qui se tiennent, ou des matériaux qui peuvent être agrafés !*



98

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



. **Isolation en sol / isolation enterrée / isolation de bas de murs humides** : panneaux de liège expansé, voire béton léger à base de liège



Panneaux de liège expansé en sol



... et isolation (en attente de protection) d'un mur enterré



Béton isolant chaux/billes de liège expansé. (Photo M Gajic)

99

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- Isolation en sol / isolation enterré humides** : panneaux de liège expansé



*Sur terre-plein, excepté le liège, on déconseille les BS (fibres de bois, chaux-chanvre...). Et pour les sols entre étages : même recommandation pour les sols de pièces « humides » ! (Ou alors prévoir un sol étanche, avec pente et siphon de sol)*



100

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- ITI de certains murs** : certaines fibres de bois ou certaines laines de chanvre, lin, mouton, coton recyclé... et certaines ouates de cellulose



101

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . ITI de certains murs : certaines fibres de bois ou certaines laines de chanvre, lin, mouton, coton recyclé... et certaines ouates de cellulose

*Attention, les murs à la pluie non totalement imperméables, les murs enterrés et les parties de mur sujettes à remontées capillaires ne peuvent recevoir des BS ! (A l'exception dans certains cas du liège)*

Isolation intérieure  
(photo Biofib)



Isolation intérieure  
(photo Métisse)

102

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . ITI de certains murs : certaines fibres de bois ou certaines laines de chanvre, lin, mouton, coton recyclé... et certaines ouates de cellulose

*Savoir si un isolant biosourcé est pérenne en isolation intérieure (c'est à dire appliqué contre un mur qui sera souvent humide l'hiver) ne s'improvise pas : vérifiez que le matériau/le produit que vous souhaitez utiliser est bien proposé en ITI, et respectez les consignes de mise en œuvre.*

Isolation intérieure  
(photo Biofib)

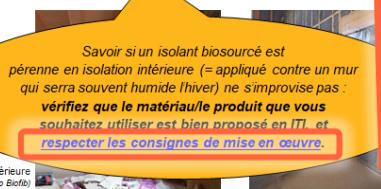


Isolation intérieure  
(photo Métisse)

103

### Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes

. ITI de certaines murs : certaines fibres de bois ou certaines laines de chanvre, lin, mouton, coton recyclé... et certaines ouates de cellulose pro



Isolation intérieure  
(photo Biofib)

### "Respecter les consignes de mise en œuvre",

excepté pour le choix de la membrane où la quasi-totalité des Avis techniques demande un pare-vapeur fermé ( $S_d \geq 18m$ ), alors qu'en ITI la pose d'une membrane hygrovariable (de l'ordre de  $S_d \approx 0,20/25m$ ), ou d'une membrane orientée génère une solution plus robuste, car elle facilite le séchage côté intérieur en cas de besoin. (Néanmoins, avant

de valider ces choix, plus sûrs mais moins bien documentés en France, vérifiez auprès de votre assureur et la filière et/ou l'industriel concerné que la solution que vous envisagez sera assurée)

560

105



## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes

. ITI de certaines murs : certaines fibres de bois ou certaines laines de chanvre, lin, mouton, coton recyclé... et certaines ouates de cellulose

*Et veiller à ne pas avoir de tassemment !*

- Choisir des isolants denses / qui se tiennent, ou des matériaux qui peuvent être agrafés.
- Et pour la ouate de cellulose, respecter bien les densités demandées, voire préférer les mises en œuvre « projeté humide ».

Isolation intérieure  
(photo Biofib)

Isolation intérieure  
(photo Métisse)

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . **Isolation capillaire** (en ITI de certains sensibles à l'eau) : certains bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose en « projeté humide »



Lien sur vidéo  
"terre chanvre"

107

## Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



- . **Isolation capillaire** (en ITI de certains sensibles à l'eau) : certains bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose en « projeté humide »

*Idem autres biosourcés  
en isolation intérieure\* : la ouate et  
les bétons de chanvre ne peuvent  
être appliqués contre un bas de mur  
sujet à remontées capillaires, un  
mur à la pluie non totalement  
imperméable, ou un mur enterré !*



Lien sur vidéo  
"terre chanvre"

\* Excepté le liège

108

# Isolants BS, pistes particulièrem.<sup>t</sup> séduisantes



. Isolation capillaire (en ITI de certains sensibles à l'eau) : certains bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose en « projeté humide »



\* Pour la ouate de cellulose, la remarque de la diapo n-5 vaut également ici.

109

## Isolants BS en Réhab : 1<sup>ères</sup> pistes séduisantes



. ITI de certains murs : certaines fibres de bois, laines de chanvre, de lin, de mouton, de coton recyclé... et ouates de cellulose projetée humide

Attention, les murs à la pluie non totalement imperméables, les murs enterrés et les parties de mur sujettes à remontées capillaires ne peuvent recevoir des BS ! (A lire section du chapitre ITI de la partie 1)



37

## Isolants BS en Réhab : 1<sup>ères</sup> pistes séduisantes



. ITI de certaines murs : certaines fibres de bois, laines de chanvre, de lin, de mouton, de coton recyclé... et ouates de cellulose projetée humide

Savoir si un isolant biosourcé est pérenne en isolation intérieure, c'est-à-dire appliquée contre un mur qui sera souvent humide l'hiver, ne s'improvise pas : vérifiez que le matériau/le produit que vous souhaitez utiliser est bien proposé en ITI, et respecter les consignes de mise en œuvre



38

## Isolants BS en Réhab : 1<sup>ères</sup> pistes séduisantes



. ITI de certaines murs : certaines fibres de bois, laines de chanvre, de lin, de mouton, de coton recyclé... et ouates de cellulose projetée humide

... excepté pour le choix de la membrane où les Avis techniques proposent des paravapeurs très résistants aux ITI la pose d'une membrane hydrovapante de l'ordre de Sd=0,20/0,25, génère une solution plus robuste, car elle permet un séchage côté intérieur en cas de besoin. (mais précédemment, vérifiez auprès de votre assureur et la fédération/et/ou les industriels concernés que la solution que vous souhaitez mettre en œuvre sera bien assurée)



40

**Les biosourcés en isolation intérieure sont possibles, mais le choix des matériaux et les détails de mise en œuvre ne doivent pas être improvisés !**

## Isolants BS en Réhab : 1<sup>ères</sup> pistes séduisantes



. Isolation capillaire (en ITI de certaines sensibles à l'eau) : certaines bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose projetées humides

Idem : la ouate et les bétons de chanvre, comme tout biosourcé, doivent être utilisés contre un mur sujet à remontées capillaires, un mur à la pluie non totalement imperméable, ou un mur enterré !

43

## Isolants BS en Réhab : 1<sup>ères</sup> pistes séduisantes



. Isolation capillaire (en ITI de certaines sensibles à l'eau) : certaines bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose projetées humides

Savoir si tel béton de chanvre ou telle ouate de cellulose est pérenne pour cet emploi, (= en isolation intérieure capillaire d'un mur sensible à l'eau qui aura besoin de sécher par l'isolant) ne s'improvise pas : vérifiez que la solution que vous souhaitez utiliser est bien proposée en ITI et qu'elle est assez capillaire, et respecter à la lettre les consignes de mise en œuvre

110

# Annexes

- Isolants biosourcés : les solutions particulièrement séduisantes
  - **Biosourcés en réhabilitation : pas seulement les isolants**
  - Principaux isolants biosourcés

111

## Matériaux biosourcés



- **Le bois de structure** : charpente, ossature, panneaux
  - **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
  - **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers, protections solaires...
  - **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (fibres de bois, chanvre, lin, liège, herbe, algue, paille de riz, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre, de lin...balles de riz, épeautre, sarrasin...), bottes de pailles...
  - **Des conglomérats allégés, voire isolants** : enduits, bétons, torchis, panneaux acoustiques... intégrant des granulats de chanvre, bois, lin, paille, miscanthus...
  - **Des blocs à ambition structurelle** : parpaings ou panneaux à base de bois, anas de chanvre, paille comprimée... + certaines mises en œuvre de bottes de paille
  - **Des matériaux composites plastiques** : matrice, renforts ou charges
  - **Des composants de la chimie** : pour colles, adjuvants, peintures...

112

## BS en Réhab : le bois en structure



### . Solivage, charpente...



En plus de sa pertinence environnementale, c'est moins de ponts thermiques, et moins de rigidité apportée au bâtiment



Bois ronds, bois tordus, petites sections, essences locales, le potentiel du matériau bois est énorme et peut nous permettre de proposer des solutions pertinentes.

113

## BS en Réhab : le bois en structure



### . Solivage, charpente...



Moins low-tech, le lamellé collé. Mais il permet de longs franchissements, et facilite la réalisation de courbes.



Poutres en « i » et poteaux ajourés, achetés en l'état ou fabriqués en atelier, peuvent faciliter / optimiser certaines mises en œuvres



114

## BS en Réhab : le bois en structure



, et panneaux structurels.



Le CLT (panneau de bois contrecollé\*) permet des parois porteuses rapides à réaliser, et des parements bois intérieurs directement finis.

Situation similaire avec les panneaux « trois plis »



\*Plus précisément : (Cross Laminated Timber) ou Panneau massif lamellé croisé

115

## BS en Réhab : le bois en structure



. Murs de surélévation et/ou coffres de toiture fabriqués en atelier



- Rénovation BBC par caissons de mur et de toiture préfabriqués, dont surélévation (récupération de 85 m<sup>2</sup> de surface habitable)
- 3 jours de levage pour ré-envelopper le bâtiment
- SCOP Clairlieu Eco-Rénovation Solidaire - Yves Jautard Architecte

116

# BS en Réhab : le bois en structure



## . Panneaux bois : de très nombreuses solutions



L'OSB qui, posé avec soin côté intérieur peut représenter le contreventement, l'étanchéité à l'air et le frein vapeur



Le contreplaqué



L'AGEPAN DWD est un panneau contreventant très ouvert à la vapeur

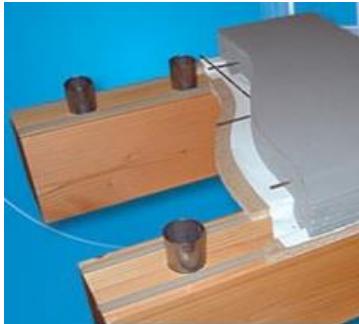
Panneaux à base de bois : également le médium, le CTBH, le CTBX...

117

# BS en Réhab : le bois en structure



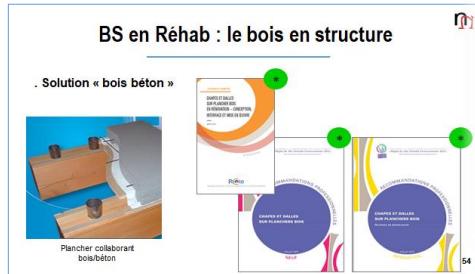
## . Solution « bois béton »



Plancher collaborant bois/béton



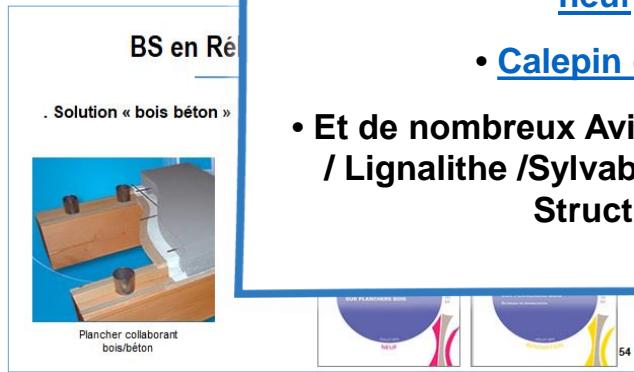
18



Dans les situations où le béton n'a pas de rôle structurel autre que gérer l'interface entre une surface porteuse et le matériau de parement, il peut souvent être remplacé par des mélanges à base de terre.

Ou, si l'objet est plus à la recherche d'une isolation, par des matériaux légers, végétaux (chènevotte...), ou minéraux en cas de risques d'humidification (argile expansé...).

119



### Plancher collaborant bois béton

(appelé également Plancher mixte bois béton)

- Recommandations Professionnelles RAGE neuf et rénovation

- Calepin de chantier PACTE

- Et de nombreux Avis Technique & DTA (AIA / SFS / Lignalithe /Sylvabat / Tecnaria / Concept Bois Structure / Incoperfil)

\* Liens actifs

120

## BS en Réhab : le bois en menuiserie extérieure



, les menuiseries extérieures bois séduisent souvent pour leur esthétique, particulièrement en projets patrimoniaux



La solution « double fenêtre » peut représenter une alternative, particulièrement avec des grandes baies de caractère



Les solutions « bois-alu » additionnent aux avantages du bois l'extrême durabilité de l'alu.

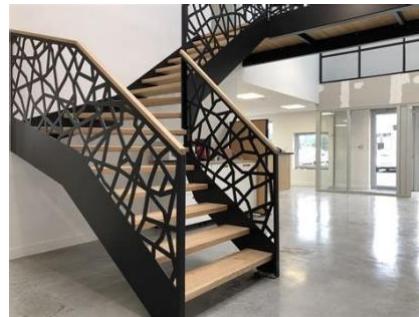
Ici présentation de la fenêtre caméléwood, fenêtre passive entièrement démontable

121

## BS en Réhab : le bois en menuiserie intérieure



Porte de récupération ou portes neuves, la présence de menuiseries intérieures en bois signe une ambiance particulière



... comme celle d'un escalier, sachant que le bois peut se marier avec le métal, le béton...



Exemple de boiserie

## BS en Réhab : le bois en parement intérieur



Lambris intérieur



Plancher bois



Intérieur « tout bois »

123

## , d'autres BS en parements intérieurs



Linoléum



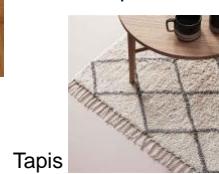
Tapisserie



Jonc de mer



Bambou



Tapis



Alcove



PAPIER INGRAIN GROS

124

## BS en sous-couche, en matériau acoustique



De très nombreuses sous-couches, généralement à base de bois ou liège



Panneau acoustique Panterre®, seul ou accompagné d'un panneau support de finition



Panneau « fibragglo »\*, simple ou composite, utilisé en parement ou en support d'enduit

\* D'après la normalisation (NF EN 13168+A), ce sont ces matériaux qui correspondent à la dénomination « laine de bois », symbolisé WW

125

### BS en sous-couche, en matériau acoustique



De très nombreuses sous-couches, généralement à base de bois ou liège



Panneau acoustique Panterre®, seul ou accompagné d'un panneau support de finition

Panneau « fibragglo »\* simple ou composite, utilisé en parement ou en support d'enduit



L'agrestih® (photos) permet la réalisation de chapes, de panneaux acoustiques extérieurs...



En plus de ces solutions en panneaux, existent des solutions vrac ou chape humide qui ont entre autres rôles de rattraper les niveaux. (A base de chènevotte bitumée ou de copeaux de bois, tel l'Agrestih®)



126

## BS en Réhab : le bois en extérieur



Terrasse bois



Bardage extérieur.  
Moderne,  
traditionnel, plein,  
ajouré...



Garde corps, traditionnel ou moderne, avec acier, verre...

127

## BS en Réhab : le bois en extérieur



Terrasse bois



*Bois en extérieur :  
ajuster le choix des solutions et  
les détails de mise en œuvre  
pour des solutions pérennes.*

*Terrasses bois : veillez à ce que  
ce ne soient pas de véritables  
patinoires en hiver !*



Garde corps, traditionnel ou moderne, avec acier, verre...

128

## BS en Réhab : en protections solaires



129

### BS en Réhab : en protections solaires



Les exemples sont potentiellement très nombreux, en protection mobile, fixe, voire saisonnière, où là nous pourrons composer directement avec le végétal à feuille caduque qui, en plus de son ombrage, rafraîchit l'espace du fait de l'évapo-transpiration !



130

## Des enduits isolants utilisant des BS



**Diathonite**  
Evolution<sup>®</sup>  
(Diasen<sup>®</sup>)

Enduit chaux +  
liège + argile +  
silice  
 $\lambda = 0,045$   
 $\mu = 4$



Haga biotherm<sup>®</sup>

Enduit chaux +  
granulés de  
liège  
 $\lambda = 0,07$   
 $\mu = \text{de } 5 \text{ à } 8$



+ Parnatur<sup>®</sup>  
(ParexLanco<sup>®</sup>)

Enduit chaux  
+ chènevolette  
 $\lambda = 0,066 \text{ W/mK}$   
 $\mu < 5$



Sur les 9 enduits isolants proposés en France, 3 comportent des biosourcées

131

## L'intégration de végétaux dans des enduits



Enduits chanvre chaux



Intégration de végétaux dans  
des enduits terre, chaux

132

# L'intégration de végétaux dans des enduits



Enduits chanvre chaux

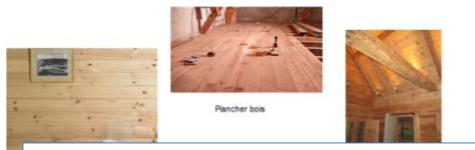
*Avec un pouvoir isolant 3 à 10 fois moindre que les enduits isolants, on ne parle pas ici d'isolation mais de "correction thermiques". (Ils n'isolent pas vraiment, mais permettent un parement à plus faible effusivité, plus "chaud")*



Intégration de végétaux dans des enduits terre, chaux

133

## BS en Réhab : le bois en parement intérieur



Plancher bois

## , d'autres BS en parements intérieurs



Linolium

## L'intégration de végétaux dans des enduits



Enduits chanvre chaux



Intégration de végétaux dans des enduits terre, chaux

**BS en parement intérieur (sols, boiseries...): on enlève la possibilité d'une inertie thermique intérieure au profit de parements à faible effusivité.**

→ Ce choix doit être estimé pertinent, car il fait perdre de la capacité à valoriser le captage solaire en hiver (pièces exposées SE à SO), et de la robustesse quant aux risques de surchauffes !



134



**Nous avons fait une**

**entorse à cet engagement pour les bétons et briques de chanvre, qui ont une proportion de végétal pouvant descendre à 40 voire 20%.**

**Ce traitement de faveur est motivé par le fort potentiel que représentent les bétons végétaux. Déjà aujourd’hui, mais encore plus demain lorsque nous aurons des liants à faible impact environnemental et/ou des mélanges laissant plus de place au végétal\*. Des acteurs y travaillent, (voir Eco-Pertica diapo 107), nous les y encourageons !**

\* Voir également l’article sur les **bétons de chanvre** écrit pour Maisons Paysannes de France ([Lien actif](#))

135



*Dans le présent diaporama nous nous intéresserons aux matériaux dont la grande majorité des composants (>80%) est d’origine végétale ou animale.*

6



# Annexes

- Isolants biosourcés : les solutions particulièrement séduisantes
- Biosourcés en réhab : pas seulement les isolants
- Principaux isolants biosourcés**

136

# Isolants à base de végétaux



**Feu : E** (très inflammable)

## Caractéristiques thermiques

$\lambda$	0,050 à 0,060	W/m.K
$\rho$	90 à 115	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 1900	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

## Autres comportements à l'humidité :

- . Hygroscopique ☺
- . (Sans doute) capillaire (données en attente)
- . +/- putrescible (selon traitement), +/- sensible aux dégâts des eaux ☺ / ☹

**Coût Matériaux**      € à €€

**Type de pose**      € à €€€

**Bilan CO<sub>2</sub> : -1,25 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**  
**Énergie grise : 0,22 kWh/kg (\*)**



L

"Reconnaissances" techniques en France : en cours, voir interpro « Chanvriers en circuits courts »

137

Désormais également le petit épautre et le sarrasin !

# Isolant d'origine végétale



**Feu : E** (très inflammable)

## Caractéristiques thermiques

$\lambda$	0,049 à 0,053	W/m.K
$\rho$	100 à 150	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

## Autres comportements à l'humidité :

- . Hygroscopique ☺
- . (Sans doute) capillaire (données en attente)
- . Difficilement putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux ☺ / ☹

**Coût Matériaux**      €

**Type de pose**      € à €€€

**Bilan CO<sub>2</sub> : -1,25 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**  
**Énergie grise : 0,22 kWh/kg (\*)**



L

"Reconnaissances" techniques en France : en cours, voir interpro « Bâtir en balles »

138

# Isolants à base de végétaux



**Feu : E** (très inflammable)

## Caractéristiques thermiques

$\lambda$	0,065 à 0,075	W/m.K
$\rho$	260 à 300	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 1700	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

## Autres comportements à l'humidité :

- . Hygroscopique ☺
- . +/- capillaire (à vérifier selon briques)
- . Difficilement putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux si séchage aisément ☺ / ☹

Coût Matériaux

€€€

Type de pose

€€

**Bilan CO<sub>2</sub> : 0,03 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**  
**Énergie grise : 0,88 kWh/kg (\*)**

**Certaines fabrications artisanales sont beaucoup plus denses. Moins isolantes, elles ne sont pas renseignées dans cette base de données dévolues aux isolants thermiques**



© ISOHEMP



© BIOSYS

© CHANVRIBLOC

139

# Isolants à base de végétaux



**Feu : E** (très inflammable)

## Liège expansé (vrac ou panneaux)

## Caractéristiques thermiques

$\lambda$	0,040 à 0,048	W/m.K
$\rho$	60 à 150	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 1800	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	1 (vrac) à 15	(sans unité)

## Autres comportements à l'humidité :

- . Non hygroscopique ☹
- . Non capillaire
- . Quasi non putrescible et non altérable ☺ ☺

Coût Matériaux

€€ à €€€

Type de pose

€ à €€€

## Vrac

**Bilan CO<sub>2</sub> : -0,80 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**

**Énergie grise : 4,00 kWh/kg (\*)**

## Panneaux

**Bilan CO<sub>2</sub> : -0,15 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**

**Énergie grise : 3,53 kWh/kg (\*)**



140

# Isolants à base de végétaux



**Feu : E** (très inflammable)

## Laine de lin ou de coton recyclé

### Caractéristiques thermiques

$\lambda$	0,036 à 0,040	W/m.K
$\rho$	20 à 40	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

### Autres comportements à l'humidité :

- Hygroscopique ☺
- +/- capillaire (selon produits et densité)
- Difficilement putrescible, sensible aux dégâts des eaux ☺ / ☹

### Coût Matériaux

€€

### Type de pose

€ à €€€

### Rouleau ou panneau :

Bilan CO<sub>2</sub> : 0,22 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)  
Énergie grise : 8,76 kWh/kg (\*)



« Le relais » en entreprise exemplaire de l'ESS !

141

# Isolants à base de végétaux



**Feu : E** (très inflammable)

## Laine de chanvre

### Caractéristiques thermiques

$\lambda$	0,038 à 0,050	W/m.K
$\rho$	25 à 50	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

### Autres comportements à l'humidité :

- Hygroscopique ☺
- (Sans doute) capillaire (données en attente)
- Très difficilement putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux ☺

### Coût Matériaux

€ à €€

### Type de pose

€ à €€€

### Vrac circuit court :

Bilan CO<sub>2</sub> : -1,25 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)  
Énergie grise : 0,22 kWh/kg (\*)

### Panneaux :

Bilan CO<sub>2</sub> : 0,08 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)  
Énergie grise : 7,97 kWh/kg (\*)



Vrac : « chanvriers en circuits courts »

142

# Isolants à base de végétaux



**Feu : E** (très inflammable)

Caractéristiques thermiques		
$\lambda$	0,036 à 0,050	W/m.K
$\rho$	30 à 200	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	1800 à 2100	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1 à 5	(sans unité)

**Autres comportements à l'humidité :**

- . Hygroscopique ☺
- . +/- capillaire (selon produit et densité)
- . +/- putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux ☺ / ☹

Coût Matériaux	€ à €€€
Type de pose	€€ à €€€

## Fibres de bois (WF)

**Bilan CO<sub>2</sub> : -0,80 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**  
**Énergie grise : 4,00 kWh/kg (\*)**

**Panneaux forte densité :**  
**Bilan CO<sub>2</sub> : -0,15 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**  
**Énergie grise : 3,53 kWh/kg (\*)**



**"Reconnaissances" techniques en France :** norme produit harmonisée (WF) ; plusieurs produits sous ATec et/ou certifiés ACERMI.



143

# Isolants à base de végétaux



**Feu : E** (très inflammable)

Caractéristiques thermiques		
$\lambda$	0,045 à 0,085	W/m.K
$\rho$	80 à 120, voire 250	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

**Autres comportements à l'humidité :**

- . Hygroscopique ☺
- . (Sans doute) capillaire (données en attente)
- . Putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux ☹

Coût Matériaux	€
Type de pose	€€ à €€€

## Botte de paille

**Bilan CO<sub>2</sub> : -1,25 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)**  
**Énergie grise : 0,22 kWh/kg (\*)**



**"Reconnaissances" techniques en France :** Règle professionnelle pour la botte de paille de blé. (Voir interpro)

L

144

# Isolants à base de végétaux



**Feu : B-s2-d0**  
(combustible ininflammable) à E  
(très inflammable)

Caractéristiques thermiques		
$\lambda$	0,036 à 0,045	W/m.K
$\rho$	25 à 70	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 2000	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

**Autres comportements à l'humidité :**

- . Hygroscopique ☺
- . Capillaire à très capillaire (selon produit, densité et type de mise en œuvre)
- . Difficilement putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux ☺ / ☹

Coût Matériaux	€ à €€
Type de pose	€ à €€€

## Ouate de cellulose

**Vrac :**

Bilan CO<sub>2</sub> : -0,88 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)  
Énergie grise : 1,99 kWh/kg (\*)

**Panneaux :**

Bilan CO<sub>2</sub> : -0,24 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)  
Énergie grise : 4,87 kWh/kg (\*)



NOVIDEM®, autre acteur de l'ESS (ouate de carton)



145

Reconnaissances techniques : RAS en France, malgré plusieurs produits avec ATec et marquage CE.

# D'autres isolants à base de végétaux



La paille de lavande



Les rafles de céréales



Le kenaf, le miscanthus...



Panneau en paille de riz (FBT Isolation®), avec déjà un ATex



Panneaux de carton (IPAC®)



Les copeaux, le bois minéralisé ou rétifié



Les panneaux d'algues



Les panneaux d'herbe (Gramitherm®)



Le roseau, en bouteilles ou panneaux

147

**D'autres isolants à base de végétaux**

Reconnaissances techniques : OAS en France, mais plusieurs produits avec ATex et marquage CE.

La paille de lavande      Les rafles de céréales      Le kenaf, le miscanthus...  
 Panneau en paille de riz (Isolation®), avec déjà un ATex  
 Panneaux de carton (IPAC®)  
 Les copeaux, le bois minéralisé ou rétifié  
 Les panneaux d'algues  
 Les panneaux d'herbe (Gramintherm®)  
 Le roseau en bottes ou panneaux 571



Désormais 2 de ces matériaux sont disponibles en France, dont les panneaux de paille de riz produits dans l'Ain :

- Panneau d'herbe : [lien](#)
- Panneau de paille de riz : [lien](#)

148

## Isolant d'origine animale



**Feu : E (très inflammable)**

### La laine de mouton

Caractéristiques thermiques		
$\lambda$	0,038 à 0,045	W/m.K
$\rho$	15 à 70	Kg/m <sup>3</sup>
$c$	≈ 2000	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
$u$	≈ 1	(sans unité)

Bilan CO<sub>2</sub> : 0,54 kg CO<sub>2</sub> eq./kg (\*)  
 Énergie grise : 5,48 kWh/kg (\*)



Autres comportements à l'humidité :	
. Hygroscopique ☺	
. (Sans doute) capillaire (données en attente)	
. Difficilement putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux ☺ / ☹	



Coût Matériel	€ à €€
Type de pose	€ à €€€

"Reconnaissances" techniques en France : en cours



149



## Caractéristiques des matériaux retenus pour le calcul des bilans "CO2" et "Energie grise"

	Bilan CO2 kgCO2eq/kg	Energie grise kWh/kg	Densité kg/m3	Lambda W/mK
<b>Chénevotte brute (vrac)</b>	<b>-1,25</b>	<b>0,20</b>	<b>110</b>	<b>0,055</b>
Bottes de paille. Flux th° perpendiculaire aux fibres	-1,25	0,22	90	0,052
<b>Panneau de liège expansé</b>	<b>-1,22</b>	<b>1,79</b>	<b>110</b>	<b>0,040</b>
Fibres de bois souple	-0,80	4,00	40	0,040
Ouate de cellulose	-0,88	1,99	30	0,040
Fibre de bois haute densité	-0,15	3,53	120	0,040
Laine de chanvre	0,08	7,97	30	0,040
Laine de lin	0,22	8,76	30	0,040
Laine de mouton	0,54	5,48	15	0,040
Brique de chanvre	0,03	0,80	300	0,065
Laine de vetro rouleau	2,45	12,85	27	0,032
Polystyrène expansé	4,17	27,47	15	0,035
Polyuréthane	4,30	26,12	30	0,027
Polystyrène extrudé	4,20	25,99	30	0,032
Laines de roche / haute densité	2,45	12,85	70	0,036



« Bilan CO2 » et « Énergie grise » pour la phase « fabrication ». D'après base de données IBO 2017 (Autriche), avec mix énergétique européen. « Chénevotte » renseignée par analogie avec « Botte de paille » ; Briques de chanvre d'après « Chénevotte » et « Ciment ». Définition retenue pour énergie grise : énergie non renouvelable pour phase « fabrication »