


Les matériaux biosourcés

Biosourcés :
nous en
savons désormais
beaucoup sur le
sujet !

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

SYNAMOME. déc. 2022

S.Courgey - Arcanne

Les matériaux biosourcés

Exemple avec les isolants

Début des années 90



Archi : JM.Haquette

Fin des années 90



Projet expérimental de Montholier
Archis : A.Combet/JM.Haquette

Dès les années 70




Années 2000



La Damassine. Archis : atelier HaHa

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





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



Gaujard
Technologie
SCOP

3

SYNAMOME. déc. 2022

S.Courgey - Arcanne

Les matériaux biosourcés

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 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) »

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
matériau bois et de ses dérivés, de
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) »

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 conglomerats 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



○ La locomotive c'est **le bois**, en structure, panneaux et parements.

○ La nouveauté c'est les "grands" bâtiments bois

○ La filière émergente et dynamique, c'est celle **des isolants**

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 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, épeautre, 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 bottes de paille
- **Des matériaux composites plastiques** : matrice, renforts ou charges
- **Des composants de la chimie** : pour colles, adjuvants, peintures...

2

8



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 CO₂, 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 - 27,000m²
Agence d'architecture Graam



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

12

***Pourquoi
parle-t-on désormais
: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...

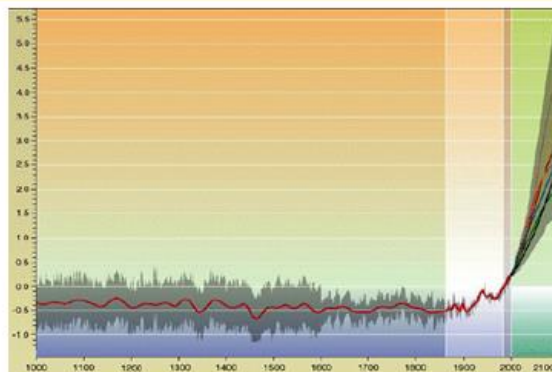
Le bâtiment utilise plus de 40% de l'énergie, 50% des matières premières...

48

14



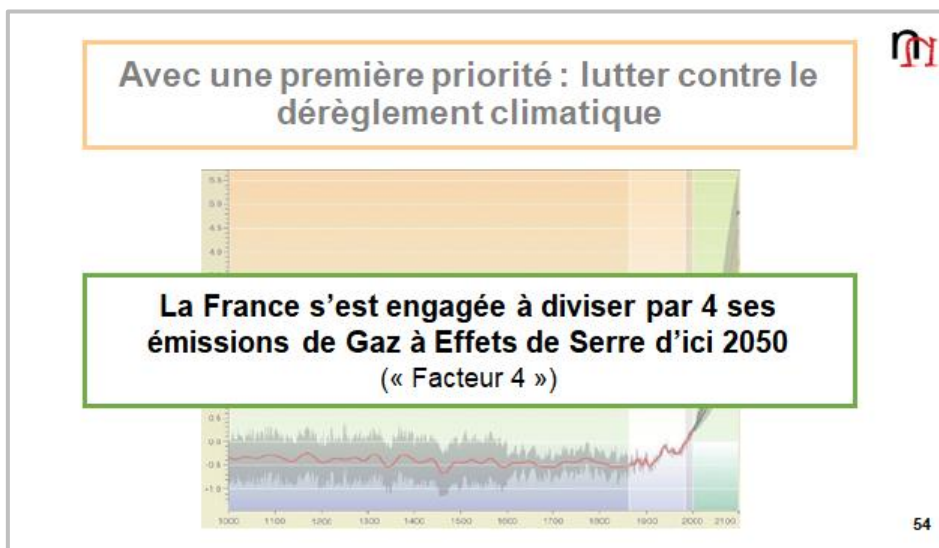
Avec une première priorité : lutter contre le dérèglement climatique



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

52

15



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.

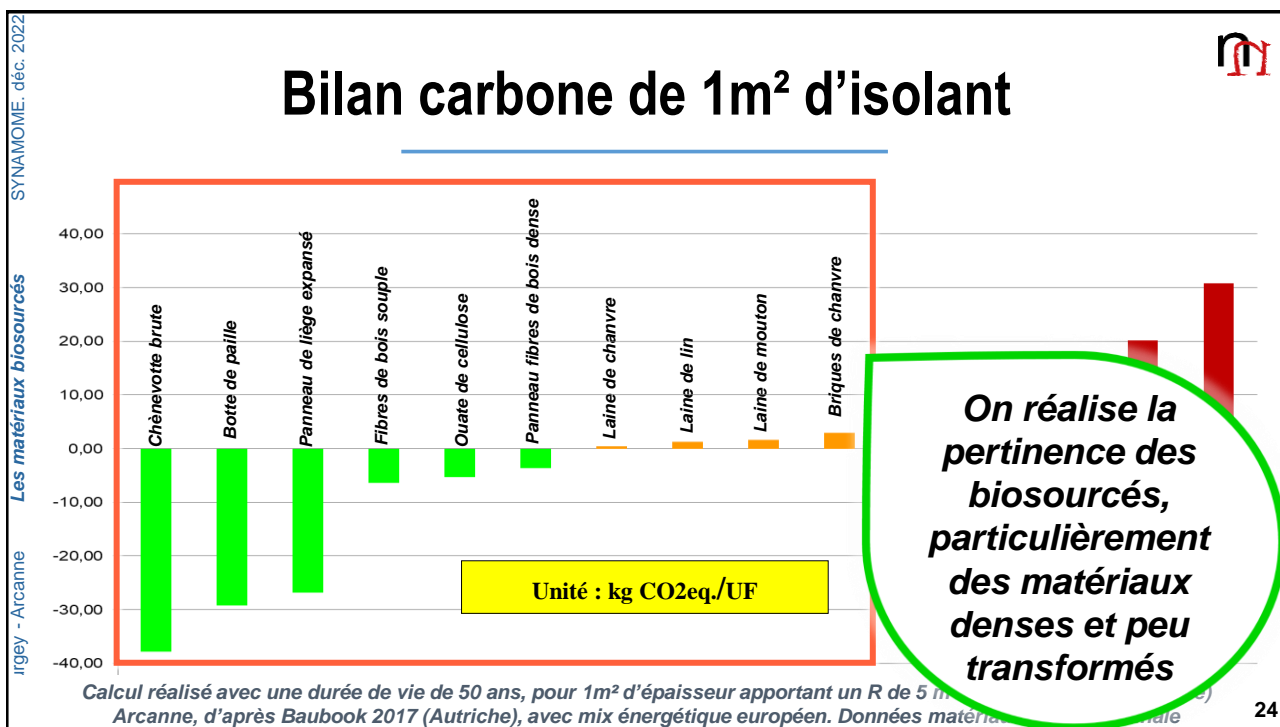
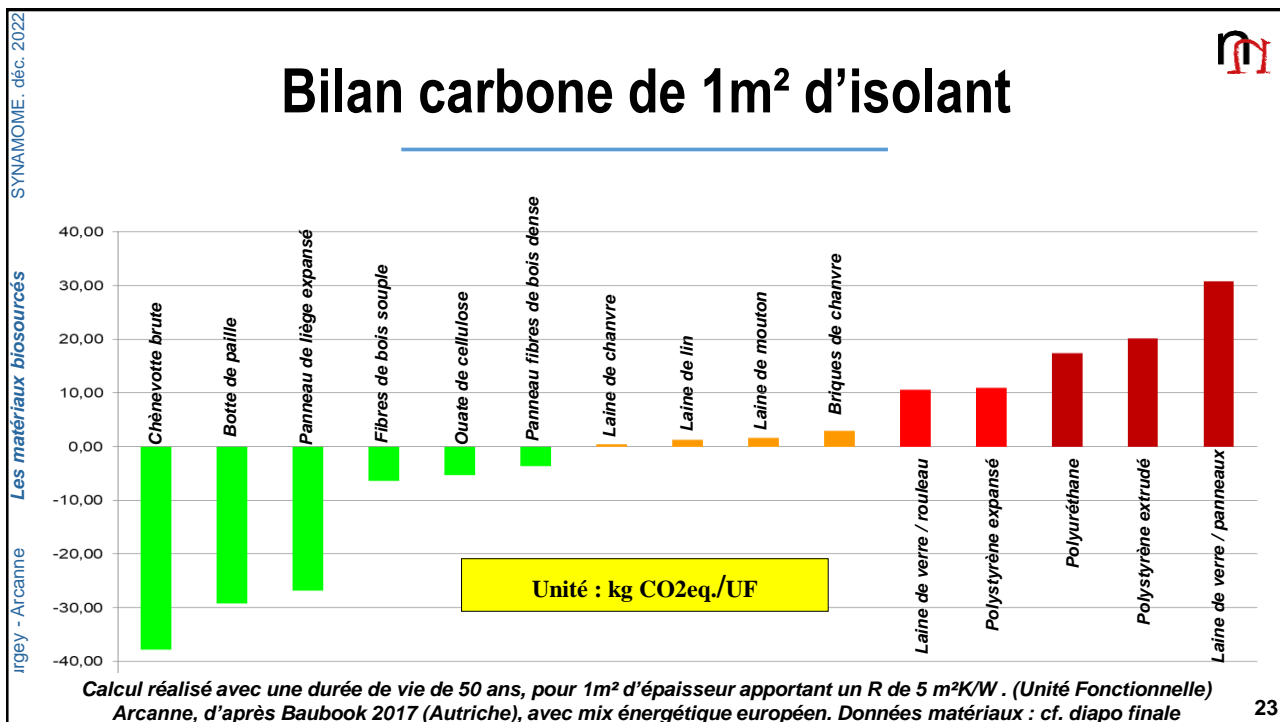
Les 3 suivantes, dont l'ordre dépendra du bâtiment :

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

13

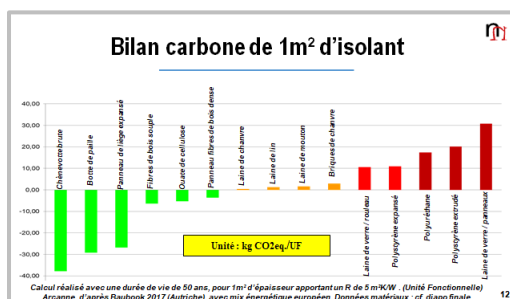
L'impact carbone
des matériaux renseigne
ces deux points. Et
effectivement, utiliser des
matériaux biosourcés
permet à un bâtiment de
limiter son impact vis-à-
vis du dérèglement
climatique

20





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, ATEEx...) sont proposées, mais les "industriels" peuvent apporter en direct une réponse aux besoins assurantiels des pros.

30

S. Courgey - Arcanne Les matériaux biosourcés SYNAMOME, déc. 2022

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

S. Courgey - Arcanne Les matériaux biosourcés SYNAMOME, déc. 2022

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. (IDEM 2018)

Cliquez sur
l'image pour
voir le film



Essai au feu (CSTB 2009)

33



2 exemples parmi tant d'autres :



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



Cliquez sur
l'image pour
voir le film

Essai comparatif (IDEM 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



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/m³, les isolants biosourcés doivent avoir un avis technique (ou DTA) visant favorablement ces mises en œuvre.

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 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](#))



38

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 minutes. (Plaques de plâtres, lambris, ou panneaux de bois ou de particules liés 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 construit et de l'isolant. (voir diapos dédiées)
- 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 15mm pour les parois verticales et les sols, et 30mm pour les autres parois.

36

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



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	
A1	Incombustible	-	-	-	-
A2	Pratiquement incombustible	S1	Faible production de fumée	d0	pas de gouttelettes/particules enflammées
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
C	Résiste à une attaque brève des flammes et d'un objet isolé ardent tout en limitant la propagation de la flamme				
D	Résiste à une attaque brève de petites flammes tout en limitant la propagation de la flamme et d'un objet isolé ardent	S3	production importante de fumée	d2	gouttelettes/particules enflammées persistant plus de 10 s
E	Résiste à une attaque brève de petites flammes en limitant la propagation de la flamme	Pas testé		Sans indication ou d2	
F	Aucune performance déterminée				



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	M1
A2	s2	d0	
	s3	d1	
B	s1	d0	M2
	s2	d1	
	s3	d1	
C	s1	d0	M3
	s2	d1	
	s3	d1	
D	s1	d0	M4 (non gouttant)
	s2	d1	M4
	s3	d1	
E	Non applicable	d1	M4
E	Non applicable	d2	Pas de classement
F	Non applicable	Non applicable	Pas de classement



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 définies 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 (craque de charbon et certains isolants), les isolants biosourcés sont classés (très inflammable). De fait, bien qu'ils soient moins inflammables que les polystyrènes et les 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 (CEN 2010)



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 pourrait ?

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^{er} document très accessible.



47

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



48

**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.

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



39

49

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

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...)

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



COMMISSION CHARGÉE
DE FORMULER
LES AVIS TECHNIQUES



afnor
NORMALISATION

L'assurabilité professionnelle

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

...reposable pour :
...tes de pailles et
...ectant 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



afnor
NORMALISATION

52

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

- 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



afnor
NORMALISATION

53

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

*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** » !*

- 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.

cen **afnor** NORMALISATION

54

S. Courgey - Arcanne Les matériaux biosourcés

professionnelle

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).

à jour de validité

- l'ensemble des solutions sous "avis techniques" (ATec, DTA ou ETN)
- 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.

CC FAT COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

cen **afnor** NORMALISATION

55

S. Courgey - Arcanne Les matériaux biosourcés

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 ?**

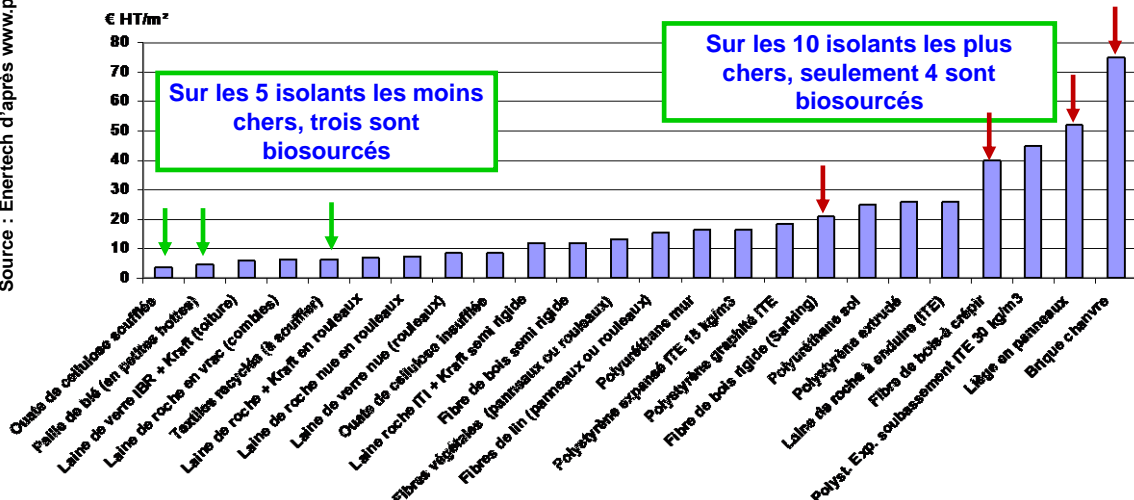
58

Coût des isolants biosourcés



Coût des produits isolants pour $R=5 \text{ m}^2\text{K/W}$
en € HT/m² (valeur août 2014)

Source : Enertech d'après www.prix-de-gros.com



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.



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.



Voir annexe
"Base de données
matériaux"

Coût des isolants biosourcés

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

- le prix d'un même produit peut aisément varier de 1 à 2 selon le négociant 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 balle de céréale représente une opportunité de 1^{er} ordre pour l'avenir de l'isolation thermique.**

1^{ère} piste de recherche avec le travail mené par [Bâtir en bales](#) sur les bales de riz et d'épeautre

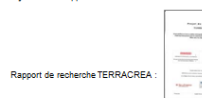
Concurrence avec les filières agricoles ?

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

Et cette complémentarité va se concrétiser 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

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 négoce spécialisé 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 ?

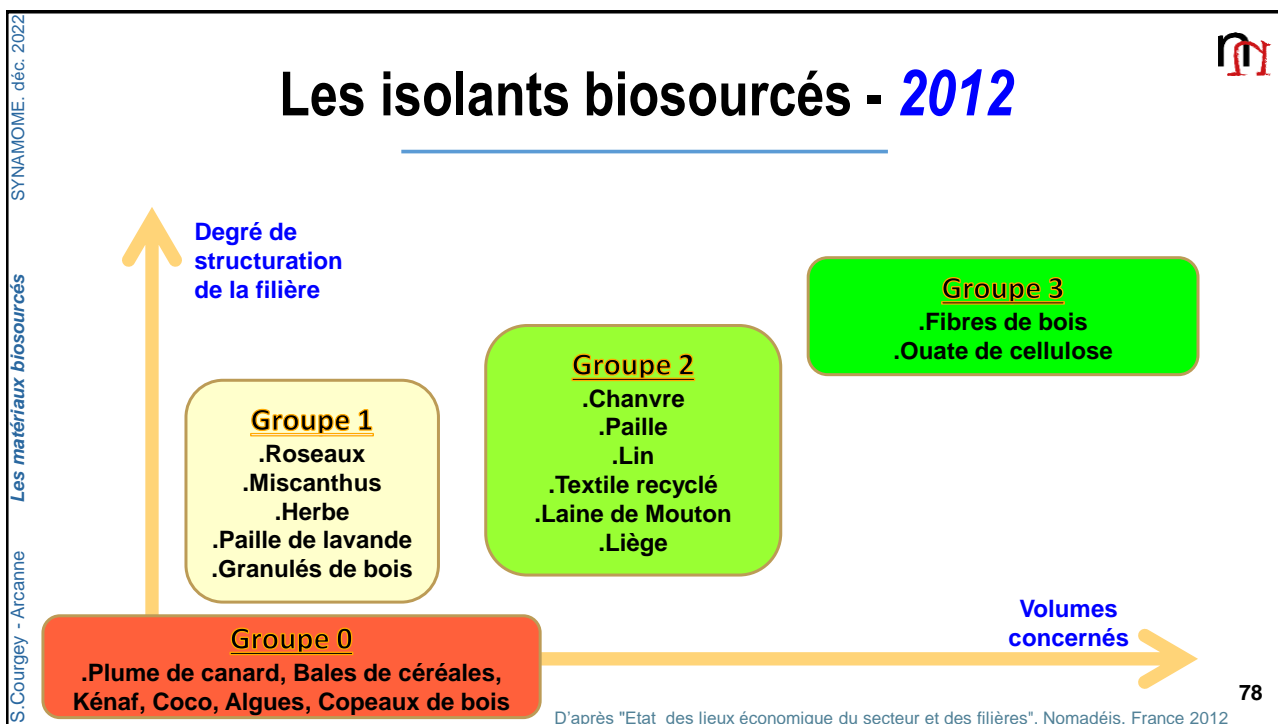
- **Fibres de bois et ouate de cellulose** : désormais dans de nombreux points de vente "classiques"... mais seulement pour leurs produits "phare"
- **Chènevotte, laines de chanvre, de lin, de mouton, de tissu recyclé...** : de plus en plus chez des négoces "classiques", sinon en négoce spécialisé ou 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

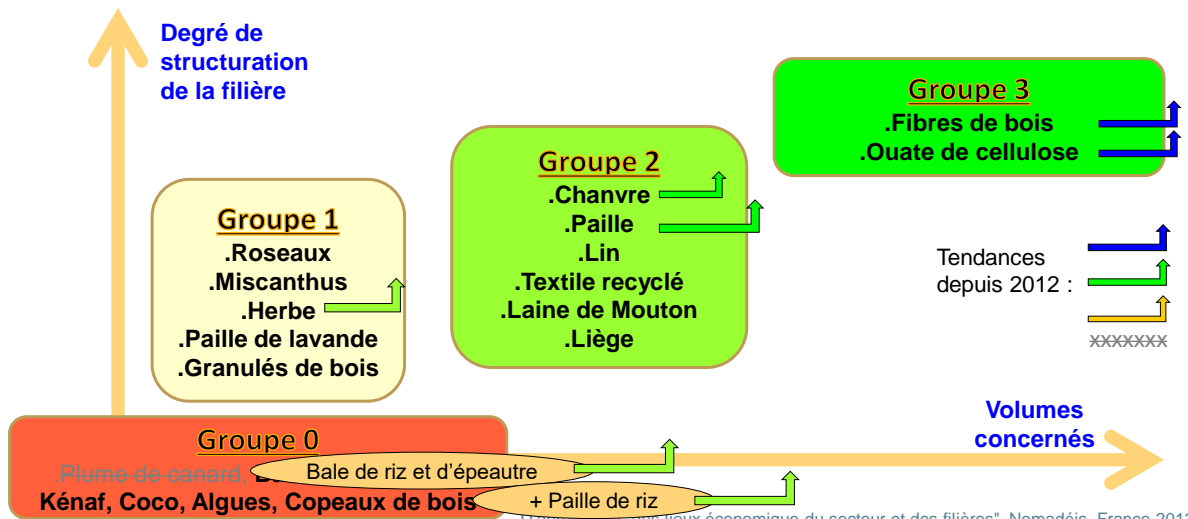
SYNAMOME, déc. 2022
S. Courgey - Arcanne Les matériaux biosourcés

Isolants biosourcés : où en sont les filières ?

77



Les isolants biosourcés - 2022



79

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

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** :

<https://franceboisforet.fr/>



80



En Bourgogne Franche-Comté :

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

Frédéric MOUBE

frederic.moube@pole-energie-bfc.fr

- 1 groupement d'entreprises travaillant au développem.^t des matériaux biosourcés :

Le cluster Robin's

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

Principales contacts filières

- CF2B. Collectif des Filières du Bâtiment Biosourcé : <https://cf2b.org/>
- AICB. Association des Industriels de la construction biosourcée (ancien ASIV) : <https://www.aicb.org/union/asiv-isolants-vegetaux/>
- ECIMA. European Cellulose Manufacturers Association : <https://www.ecima.net/>
- RFCE. Filière paille : <http://rfce.fr/>
- Filière chanvre : <http://construire-en-chanvre.fr/> et <http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>
- Et bien entendu : France Bois Forêt : <https://franceboisforet.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

84



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

85



Isolants BS, pistes particulièrem.^t 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 **certaines** bétons de chanvre
- . **Isolation capillaire** : **certaines** bétons de chanvre et ouates de cellulose (projetées humides)

86



Isolants BS, pistes particulièrem.^t 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-Pertica)



Balles de riz
(photos Bâtir en balles)

87

Isolants BS, pistes particulièrem.^t séduisantes



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



Bottes de paille
(photos S. Vouillot)

* Pour les sols ne pouvant supporter une véritable surcharge (ici de 35 à 50kg/m²), on préférera une solution légère, telle la ouate de cellulose, 3 à 4 fois moins lourdes

88

Isolants BS, pistes particulièrem.^t 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.^t 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.^t 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.^t 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.

starking : panneaux de fibres de bois denses

Panneaux de fibres de bois denses en ITE



... et en isolation starking

92



Isolants BS, pistes particulièrem.^t séduisantes

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



Bottes de paille



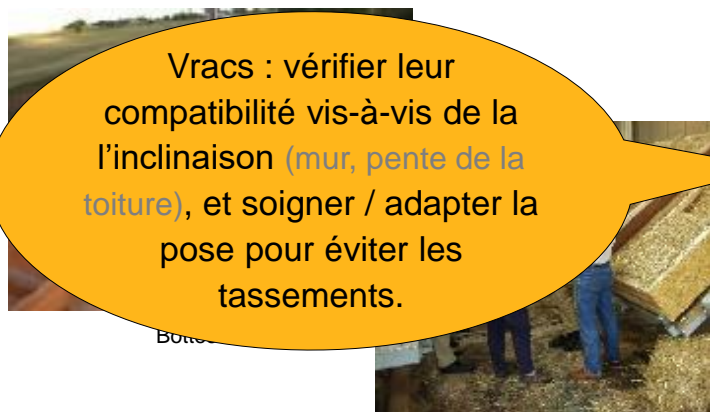
Balles de riz, de sarrasin, d'épeautre... (Bâtir en balles)

93



Isolants BS, pistes particulièrem.^t séduisantes

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



Vracs : vérifier leur compatibilité vis-à-vis de la l'inclinaison (mur, pente de la toiture), et soigner / adapter la pose pour éviter les tassements.



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

94



Isolants BS, pistes particulièrem.^t séduisantes

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



Immeuble Paris, 2021



Logement social à St Dié (88), 2014

95



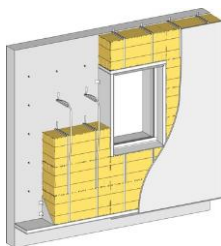
Grâce à ce projet de
Paris-Habitat, la botte de paille
en isolation extérieure enduite sort
du milieu restreint de l'auto-construction

Isolants BS, pistes partici

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



Immeuble Paris, 2021



Logement social à St-Dié (88), 2014

82

96

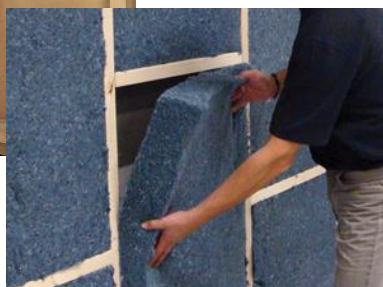
Isolants BS, pistes particulièrem.^t séduisantes



. **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)



Cloison de doublage
(photo ISOHEMP)

Briques de chanvre



Cloison séparative

97

Isolants BS, pistes particulièrem.^t séduisantes

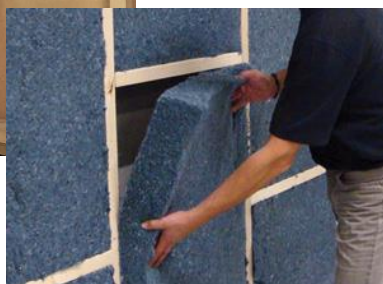


. Cloisons isolantes (séparative ou cloison de doublage)
chanvre, lin, mouton, coton recyclé, paille

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



Laine de chanvre



Laine de coton recyclé (photo Métisse)



Cloison de doublage (photo ISOHEMP)



Cloison séparative

98

Isolants BS, pistes particulièrem.^t 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.^t séduisantes



. Isolation en sol / isolation enterrée
humides : panneaux de liège expansé



Panneaux de liège expansé en sol

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



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)



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

100

Isolants BS, pistes particulièrem.^t séduisantes



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



Isolation intérieure (photo Biofib)



Isolation intérieure (photo Métisse)

101



Isolants BS, pistes particulièrement 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

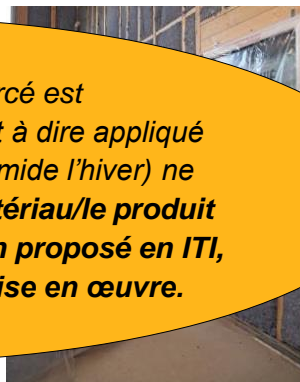
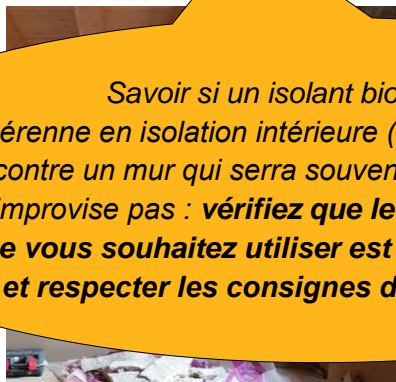


Isolants BS, pistes particulièrement séduisantes

. 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 respecter les consignes de mise en œuvre.

Isolation intérieure
(photo Biofib)



Isolation intérieure
(photo Métisse)

103



"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)

Isolants BS, pistes particulièrem.^t séd

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

Savoir si un isolant biosourcé est pérenne en isolation intérieure (= 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 respecter les consignes de mise en œuvre.**

Isolation intérieure
(photo Biofib)

560

105

Isolants BS, pistes particulièrem.^t 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 tassement !

→ 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)

106



Isolants BS, pistes particulièrem.^t 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.^t 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.^t séduisantes

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



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 détails de mise en œuvre.*

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

109



Isolants BS en Réhab : 1^{ères} 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

Attention, les murs à la plus non totalement imperméables, les murs enterrés et les parties de mur sujettes à remontées capillaires ne peuvent recevoir des BS ! (à l'exception de l'ITI)



Isolation intérieure (photo Arcanne)

37

Isolants BS en Réhab : 1^{ères} 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 appliqué contre un mur qui sera souvent humide l'hiver, ne s'improvise pas : vérifiez que le matériau produit que vous souhaitez utiliser est bien proposé en ITI, et respectez les consignes de mise en œuvre



Isolation intérieure (photo Arcanne)

39

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^{ères} pistes

. 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 parois très fermes alors qu'en ITI la pose d'une membrane hygrovariable de de l'ordre de Sd=0,20/25m génère une solution plus robuste, car elle permet un séchage côté intérieur en cas de besoin, (mais préalablement, vérifiez auprès de votre assureur et la filière effluu les industriels concernés que la solution que vous souhaitez mettre en œuvre sera bien assurée)

Idem : la ouate et les bétons de chanvre, comme tout biosourcé, ne peuvent être appliqués contre un bas de mur sujet à remontées capillaires, un mur à la plus non totalement imperméable, ou un mur enterré !

Isolants BS en Réhab : 1^{ères} 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, ne peuvent être appliqués contre un bas de mur sujet à remontées capillaires, un mur à la plus non totalement imperméable, ou un mur enterré !

Isolants BS en Réhab : 1^{ères} 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 conglomerats 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 structuraux.



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 »



115

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



BS en Réhab : le bois en structure

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



Etat initial



- Rénovation BBC par caissons de mur et de toiture préfabriqués, dont surélévation (récupération de 85 m² 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

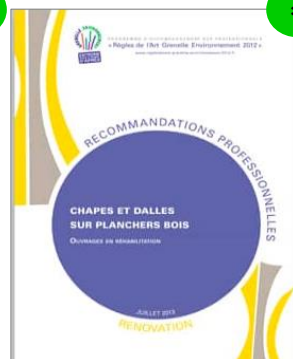
BS en Réhab : le bois en structure



. 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 expansée...).

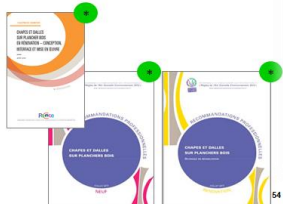
119

BS en Réhab : le bois en structure

. Solution « bois béton »



Plancher collaborant bois/béton



Plancher collaborant bois béton

(appelé également Plancher mixte bois béton)

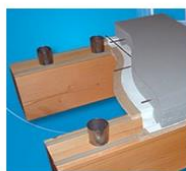
- Recommandations Professionnelles RAGE neuf et rénovation

- Calepin de chantier PACTE

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

BS en Ré

. Solution « bois béton »



Plancher collaborant bois/béton



* Liens actifs

120



BS en Réhab : le bois en menuiserie extérieure



. En plus de leur pertinence environnementale...



, 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.

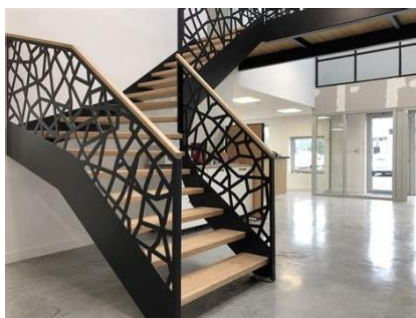
Ici présentation de la fenêtre caméléwood, fenêtre passive entièrement démontable

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

122

BS en Réhab : le bois en parement intérieur



Lambris intérieur



Plancher bois



Intérieur « tout bois »

123

, d'autres BS en parements intérieurs



Linoléum



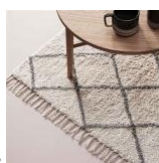
Jonc de mer



Bambou



Tapisserie



Tapis



Alcove



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



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'Agrestith®)



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

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

61

126

BS en Réhab : le bois en extérieur



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

Terrasse
bois



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

127

BS en Réhab : le bois en extérieur



Terrasse
bois



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

128

*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 !*



BS en Réhab : en protections solaires



129



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



BS en Réhab : en protections solaires



63

130

Des enduits isolants utilisant des BS

**Diathonite
Evolution®
(Diasen®)**

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



Haga biotherm®

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



**+ Parnatur®
(ParexLanco®)**

Enduit chaux
+ chènevotte

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



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

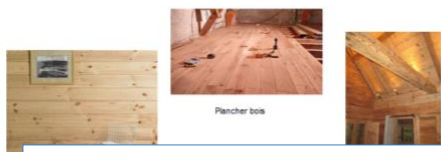
Avec un pouvoir isolant 3 à 10 fois moindre que les enduits isolants, on ne parle pas ici d'isolation mais de "correction thermique". (Ils n'isolent pas vraiment, mais permettent un parement à plus faible effusivité, plus "chaud")



Intégration de végétaux dans des enduits terre, chaux

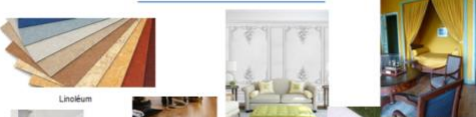
133

BS en Réhab : le bois en parement intérieur



Plancher bois

, d'autres BS en parements intérieurs



Linoléum

L'intégration de végétaux dans des enduits



Enduits chanvre chaux

Intégration de végétaux dans des enduits terre, chaux

63



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

SYNAMOME. déc. 2022
S.Courgey - Arcanne
Les matériaux biosourcés

Rappel

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

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](#))

6

135

SYNAMOME. déc. 2022
S.Courgey - Arcanne
Les matériaux biosourcés

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)

Chèvenotte (vrac)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.050 à 0.060	W/m.K
ρ	90 à 115	Kg/m ³
c	≈ 1900	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

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

Coût Matériau	€ à €€
Type de pose	€ à €€€

Bilan CO₂ : -1,25 kg CO₂ eq/kg (*)
Énergie grise : 0,22 kWh/kg (*)



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



137

Désormais également le petit épeautre et le sarrasin !

Feu : E (très inflammable)

Balles de riz (vrac)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.049 à 0.053	W/m.K
ρ	100 à 150	Kg/m ³
c	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

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

Coût Matériau	€
Type de pose	€ à €€€

Bilan CO₂ : -1,25 kg CO₂ eq/kg (*)
Énergie grise : 0,22 kWh/kg (*)



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



138

* D'après BdD Baubook (Vorarlberg/IBO – Autriche, 2017). Renseigné par analogie à la paille de céréale et au ciment. Calcul réalisé pour des briques de 300 kg/m3

Isolants à base de végétaux



Feu : E (très inflammable)

Brique de chanvre

Caractéristiques thermiques		
λ	0.065 à 0.075	W/m.K
ρ	260 à 300	Kg/m³
c	≈ 1700	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :	
. Hygroscopique 😊	
. +/- capillaire (à vérifier selon briques)	
. Difficilement putrescible, +/- sensible aux dégâts des eaux si séchage aisé 😊 / 😞	

Coût Matériau	€€€
Type de pose	€€

Bilan CO₂ : 0,03 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 0,88 kWh/kg (*)

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

"Reconnaisances" techniques en France : ATEx (CHANVRIBLOC® et BIOSYS®), projet d'ATec (BIOSYS®),



© ISOHEMP



© BIOSYS



© CHANVRIBLOC

* D'après BdD Baubook (Vorarlberg/IBO – Autriche, 2017).

Isolants à base de végétaux



Feu : E (très inflammable)

Liège expansé (vrac ou panneaux)

Caractéristiques thermiques		
λ	0,040 à 0,048	W/m.K
ρ	60 à 150	Kg/m³
c	≈ 1800	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	1 (vrac) à 15	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :	
. Non hygroscopique 😞	
. Non capillaire	
. Quasi non putrescible et non altérable 😊 😊	

Coût Matériau	€€ à €€€
Type de pose	€ à €€€

Vrac
Bilan CO₂ : -0,80 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 4,00 kWh/kg (*)
Panneaux
Bilan CO₂ : -0,15 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 3,53 kWh/kg (*)



"Reconnaisances" techniques en France : norme produit harmonisée (ICB) ; quelques produits certifiés ACERMI.



* D'après BdD Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche, 2017). Laine de coton recyclé renseignée par analogie à la laine de lin

Isolants à base de végétaux



Feu : E (très inflammable)

Laine de lin ou de coton recyclé

Caractéristiques thermiques		
λ	0,036 à 0,040	W/m.K
ρ	20 à 40	Kg/m ³
c	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

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

Coût Matériau	€€
Type de pose	€ à €€€

Rouleau ou panneau :

Bilan CO₂ : 0,22 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 8,76 kWh/kg (*)



"Reconnaisances" techniques en France : plusieurs produits sous ATec et/ou certifiés ACERMI



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



141

* D'après BdD Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche, 2017). Vrac circuits courts renseigné par analogie à la paille de céréales

Isolants à base de végétaux



Feu : E (très inflammable)

Laine de chanvre

Caractéristiques thermiques		
λ	0,038 à 0,050	W/m.K
ρ	25 à 50	Kg/m ³
c	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

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

Coût Matériau	€ à €€
Type de pose	€ à €€€

Vrac circuit court :

Bilan CO₂ : -1,25 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 0,22 kWh/kg (*)

Panneaux :

Bilan CO₂ : 0,08 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 7,97 kWh/kg (*)



"Reconnaisances" techniques en France : plusieurs produits sous ATec et/ou certifiés ACERMI.
Vrac en circuits courts : voir « chanvriers en circuits courts »



Vrac : « chanvriers en circuits courts »



142

Isolants à base de végétaux



Feu : E (très inflammable)

Fibres de bois (WF)

Caractéristiques thermiques		
λ	0,036 à 0,050	W/m.K
ρ	30 à 200	Kg/m ³
c	1800 à 2100	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1 à 5	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

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

Coût Matériau	€ à €€€
Type de pose	€€ à €€€

Bilan CO₂ : -0,80 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 4,00 kWh/kg (*)

Panneaux forte densité :
Bilan CO₂ : -0,15 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 3,53 kWh/kg (*)



"Reconnaitssances" 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)

Botte de paille

Caractéristiques thermiques		
λ	0,045 à 0,085	W/m.K
ρ	80 à 120, voire 250	Kg/m ³
c	≈ 1600	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

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

Coût Matériau	€
Type de pose	€€ à €€€

Bilan CO₂ : -1,25 kg CO₂ eq./kg (*)
Énergie grise : 0,22 kWh/kg (*)



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



144

Isolants à base de végétaux



Feu : B-s2-d0
(combustible inin-
flammable) à E
(très inflammable)

Caractéristiques thermiques		
λ	0,036 à 0,045	W/m.K
ρ	25 à 70	Kg/m ³
c	≈ 2000	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 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 Matériau € à €€

Type de pose € à €€€

Ouate de cellulose

Vrac :

Bilan CO₂ : -0,88 kg CO₂ eq./kg (*)

Énergie grise : 1,99 kWh/kg (*)

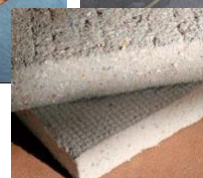
Panneaux :

Bilan CO₂ : -0,24 kg CO₂ eq./kg (*)

Énergie grise : 4,87 kWh/kg (*)



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

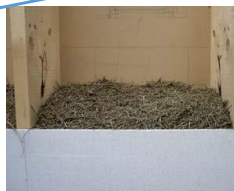


"Reconnaitances" techniques en France : norme produit harmonisée (LFCI) ; plusieurs produits sous ATec et/ou certifiés ACERMI.

145

Reconnaitances
techniques : RAS en
France, malgré plusieurs
produits avec ATE 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 ATec



Panneaux de
carton (IPAC®)



Les copeaux, le bois
minéralisé ou réifié



Les panneaux
d'algues



Les panneaux d'herbe
(Gramitherm®)



Le roseau, en bottes
ou panneaux

147



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

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

Reconnaitre les
techniques
100% en
France, nées plusieurs
produits avec ADE et
marquage CE

D'autres isolants à base de végétaux



148



Isolant d'origine animale

La laine de mouton

Feu : E (très inflammable)

Caractéristiques thermiques		
λ	0,038 à 0,045	W/m.K
ρ	15 à 70	Kg/m ³
c	≈ 2000	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	≈ 1	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

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

Coût Matériau	€ à €€
Type de pose	€ à €€€

Bilan CO₂ : 0,54 kg CO₂ eq/kg (*)
Énergie grise : 5,48 kWh/kg (*)



"Reconnaitre les techniques" techniques en France : en cours

149

* D'après Bâtiment Baubook (Vorarlberg/BO - Autriche, 2017).



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

	Bilan CO2 kgCO2eq/kg	Energie grise kWh/kg	Densité kg/m3	Lambda W/mK
Chênevotte brute (vrac)	-1,25	0,20	110	0,055
Bottes de paille. Flux th° perpendiculaire aux fibres	-1,25	0,22	90	0,052
Panneau de liège expansé	-1,22	1,79	110	0,040
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 verre 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. « Chênevotte » renseignée par analogie avec « Botte de paille » ; Briques de chanvre d'après « Chênevotte » et « Ciment ». Définition retenue pour énergie grise : énergie non renouvelable pour phase « fabrication »