

Matériaux biosourcés en 2024



Atelier **21 mars**

Samuel COURGEY

Référent technique
Auteur – Formateur
Association Arcanne

1



SOMMAIRE

1. Un lame de fond
2. Matériaux BS. Trois 1^{ers} avantages
3. Matériaux BS dans le bâtiment
4. Les isolants biosourcés
5. En guise de conclusion
6. Ressources

+ Annexes

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

6



SOMMAIRE

1. **Une lame de fond**

2. Matériaux BS. Trois 1^{ers} avantages
3. Matériaux BS dans le bâtiment
4. Les isolants biosourcés
5. En guise de conclusion
6. Ressources

+ Annexes

7



*Matériaux biosourcés :
effet de mode ?
Non, une véritable lame
de fond*



8



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...

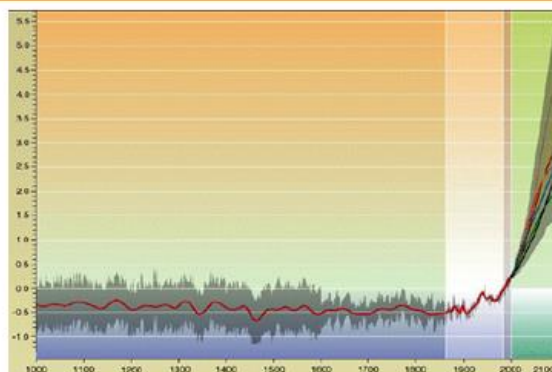
Plus d'acides, couche d'ozone...

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

48



avec une première priorité : lutter contre le dérèglement climatique



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

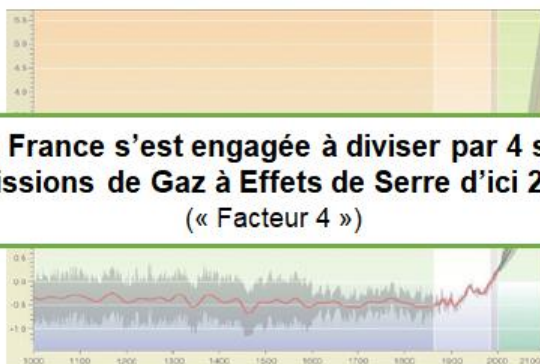
52



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

11



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 »)



C'est cet engagement pris en 1997 lors des accords de Kyoto qui pousse notre législation à intégrer des indicateurs et exigences sur le sujet "carbone" : lois Grenelle I (2009) et II (2010), loi de transition énergétique pour la croissance verte (TECV, 2015) loi ELAN (2018), stratégie nationale bas carbone (SNBC)...

54

12

Lutter contre le dérèglement climatique



Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnel.le.s du bâtiment :

Les 2 premières : améliorer fortement 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"

13

Lutter contre le dérèglement climatique

Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnel.le.s du bâtiment :

Les 2 premières : améliorer l'efficacité énergétique, 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"

21

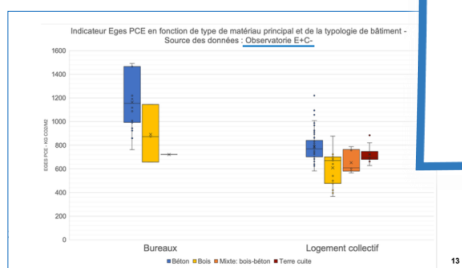
L'indicateur
"carbone" ou "CO₂"
des matériaux
renseigne ces 2
points.



16



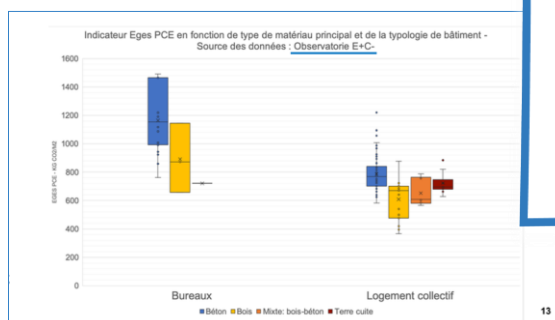
On réalise que les bâtiments les mieux placés sont des bâtiments bois... mais qu'être un bâtiment bois ne donne pas forcément une bonne note carbone. (Côté d'adaptation au terrain, complexité du bâtiment, choix de matériaux très impactants, isolants non biosourcés...)



19



C'est pour connaître l'impact carbone des projets que la RE2020 (réglementation pour le neuf) demande un calcul renseignant le "IC bâtiment", ("indice carbone" de la construction)

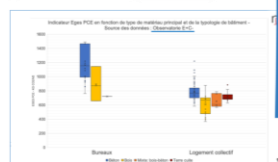


20



... Où nous entendons
parler d'**ACV** (Analyse du cycle
de vie), **voire d'Acéviste**, et de **FDES**
(Fiches de Données Environnementales
et Sanitaires) **et de PEP** (Profils
Environnementaux produits).

[Lien base INIES](#)



C'est pour connaître
l'impact carbone des projets
que la **RE2020** (réglementation
pour le neuf) **demande un calcul**
renseignant le "IC bâtiment",
("indice carbone" de
la construction)

16

22

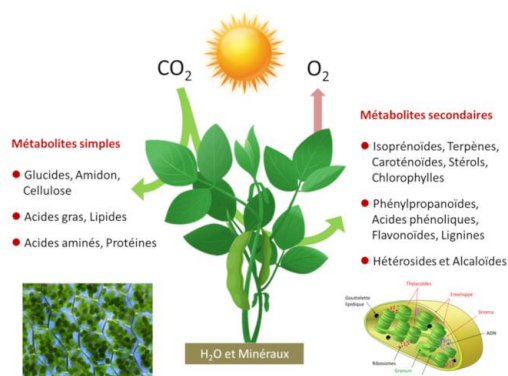


Le cycle du carbone ?



23

Le cycle du carbone (CO_2)



Ce phénomène de stockage de carbone est de même type pour les fibres animales (laine de mouton...)

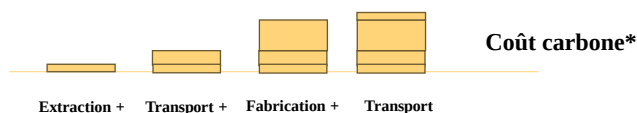
- Pour vivre et grandir, du fait de la photosynthèse, la plante absorbe du gaz carbonique et relargue de l'oxygène.
- Ce bilan pertinent dure jusqu'à ce que la plante pourrisse ou soit brûlée. Le phénomène CO_2/O_2 s'inverse alors pour un bilan final qui s'annule.
- De fait, lorsque l'on prolonge le temps entre la croissance et la fin de vie, en utilisant du bois d'œuvre par exemple, on crée une période durant laquelle le bilan reste pertinent. On parle de stockage ou de **puits de carbone**.

24

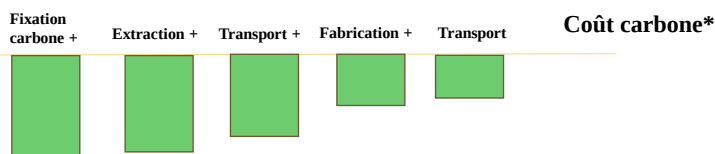
ACV - Comptabilité « carbone »



Matériau non biosourcé (exemple type)



Matériau biosourcé (exemple type)



*Généralement en kg CO_2 éq./UF (unité fonctionnelle)

25



SOMMAIRE

1. Une lame de fond
2. **MBS : trois 1^{ers} avantages**
3. Matériaux BS dans le bâtiment
4. Les isolants biosourcés
5. En guise de conclusion
6. Ressources

+ Annexes

26



Matériaux biosourcés, 3 premiers avantages indéniables :

- Un bilan carbone de bon à très bon
- Matériau renouvelable
- Technique sèche et légère → Possibilité d'une importante préparation hors site

27



Matériaux biosourcés, 3 premiers avantages indéniables :

- **Un bilan carbone de bon à très bon**
- Matériau renouvelable
- Technique sèche et légère → Possibilité d'une importante préparation hors site

28



L'indicateur
"carbone" ou "CO₂"
des matériaux /
bâtiments renseigne
ces 2 points.

Lutter contre le dérèglement climatique

Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnel.le.s du bâtiment :

Les 2 premières : améliorer l'efficacité énergétique, préférer la réhabilitation à la déconstruction/reconstruction

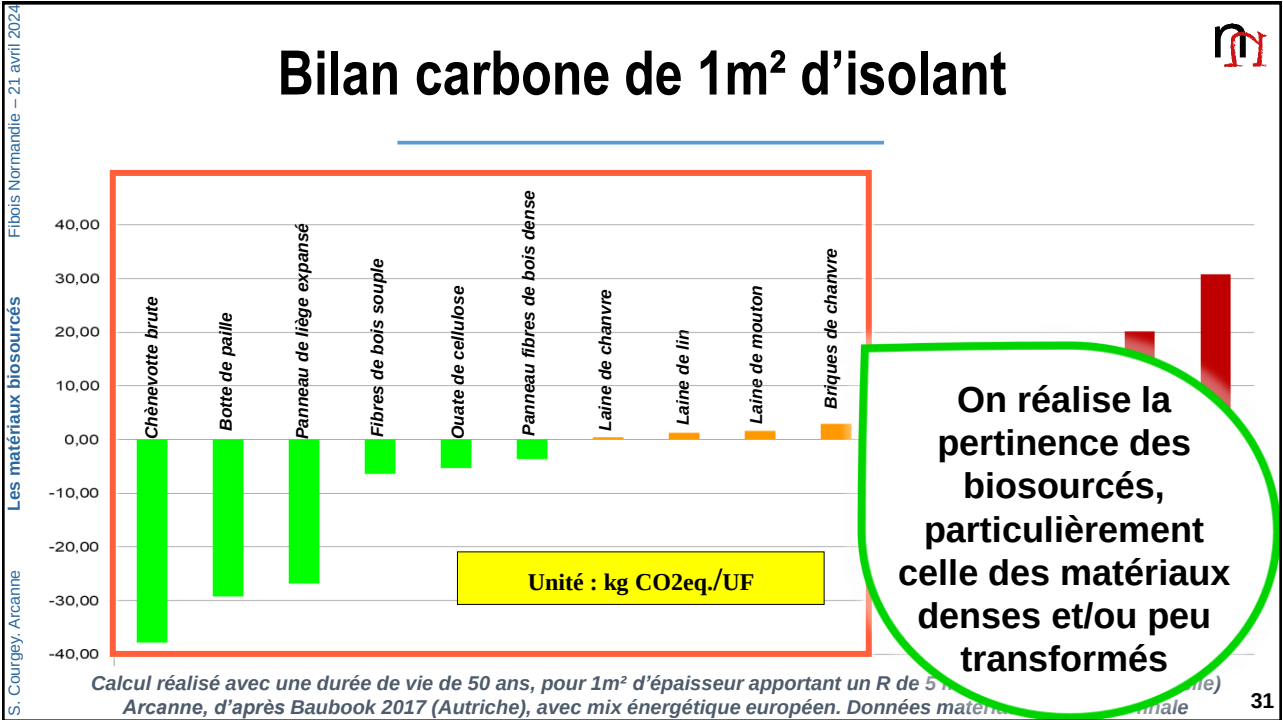
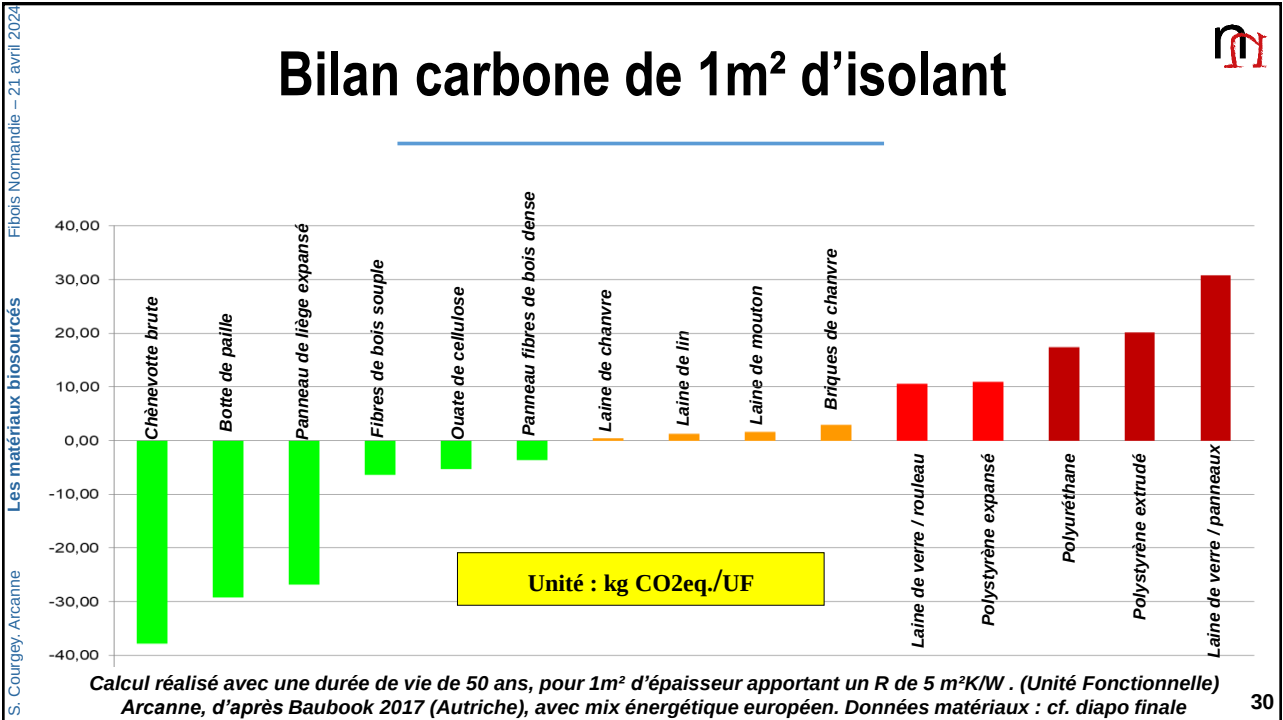
Les 3 suivantes, dont l'ordre dépendra du bâtiment :

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

21

12

29



Matériaux biosourcés, 3 premiers avantages indéniables :

- Bon bilan carbone
- **Matériau renouvelable**
- Technique sèche et légère → Possibilité d'une importante préparation hors site

32

- L'aspect **renouvelable** est un fait pour la partie végétale ou animale, réalité très positive dans un monde qui puise trop sur la nature. Mais parallèlement il est nécessaire de vérifier que la ressource est issue d'une approche « durable »
→ **Eviter les cultures intensives, la mono culture, l'élevage industriel...**



La culture du chanvre a en atout de demander très peu d'intrants



De nombreux IBS sont issus de co-produits



Eviter le bois issu de mono-cultures
→ **Exiger le label FCS ou le label PEFC**

33



Matériaux biosourcés, 3 premiers avantages indéniables :

- Bon bilan carbone
- Matériau renouvelable
- **Technique sèche et légère → Possibilité d'une importante préparation hors site**

34

En neuf



Résidentiel Strasbourg, 2018 - 11 étages
ASP Architecture + KOZ Architecte
Ossature CLT, ITE paille



Préfabrication de mur en atelier



Préfabrication de modules tridimensionnels

35



En réhab



, et panneaux structuraux, pour surélévation...



Les structures bois en général, le CTL en particulier, séduisent* pour les surélévations ou l'agrafage en façade d'éléments complémentaires.

** Solution sèche, rapide, légère, réalisable en atelier (volumes 3d)...*



36

En réhab



. 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 et porteur du système constructif

37

S. Courgey, Arcanne
Les matériaux biosourcés
Fibris Normandie – 21 avril 2024



En réhab



EnergieSprong : Déployer à grande échelle des rénovations zéro énergie garantie

La France a des objectifs ambitieux de rénovation énergétique des bâtiments, mais le marché de la rénovation énergétique peine à changer d'échelle. Ayant fait face à la même situation, les Pays-Bas ont mis en oeuvre depuis 2012 une approche globale et innovante appelée EnergieSprong (« saut énergétique » en hollandais), qui a fait ses preuves et a permis de lancer une dynamique nouvelle sur le sujet.

L'ambition d'EnergieSprong est de déployer à grande échelle des rénovations énergétiques zéro énergie en en démocratisant l'accès au plus grand nombre, cela en commençant par le logement social, pour ensuite bénéficier à d'autres marchés : bâtiments éducatifs, logement privé...

Pour ce faire, la démarche EnergieSprong propose de nouveaux standards de rénovation qui alignent les intérêts de l'ensemble des acteurs de l'écosystème (bailleurs, maîtres d'oeuvre et fournisseurs de solutions, occupants, collectivités locales) à travers un cahier des charges orienté sur les résultats plutôt que sur les moyens :



E = 0

Des bâtiments à zéro énergie garantie sur 30 ans : le logement produit autant d'énergie qu'il en consomme grâce à une meilleure efficacité énergétique et à la production locale d'énergie renouvelable



RAPIDITE

Des travaux réalisés en site occupé et en un temps court grâce à l'utilisation d'éléments préfabriqués de haute qualité et d'outils numériques



ACCESSIBILITE

Un surinvestissement financé par les économies d'énergie et de maintenance réalisées sur 30 ans, sans surcoût pour les occupants



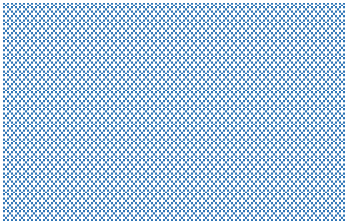
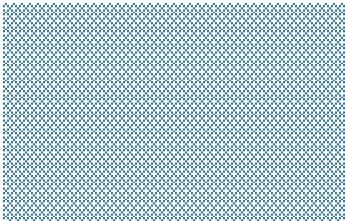
ATTRACTIVITE

Une attention spécifique portée au confort des occupants, à l'esthétique et à la qualité d'usage (avec l'inclusion de travaux d'amélioration non énergétiques)

- Particulièrement adapté aux collectifs du XX^{ème} et aux MI en bande, EnergieSprong se veut facilitateur pour des rénovations "zéro énergie" finançables sur les économies faites sur 30 ans*.
- Pour réduire les coûts, l'objet est d'industrialiser les solutions techniques à partir de 3 modules intégrés : "mur", "toit" et "systèmes".

* Néanmoins cette ambition semble moins pertinente, et ES peine à trouver actuellement son modèle économique en France **38**

SOMMAIRE



1. Une lame de fond
2. Matériaux BS. Trois 1^{ers} avantages
3. **Matériaux BS dans le bâtiment**
4. Les isolants biosourcés
5. En guise de conclusion
6. Ressources

+ Annexes





Si les projets des années 80 pouvaient être de ce type, la réalité des biosourcés est désormais généralement très différente.

40



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 t pour une solution classique béton-polystyrène



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

41



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



En cours de chantier

42

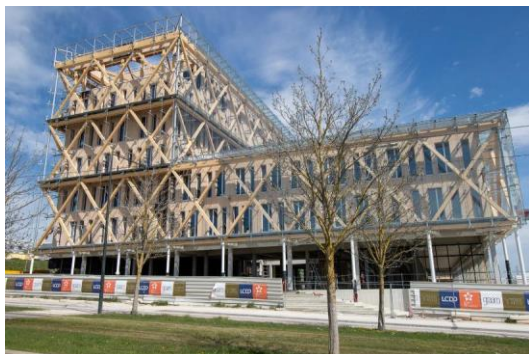


Tour Watt (Paris).
Vincent Lavergne Architecture et A&B PMCR
Extension et surélévation en bois en BS



Village des athlètes Paris 2024.
Divers archis
Plusieurs bâtiments bois : plus de 10.000 m² de façades

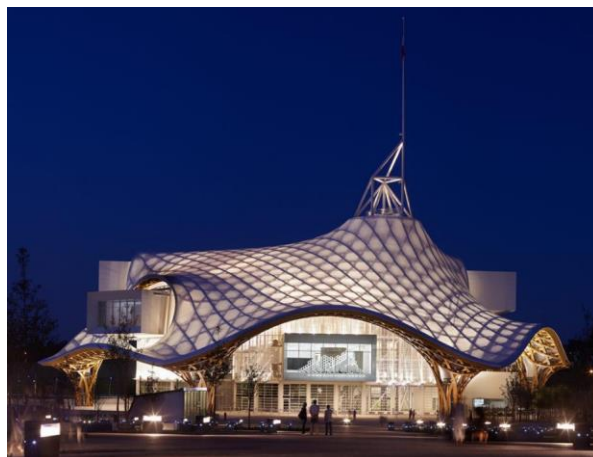
43



Siège caisse d'épargne Bourgogne Franche Comté,
Dijon, 2022 – 27.000m²

Agence d'architecture Graam

Système poteaux-poutres

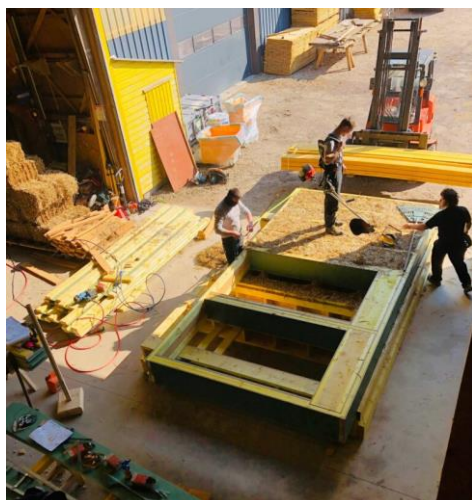


Musée Pompidou, Metz, 2010

Archis : Shigeru Bann, Jean de Gastines, Philip
Gumuchdjian

Structure lamellée-collée

44



Entreprise Duchesne.

Réalisation de coffres bois remplis de paille
hachée (projet européen SCALE-UP)

<https://www.entreprise-duchesne.com/favoriser-lentree-sur-le-marche-de-solutions-biosourcees/>



Entreprise Manubois.

Innovation avec du lamellé-collé à base de hêtre.

https://actu.fr/normandie/rouen_76540/a-rouen-ce-bois-local-va-supporter-un-immeuble-de-beton-une-premiere-en-france_39916155.html

46



Matériau biosourcé ?



47



En France, le sujet "matériaux biosourcés"

- **Un sujet bel et bien présent, particulièrement depuis le Grenelle de l'environnement** (Parallèlement au maintien du bois et de ses dérivés, de nombreuses études, références, colloques... accompagnent le développement de nouvelles filières). **Sujet désormais sanctuarisé avec la RE2020**
- **Une définition officielle depuis 2012** (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) »

48

S. Courgey, Arcanne

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

m

Mais cette définition ne peut suffire, car elle n'exige pas de quantité / proportion minimum de matière biosourcée. (Exemple : un polystyrène teinté avec 0,1% de pigment végétal devient de fait, d'après cette définition, un isolant biosourcé)

En France, le sujet "matériaux biosourcés"

- Un sujet bel et bien présent, particulièrement depuis le Grenelle de l'environnement (Parallèlement au maintien du bois et de ses dérivés, nombreuses études, références, colloques... accompagnent le développement de nouvelles filières)
- Une définition officielle depuis 2012 (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) »

16

51

S. Courgey, Arcanne

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

m

Dans toute commande ou cahier des charges, le terme « biosourcé » ne suffit donc pas à renseigner un matériau à bon bilan carbone. Il faudra être plus précis, par exemple en demandant un % minimum de matière issue de biomasse animale ou végétale, en faisant référence à un label* (voir diapo dédiée)...

Mais cette définition ne peut satisfaire, car elle n'exige pas de quantité / proportion minimum de matière biosourcée. (Exemple : un polystyrène teinté avec 0,1% de pigment végétal devient de fait, d'après cette définition, un isolant biosourcé)

En France, le sujet "matériaux biosourcés"

- Un sujet bel et bien présent, particulièrement depuis le Grenelle de l'environnement (Parallèlement au maintien du bois et de ses dérivés, nombreuses études, références, colloques... accompagnent le développement de nouvelles filières)
- Une définition officielle depuis 2012 (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) »

19

* Il y a nécessité de réaliser que l'approche « label » ou certification est plus adaptée aux productions industrielles qu'aux productions plus modestes. De fait ce type d'exigences peut faire passer à côté d'initiatives / d'opportunités locales.

52



Dans ce
diaporama, nous ne
nous intéressons qu'aux
matériaux dont la grande
majorité des composants
(>80%) est d'origine végétale
ou animale.

En France, le sujet "matériaux biosourcés"

- Un sujet bel et bien présent, particulièrement depuis le Grenelle de l'environnement (Parallèlement au maintien du bois et de ses dérivés, de nombreuses études, références, colloques... accompagnent le développement de nouvelles filières)
- Une définition officielle depuis 2012 (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) »

16

53

Matériaux biosourcés



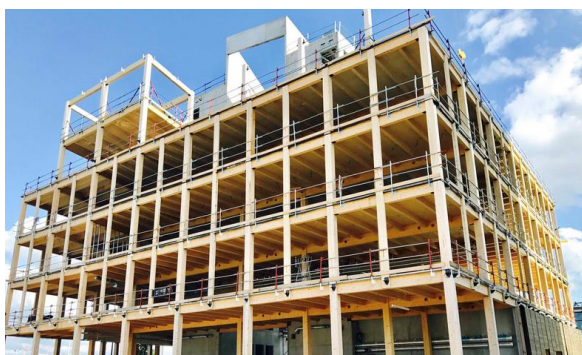
- **Le bois en structure** : charpente, ossature, panneaux
- **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (liège, fibres de bois, chanvre, lin, algue, paille de riz, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre, balles de riz...), bottes de pailles...
- **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers, protections solaires...
- **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
- **Des sous-couches techniques** : rupteurs acoustiques, ragréage...
- **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
- **Composites plastiques** (matrice, charges...) et **composants de la chimie** (pour colles, peintures...)

54

Le bois en structure



. Technique poteaux-poutre



Son ancêtre la construction en pans de bois, ou colombage



Version contemporaine du pans de bois avec cette maison bois-chanvre (souvent l'ossature est noyée au centre du mur)

57

Le bois en structure



. Les structures « ossature bois » (MOB)



← Montage complet sur site



←Préfabrication en atelier (mur plein). Ici, de botes de paille/enduit terre EKOBLOCKS®

Préfabrication en atelier → (mur ouvert)

Préfabrication 3D →



58

Le bois en structure



. Structure en panneaux massifs (CLT*)



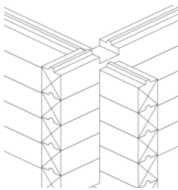
*Plus précisément : Cross Laminated Timber ou Panneau massif lamellé croisé. Anciennement nommé KLH®, marque du premier CLT

Le bois en structure

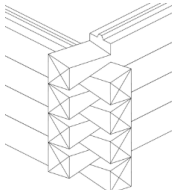


. Techniques du bois massif empilé (techniques confidentielles)

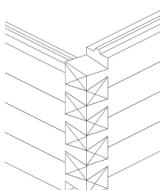
Technique de la « fuste »



Madriers à mi-bois



Queues d'aronde



Queues d'aronde arasées



Le bois en structure



. Différentes techniques de charpente



Charpente traditionnelle



Charpente par fermettes



Par panneaux



SAPLILIEGE®
de Simonin®



*... et de nombreuses autres options
pour qui connaît bien le bois*

61

Le bois en structure



... et de nombreuses autres options pour qui connaît bien le bois



Charpente en bois ronds



Charpente à la Philibert Delorme
(petites pièces de bois clouées)



... voire en bambous ?

<https://linktr.ee/symbi.ose>

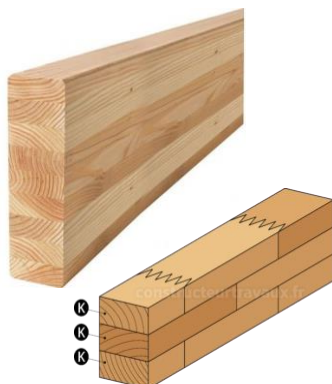
Bois ronds, bois tordus, petites sections, structures ultralégères (bambous...), essences locales, lamellé-cloué, charpente à la Philibert Delorme... voire en bambous ? Pour qui veut, le potentiel de ces matériaux est énorme, et peut nous permettre de proposer des solutions innovantes/pertinentes.

62

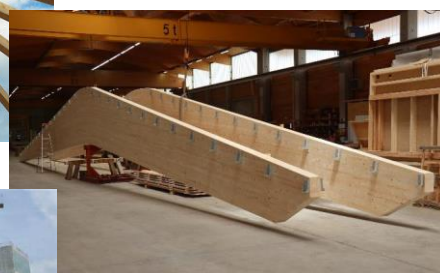
Le bois en structure



. Le lamellé-collé



Pour de longues à très longues portées, pour des formes courbes...



63

Le bois en structure



. Les poutres en « I », les poteaux échelle...



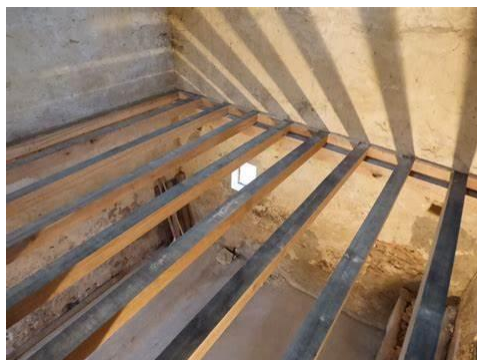
Poutres en « I » avec âmes en bois reconstitué, métal... et poteaux ou poutre échelle, achetés en l'état ou fabriqués en atelier, peuvent faciliter / optimiser certaines mises en œuvres (longues à très longues portées pour un poids/une quantité de matière limitée, réalisation de coffres, ossature traversante pour isolation épaisse...)

64

Le bois en structure



. Solivage



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



Poutres en i avec, si la situation au regard du feu le permet, la possibilité de laisser la membrure basse visible



Le lamellé-collé permet de franchir des longues à très longues portées

65

Le bois en structure



. Panneaux bois : de très nombreuses solutions



Plusieurs types de panneaux (OSB 3 ou 4, Durelis Vapourblock®) posés côté intérieur avec soin (jonctions étanchés à l'air...) peuvent assurer 3 missions : contreventement, étanchéité à l'air et frein vapeur



L'**AGEPAN DWD**® (photo), l'**Unilin RWH**® et le **KRONOTEC**® sont des panneaux contreventants très ouverts à la vapeur (usuellement $S_d < 0,18m$). C'est de fait les panneaux les plus adaptés pour fermer un coffre, entre isolation et espace non chauffé (sol combles, plafond sous-sol... et contreventement extérieur des MOB)



Panneaux contrecollés (3 ou 5 plis)



CTBX, CTBH, médium, contreplaqué...

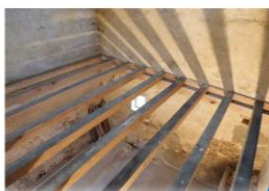
66



La principale inadéquation des dalles béton avec le bâti ancien ne provient pas de la surcharge apportée, mais de la rigidité qu'elles imposent au bâtiment !

Le bois en

. Solivage



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



Le lamellé-collé peut permettre de franchir des longues portées

64

68

Le bois en structure



. Plancher collaborant bois/béton*



Procédé Hybridal®

• 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)

*Également appelé « plancher (mixte) bois-béton »

69

Le bois en structure

. Chapes et dalles sur plancher bois



Dans les situations où le béton n'a pas de rôle autre qu'apporter de la masse et gérer l'interface entre une surface porteuse et le parement de sol, il peut souvent être remplacé par des mélanges à base de terre... Mais vérifier l'assurabilité de ces solutions

70

Le bois en structure

. Plancher collaborant 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 / Incoferfil)

*Egalement appelé « plancher (mixte) bois-béton »

66

Le bois en structure

. Chapes et dalles sur plancher bois

Dans les situations où le béton n'a pas de rôle autre qu'apporter de la masse et gérer l'interface entre une surface porteuse et le parement de sol, il peut souvent être remplacé par des mélanges à base de terre... Mais vérifier l'assurabilité de ces solutions

67

Ces solutions ont le grand avantage de ne pas apporter de rigidité à la structure existante. (Élément de première importance sur le bâti ancien, voire en approche sismique)

71

Attention, solution à ne pas confondre avec d'autres propositions de dalles béton incluant des hourdis bois (système Rectolight®...) ou des isolants à base de fibres de bois (Dalle BB®...)



Solution « bois béton »



Plancher collaborant bois/béton



Ces solutions ont le grand avantage de ne pas apporter de rigidité à la structure existante. (Élément de première importance sur le bâti ancien et/ou vis-à-vis du sismique)

66

* Liens actifs

72

En autre avantage non négligeable du bois en structure, en plus d'apporter moins de rigidité (pertinence pour le bâti ancien, mais également dans une approche sismique), le fait qu'il soit peu conducteur. C'est donc là un gros atouts vis-à-vis du béton et de l'acier (ponts thermiques de limités à très limités)



Matériaux biosourcés

- **Le bois en structure** : charpente, ossature, panneaux
- **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (liège, fibres de bois, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre...)
- **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers
- **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toiles, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
- **Des sous-couches techniques** : rupteurs acoustiques, ragréage...
- **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
- **Composites plastiques** (matrice, charges...) et **composants de la chimie** (pour colles, peintures...)

10

73



Dans une approche
d'adaptation aux dérèglements
climatiques (on parle alors de bâtiments
résilients), il est de première importance
de s'imposer sur l'ensemble du territoire
français les préconisations « anti-termites »



Rappel

Matériaux biosourcés

- **Le bois en structure** : charpente, ossature, panneaux
- **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (liège, fibres de bois, chanvre, lin, algue, paille de riz, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre, balle de riz...), bottes de pailles...
- **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers, protections solaires...
- **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
- **Des sous-couches techniques** : rupteurs acoustiques, ragréage...
- **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
- **Composites plastiques** (matrice, charges...) et **composants de la chimie** (pour colles, peintures...)

10

74



Matériaux biosourcés



- **Le bois en structure** : charpente, ossature, panneaux
- **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (liège, fibres de bois, chanvre, lin, algue, paille de riz, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre, balle de riz...), bottes de pailles...
- **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers, protections solaires...
- **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
- **Des sous-couches techniques** : rupteurs acoustiques, ragréage...
- **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
- **Composites plastiques** (matrice, charges...) et **composants de la chimie** (pour colles, peintures...)

10

75

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

Les isolants thermiques biosourcés



Chênevotte



Paille hachée



Laine de chanvre



Panneau de roseaux



Ouate de cellulose



Panneau de carton



Laine de lin



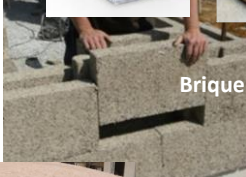
Liège expansé



Botte de paille



Laine de mouton



Brique de chanvre



Paille de riz



Fibres de bois



Panneau d'herbe



Balles de riz



...etc.

76

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

Et les mix :

- Lin/coton/chanvre
- Liège coco
- ...etc.



Biofib®...



Les isolants thermiques biosourcés



Chênevotte



Paille hachée



Laine de chanvre



Panneau de roseaux



Ouate de cellulose



Panneau de carton



Laine de lin



Liège expansé



Botte de paille



Laine de mouton



Brique de chanvre



Paille de riz



Fibres de bois



Panneau d'herbe



Balles de riz



...etc.

63



Matériaux biosourcés



- **Le bois en structure** : charpente, ossature, panneaux
- **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (liège, fibres de bois, chanvre, lin, algue, paille de riz, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre, balles de riz...), **bottes de pailles...**
- **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers, protections solaires...
- **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
- **Des sous-couches techniques** : rupteurs acoustiques, ragréage...
- **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
- **Composites plastiques** (matrice, charges...) et **composants de la chimie** (pour colles, peintures...)

10

78

Le bois en menuiserie extérieure

. En plus de leur pertinence environnementale...



, les menuiseries extérieures bois séduisent souvent pour leur esthétique, particulièrement dans l'ancien



La solution « double fenêtre » peut représenter une alternative permettant de garder les baies originelles, souvent de caractère

[Lien vers guide RAGE](#)



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

Ici, présentation de la fenêtre caméléwood, fenêtre passive démontable (image active)

79

Le bois en menuiserie intérieure



Porte de récupération* ou portes neuves, à look ancien ou moderne... la présence de menuiseries intérieures en bois signe une ambiance particulière.

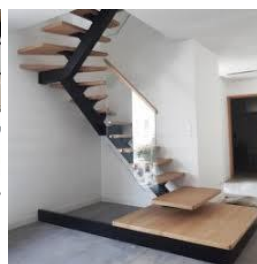
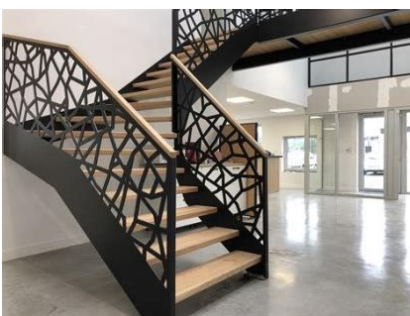


... comme celle d'un escalier, les rampes, les garde corps, où le bois sera là par tradition ou par choix ouvertement contemporain.

**Ici comme ailleurs, pensez au réemploi (économie circulaire) !*

83

Ce n'est pas parce que nous réalisons ici un focus sur les biosourcés qu'il faut en oublier la pertinence à mixer les matériaux !



84

. Biosourcés en protection solaire



85

Les exemples sont 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 du fait du **phénomène d'évapo-transpiration** !



. Biosourcés en protection solaire



86



Nuage de mots sur le thème des matériaux biosourcés. Les termes les plus saillants sont : matériaux, biosourcés, bois, durabilité, chanvre, fibres, pierre, compostes, acoustique, hydrothermique, construction, vieillissement, thermique, performances, énergie, recyclage, déchets, paille, strates.

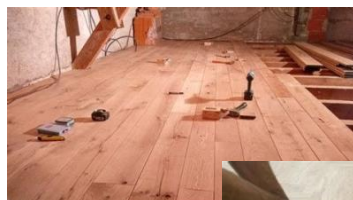
- 10

37

Le bois en parement intérieur



Lambris intérieur



Plancher ou parquet bois, cloué ou collé



Parquet collé, une des rares solutions biosourcées qui ne fait pas trop perdre l'inertie intérieure du support maçonné



Intérieur « tout bois »



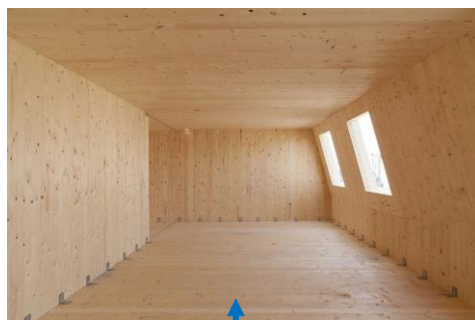
Boiserie, qui pouvait permettre de s'isoler d'un pied de mur froid/humide.

90

Le bois en parement intérieur



Le contreplaqué, en exemple de panneau pouvant rester apparent.



Panneaux contrecollés et CLT (panneau massif lamellé croisé) peuvent selon leur épaisseur et le type de bâtiment représenter le parement intérieur tout en assurant une fonction structurelle.



91

, d'autres BS en parements intérieurs



Linoléum



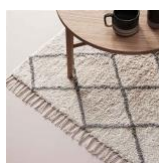
Jonc de mer



Bambou



Tapisserie



Tapis



Alcove



Le bois en parement intérieur



, d'autres BS en parements intérieurs



Parements intérieurs biosourcés (lambris, plancher, moquette, voilages...). Du fait de leur faible effusivité thermique, ils sont très adaptés au confort hivernal, particulièrement sur les parois non fortement isolées et/ou les espaces peu chauffés ou irrégulièrement chauffés (on limite ainsi la sensation de paroi froide)

Suite



... Mais sauf exceptions*
on perd alors quasiment toute
possibilité d'une inertie thermique
intérieure

→ Ce choix doit être estimé pertinent,
car il fait perdre de la capacité à
valoriser le captage solaire en hiver
(pièces vitrées exposées Sud-Est à
Sud-Ouest), et de la robustesse
quant aux risques de
surchauffes.

Suite

* Solutions fines de parements collés en plein sur une masse
inertielle (lino sur chape, parquet collé sur dalle...)

94



Parements intérieurs
biosourcés (lambris, plancher,
moquette, voilages...). Du fait de
leur faible effusivité thermique,
ils sont très adaptés au confort
hivernal, particulièrement sur
les parois non fortement
isolées (on limite ainsi
la sensation de paroi froide)

81



Les **voilages** peuvent
représenter une contribution forte
au confort intérieur ! (Thermique, acoustique,
en matière d'ambiance, de couleur...)



Cantonnière

+

Proximité du sol

→ La baie ancienne, bien
que très déperditrice sur le
papier, n'est ainsi plus une
source d'inconfort th° les
nuits d'hiver.



d'autres BS en parements intérieurs



Désormais la filière propose des solutions avec
une couche réflexive intégrée. On parle
alors de « **rideau thermique** »

95



Dans le bâtiment 22-26,
(tertiaire sans chauffage ni clim - Autriche),
les voilages ont été choisis (économiques,
efficaces...) pour fermer/ouvrir des espaces
n'ayant pas besoin d'isolement acoustique fort.



96



Le bois en parement extérieur



Terrasse
bois



Parement extérieur,
traditionnel, moderne,
plein, ajouré...



Exemple de garde corps
traditionnel

97

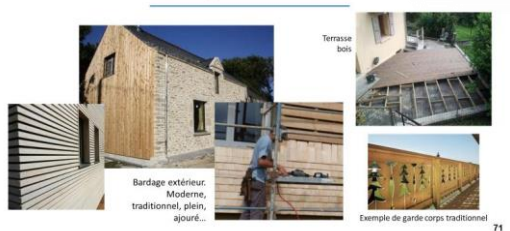


Bois en extérieur.

Pour des solutions pérennes, vérifiez l'adaptation des essences et traitements (bois rétiifiés...), et ajustez le choix des solutions et détails de mise en œuvre.

Terrasses bois : veillez à ce que ça ne devienne pas de véritables patinoires en hiver !

Le bois en parement extérieur



Doc téléchargeable faisant réaliser le potentiel du bois en parement extérieur (cliquez sur l'image)

98



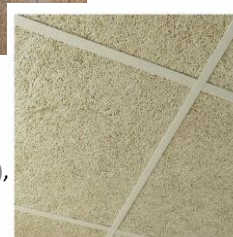
Le fibragglo*, en parement ou support d'enduit



Utilisé seul ou collé à du polystyrène et/ou de la laine minérale



Sa finition sera +/- rustique, voire colorée, selon s'il est utilisé en support d'enduit (gauche), plafond de sous-sol (haut), ou plafond acoustique (droite)



*Souvent appelé Fibralth® ou Héraclith®, symbolisé WW, son appellation officielle est « laine de bois » (EN 13168 et 13171)

100



En plus des solutions en rouleau ou panneau, 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)



Agreslith®



Chènevotte bitumée. Non encore présente sur le marché français. On peut le regretter car nous n'avons pas encore de solution de ragréage biosourcé en technique sèche.

BS en sous-couche/matériau acoustique



De très nombreuses sous-couches acoustiques sont proposées, à base de bois, de liège...



Panneaux acoustiques Panterra®, à base de papier recyclé, utilisés seuls ou collés à un panneau support de finition (OSB, panneaux...)...



Les panneaux « fibrage », (Fibrathin®, Insonor®) simples ou composites, peuvent être utilisés en support d'enduit...

103



SOMMAIRE

1. Une lame de fond
2. Matériaux BS. Trois 1^{ers} avantages
3. Matériaux BS dans le bâtiment
4. **Les isolants biosourcés**
5. En guise de conclusion
6. Ressources

+ Annexes

104

nm

Pourquoi parle-t-on autant des isolants biosourcés ?

Au vu de l'expansion à venir du marché de l'isolation, c'est aujourd'hui, c'est à dire avant que le secteur industriel n'opère au choix de nouvelles unités de fabrication, qu'il faut faire le choix des isolants BS !

S. Courgey, Arcanne

Les matériaux biosourcés

Fibris Normandie – 21 avril 2024

nm

Après 30 à 60 ans pour la majorité des produits, nous en savons désormais beaucoup sur les isolants BS

107

S. Courgey, Arcanne

Les matériaux biosourcés

Fibris Normandie – 21 avril 2024

Isoler avec des biosourcés, un sujet qui n'est pas nouveau

108



Début des années 90

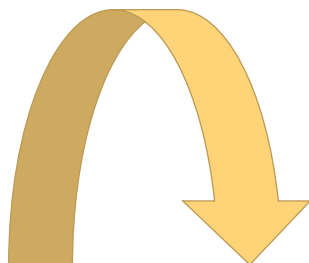
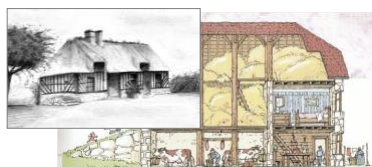


Archi: JM.Haquette

Fin des années 90

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

Dès les années 60

Bâtiment frugal ???Gaujard
Technologie
SCOP

Années 2000



La Damassine. Archis : atelier HaHa

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

109



Isolants biosourcés : de nombreux matériaux

110



Les isolants thermiques biosourcés



64

111

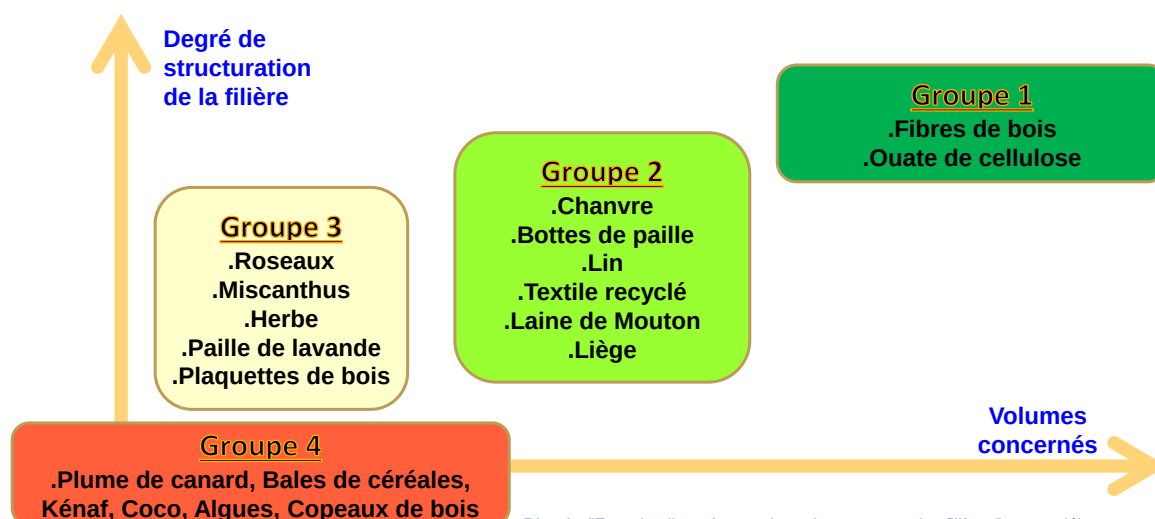


Isolants biosourcés : de nombreux matériaux et filières

112



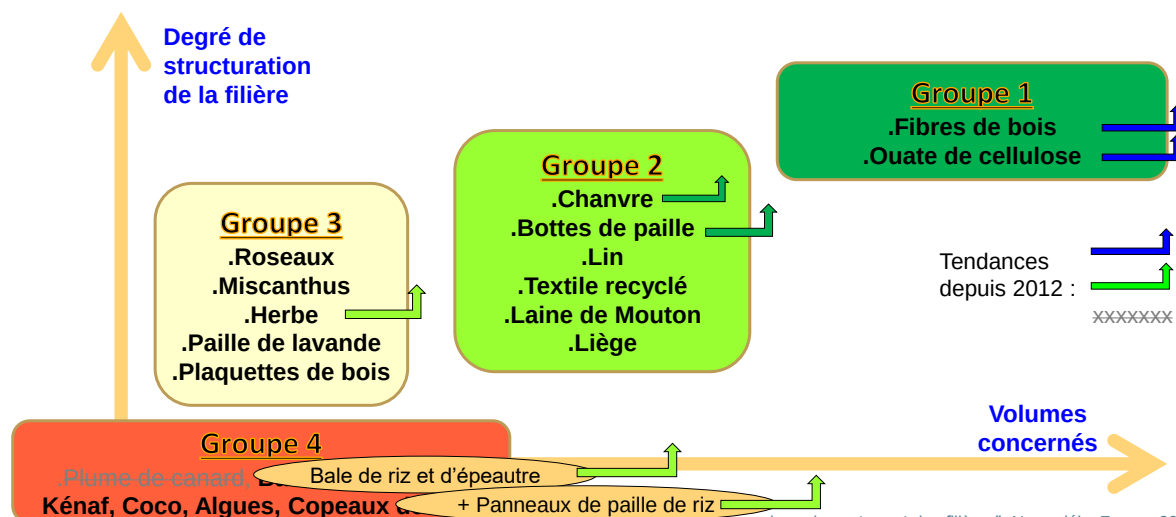
Les isolants biosourcés - 2012



113

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

Les isolants biosourcés - 2024



114

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

Principaux contacts filières



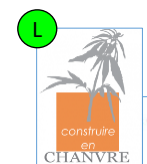
- **CF2B***. Collectif des Filières du Bâtiment Biosourcé : <https://cf2b.org/>



- **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**. Réseau Français de la construction paille : <http://rfcp.fr/>



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

- **Balles de céréales** : www.batirenballes.fr



* En pleine réflexion, le CF2B ne passera peut-être pas l'année 2023... :-)

115



**Avec parfois
des relais régionaux,
souvent un.e référent.e
“biosourcés” au sein des
DRéAL. Et en Normandie :
l'ARPE, et désormais le
Pacte bois/biosourcés**

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**. Réseau Français de la construction paille : <http://rfcp.fr/>
- **Filière chanvre** : <http://construire-en-chanvre.fr/>
et : <http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>
- **Balles de céréales** : www.batirenballes.fr

116



Matériaux biosourcés, 3 premiers avantages indéniables :

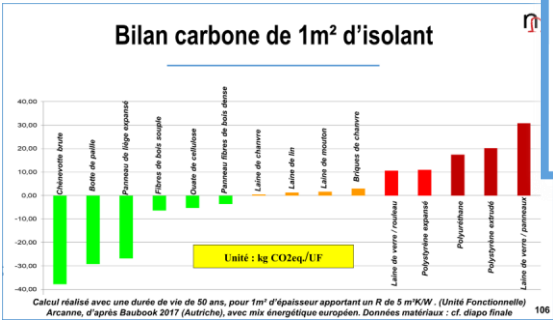
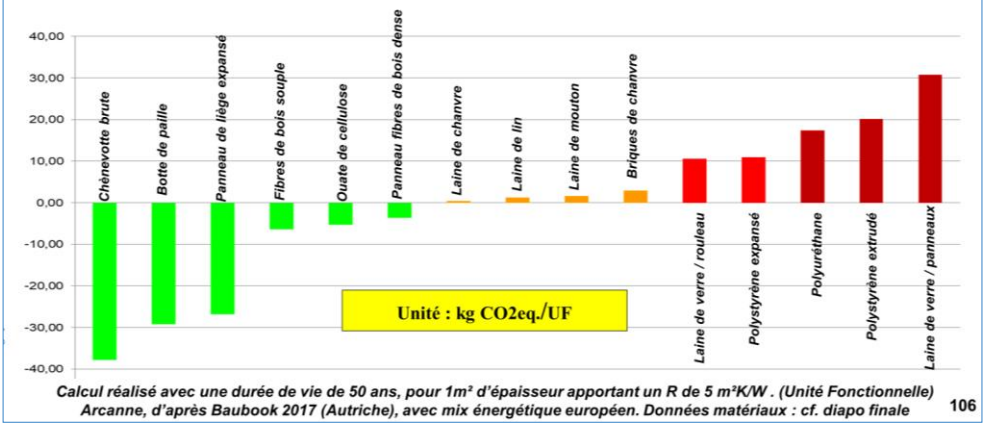
- Bon bilan carbone
- Matériau renouvelable
- Technique sèche et légère → Possibilité d'une importante préparation hors site

105

117



Bilan carbone de 1m² d'isolant



Les éléments laissés dans la base de données “isolants” des annexes vous permettront de réaliser ce type de comparaison sur les sujets “carbone” et “énergie grise” pour de très nombreux isolants.



aspect **renouvelable** est un fait pour la partie végétale ou animale, réalité très positive dans un monde qui puise trop sur la nature. Mais parallèlement il est nécessaire de vérifier que la ressource est issue d'une approche « durable »

- **Eviter les cultures intensives, la mono culture, l'élevage industriel...**



La culture du chanvre a en atout de demander très peu d'intrants



De nombreux IBS sont issus de co-produits



Eviter le bois issu de mono-cultures
→ **Exiger le label FCS ou le label PEFC**

33

122

D'autres intérêts pour les isolants biosourcés ?

123

Isolants BS, d'autres intérêts ?



Outre leur très bonne note carbone et leur aspect renouvelable :

- ils sont très souvent propices à l'**économie des territoires** (création d'emplois, valorisation de ressources locales...)
- leur **énergie grise** est souvent meilleure que celle des solutions concurrentes
- leurs **durabilité**, **gestion de fin de vie** et **aspect sanitaire** sont souvent pertinents
- Ils sont **ouverts à la vapeur d'eau**, est plusieurs sont réellement **capillaires** et **hygroscopiques**, ce qui les rend séduisants, particulièrement pour le bâti ancien

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

- sur leurs **performances thermiques**, surtout celle ressentie en été (déphasage)
- 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 ces ressentis sont surtout impactés par les matériaux de parements)

Mais ?

124



- L'utilisation d'IBS est très souvent **propices à l'économie des territoires** (création d'emplois, valorisation de ressources locales...).

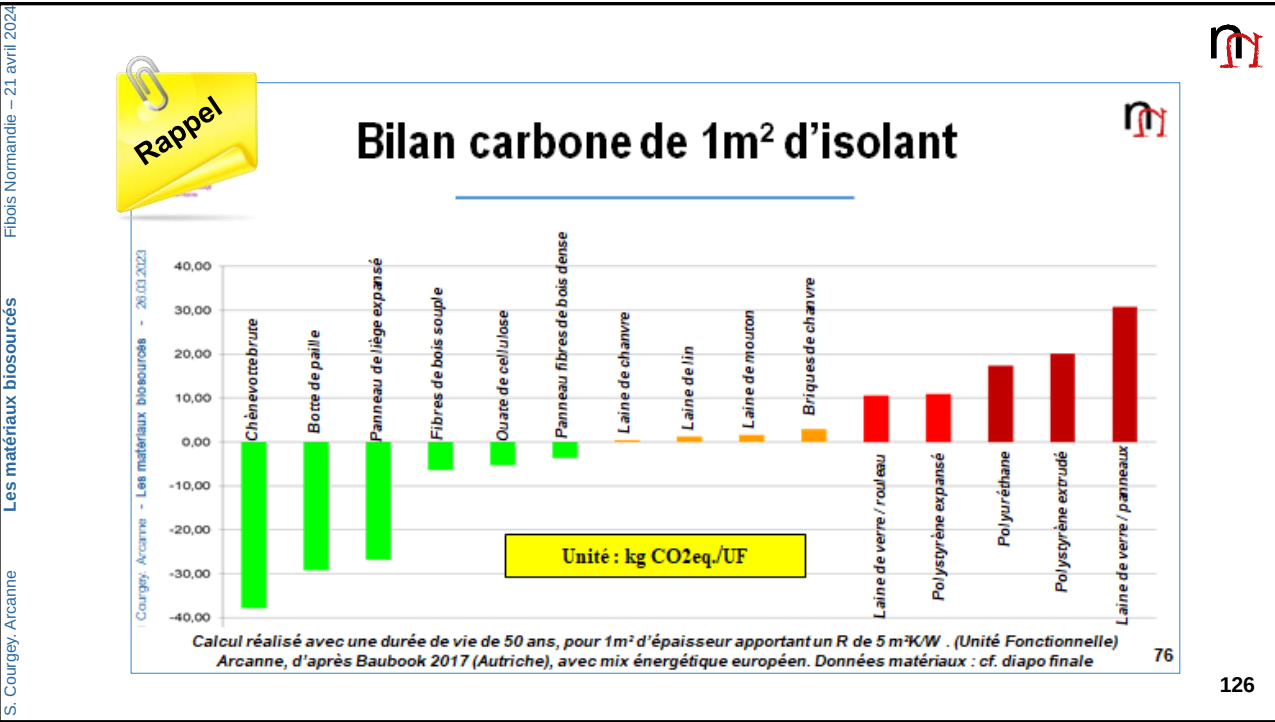
Ce parce que les filières biosourcées sont encore très majoritairement portées par des acteurs/actrices/actions inscrites sur leur territoire, et dans des unités de production de petite ou moyenne taille. De plus le fait de travailler des produits de qualité invite la chaîne des acteurs concerné.e.s à travailler avec soin.



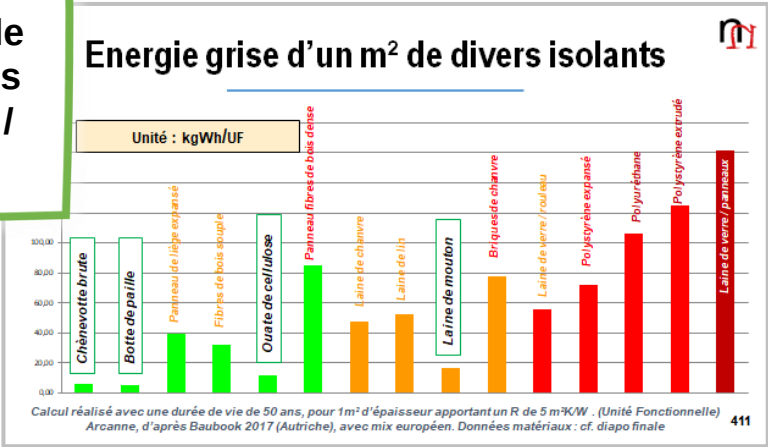
Vu que l'on sait que la pertinence d'une isolation tient en grande partie à la qualité apportée à sa mise en œuvre, c'est là un différentiel énorme d'avec les isolants conventionnels. Et l'on ne voit pas comment dans le contexte actuel ces derniers arriveraient à rattraper ce retard.

(Connaissez-vous des jeunes qui rêvent d'être poseurs/poseuses de laine de verre ???)

125

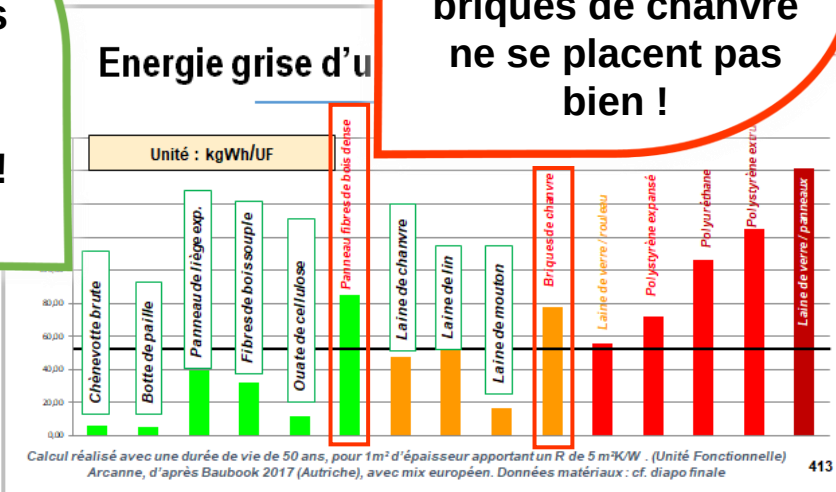


On réalise
l'extrême
pertinence des
matériaux peu
transformés, et celle
des matériaux issus
de la récupération /
valorisation

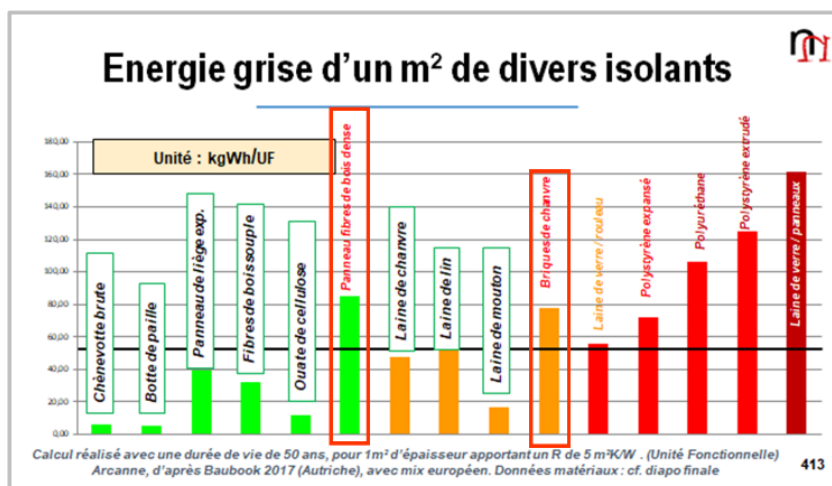


129

Les 8 isolants
les mieux placés
sur ce second
indicateur sont
des biosourcés !



413



- L'aspect **énergie grise** nous fait remarquer qu'exceptés les panneaux en fibres bois denses et les briques de chanvre, c'est également un indicateur où les isolants biosourcés se font remarquer positivement.

132

- **Durabilité et fin de vie.** Le fait que nous ayons à faire à des matériaux reconnus pour leurs valeurs intrinsèques additionné à des mises en œuvre soignées laissent entrevoir une durée de vie plus longue, et une récupération/valorisation plus aisée.



On fera tout pour éviter les poses collées, et on préférera les produits bruts et les « multicouches » aux mélanges, excepté si ces derniers peuvent en l'état être réutilisés ou servir d'amendements agricoles (terre-chanvre...)



Posés sans colle et démontés avec soin, certains isolants très peu sensibles (laine de chanvre dense, liège expansé...) pourront être réutilisés plusieurs fois en l'état. Pour les moins denses, une réutilisation sous forme d'isolant non texturé pourra se faire.

134



- **Aspect sanitaire.** Les isolants biosourcés sont des matériaux plutôt faciles à appréhender (nombre de constituants limité, process de fabrication simple...), et l'on sait qu'avec une mise en œuvre de qualité (étanchéité à l'air+++...), excepté pour les solutions floquées laissées sans parements, l'incidence des isolants sur la qualité de l'air intérieur est minime.



Si l'aspect « sain » d'un isolant peut être estimé secondaire pour l'habitant, ce n'est pas le cas pour l'artisan qui le met en œuvre !

→ Lire la fiche de sécurité (FDS) avant de poser un nouvel isolant, qu'il soit biosourcé ou non, et **respecter l'ensemble des protections demandées !**



135



- Concernant leur aspect **agréable à travailler** il n'y a, avec l'outillage adéquat, pas photo, entre autres avec une impression de mettre en œuvre des matériaux de qualité. Mais attention aux mises en œuvre machine, souvent fastidieuses, même si leur utilisation est assez limitée en temps au regard des préparations et finitions.



Nous n'avons pas encore eu de retour d'isolant biosourcés qui seraient irritants



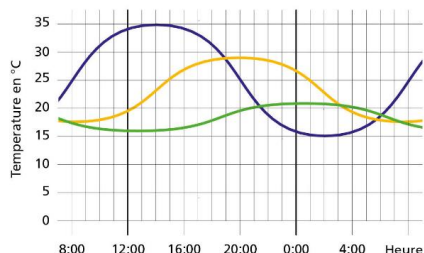
Laisser une personne en continu à la projection ou à l'insufflation n'est pas humainement envisageable.

137



- Les retours quant à leurs **performances thermiques réelles** (confort d'été, déphasage...) et leurs **contributions au confort et ressenti** sont très positifs.

Évolution de la température du toit avec différents types d'isolation



Steico®



Le fait de choisir un isolant dense ou que l'on peut fixer mécaniquement (agrafage d'isolation verticale) est de première importance pour éviter les tassements

Température extérieure

Température de la face intérieure du toit avec isolant en fibre minérale

Température de la face intérieure du toit avec isolant en fibre de bois

138

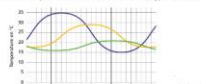


C'est sans conteste le point qui séduit le plus les utilisateurs et les investisseurs.

Si l'on connaît la plupart des éléments expliquant cette performance constatée (qualité de mise en œuvre, matériaux ayant une densité souvent plus forte, capacité thermique et déphasage plus élevés, hygroscopicité...), on ne sait pas réellement estimer l'incidence de chacun vis-à-vis des autres. Ce, même si l'on se doute que la qualité de mise en œuvre (très bonne étanchéité à l'air...) et le fait de prévenir les tassements (matériaux denses ou fixés mécaniquement...) sont d'importance.

Les retours quant à leurs **performances thermiques réelles** (confort d'été, déphasage...) et leurs **contributions au confort et ressenti** sont très positifs.

Évolution de la température du toit avec différents types d'isolation



Température extérieure
Température de la face intérieure du toit avec isolant en fibre minérale
Température de la face intérieure du toit avec isolant en fibre de bois

Le fait de choisir un isolant dense ou que l'on peut fixer mécaniquement (agrafage d'isolation verticale) est de première importance pour éviter les tassements

138

139

S. Courgey, Arcanne

Les matériaux biosourcés

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Isolants BS, 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 des ressources locales...)
- leur **énergie grise** est souvent meilleure que celle des solutions concurrentes
- leurs **durabilité, gestion de fin de vie et aspect sanitaire** sont souvent pertinents
- Ils sont **ouverts à la vapeur d'eau**, et plusieurs sont réellement **capillaires** et **hygroscopiques**, ce qui les rend séduisants, particulièrement pour le bâti ancien

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

- sur leurs **performances thermiques**, surtout celle ressentie en été (confort d'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)

➡ Si des tendances positives à très positives sont repérées, la famille des isolants biosourcés n'est néanmoins pas homogène.

123

140

S. Courgey, Arcanne

Les matériaux biosourcés

Fibois Normandie – 21 avril 2024



Isolants BS, 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 locales...)
- leur **énergie grise** est souvent meilleure que celle des solutions concurrentes
- leurs **durabilité, gestion de fin de vie et aspect sanitaire** sont souvent pertinents
- Ils sont **ouverts à la vapeur d'eau**, et plusieurs sont réellement **capillaires** et **hygroscopiques**, ce qui les rend séduisants, particulièrement pour le bâti ancien

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

- sur leurs **performances thermiques**, surtout celle ressentie en été (confort d'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)

Mais, n'y aurait-il pas un « mais » ?

123

142

S. Courgey, Arcanne
Fibris Normandie – 21 avril 2024
Les matériaux biosourcés

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 ?

143

S. Courgey, Arcanne
Fibris Normandie – 21 avril 2024
Les matériaux biosourcés

Les isolants biosourcés, il paraît que ça brûle ?

144

Le comportement au feu

Sauf exception (briques et bétons végétaux et plupart des ouates), les isolants BS sont classés « E » (résiste à une attaque brève de petites flammes tout en limitant la propagation de la flamme).

→ Bien qu'ils soient moins sensibles que d'autres matériaux (polystyrènes, polyuréthanes...), et que leurs fumées soient beaucoup moins toxiques, l'emploi des isolants biosourcés impose néanmoins un **respect strict des règles constructives d'usage**.



145

Sachant qu'une fois mise 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.

Le comportement au feu

Sauf exception (briques et bétons végétaux et plupart des ouates), les isolants BS sont classés « E » (résiste à une attaque brève de petites flammes tout en limitant la propagation de la flamme).

→ Bien qu'ils soient moins sensibles que d'autres matériaux (polystyrènes, polyuréthanes...), et que leurs fumées soient beaucoup moins toxiques, l'emploi des isolants biosourcés impose néanmoins un **respect strict des règles constructives d'usage**.



141

146



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 protège l'ossature et donc le bâtiment plus longtemps qu'avec une isolation en laine minérale.

2 exemples parmi d'autres :



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.

148



Le comportement au feu

Sauf exception (briques et bétons végétaux et plupart des ouates), les isolants BS sont classés « E » (résiste à une attaque brève de petites flammes tout en limitant la propagation de la flamme).

→ Bien qu'ils soient moins sensibles que d'autres matériaux (polystyrènes, polyuréthanes) que leurs fumées soient beaucoup moins toxiques, l'emploi des isolants biosourcés implique néanmoins un **respect strict des règles constructives d'usage**.



. l'AQC ne repère pas de problématique particulière en cas de **respect des règles constructives d'usage** !

141

149



Feu. Les règles constructives d'usage :

- Une attention en phase chantier, avec les poussières, chutes de coupes...
- Un respect des écarts au feu et protections (conduits de cheminée, capotage autour des spots, gaines électriques « non propagatrices de flammes »...)
- Pose d'un "écran thermique" devant l'isolant, et qui selon le type de bâtiment devra satisfaire aux exigences réglementaires pour des durées de 15, 30 ou 60 minutes. (Plaques de plâtres, lambris ou panneaux bois, panneaux de particules liées au ciment... avec épaisseur adaptée à la performance demandée)
- Pour les façades la logique est la même, avec la pose nécessaire d'un écran protecteur, dont le type et la performance dépendront du système constructif et de l'isolant.

150



Pour le **résidentiel** c'est l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié ([lien](#)) qui fait office de référence. Et les exigences seront différentes selon si l'on est dans des bâtiments de la première, seconde, troisième ou quatrième famille. Les écrans thermiques demandés iront alors de 15 à 90 minutes.

Feu. Les règles

- Une attention en phase chantier, avec les poussières, chutes de coupes...
- Un respect des écarts au feu et protections (conduits de cheminée, capotage autour des spots, gaines électriques « non propagatrices de flammes »...)
- Pose d'un "écran protecteur" devant l'isolant, et qui selon le bâtiment devra satisfaire aux exigences réglementaires pour des durées de 15, 30 ou 60 mn. (Plaques de plâtres, lambris ou panneaux bois, panneaux de particules liées au ciment... avec épaisseur adaptée à la performance demandée)
- Pour les façades la logique est la même, avec la pose nécessaire d'un écran protecteur, dont le type et la performance dépendront du système constructif et de l'isolant.

110

151



Pour les **ERP**, l'article AM8*
demande que les isolants classés moins
bien que A2-s2-d0 en paroi verticale, plafond ou
toiture, ou A2-FL-s1 en plancher soient 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**

Feu. Les règles

- Une attention en phase de conception
- Un respect des écarts au feu des spots, gaines électriques « non propagatrices de flammes »...
- Pose d'un "écran protecteur" devant l'isolant, et qui selon le bâtiment devra satisfaire aux exigences réglementaires pour des durées de 15, 30 ou 60 mn. (Plaques de plâtres, lambris ou panneaux bois, panneaux de particules liées au ciment... avec épaisseur adaptée à la performance demandée)
- Pour les façades la logique est la même, avec la pose nécessaire d'un écran protecteur, dont le type et la performance dépendront du système constructif et de l'isolant.

*Article AM8 du règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux ERP ([lien](#))

110

152



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, 13 novembre 2019 et 13 août 2021. ([Lien](#))
- Guide du CSTB « Bois construction et propagation du feu par les façades » en application de l'Instruction Technique n° 249 version 2010 - Version 4, juillet 2023 ([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](#))
- Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP. ([Lien](#))

154



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 »**

157



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 biosourcés, 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 biosourcé peut être mis en œuvre en remplissage entre montant de l'ossature bois, dans l'un des cas suivants :

- **Cas 1 :**

- le revêtement du bardage ventilé présente lui-même une performance de réaction au feu a minima B-s3, d0.

- **Cas 2 :**

- le revêtement présente les caractéristiques de performance définies dans le présent document (paragraphe 2.1 de la présente appréciation de laboratoire),
- 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),
- 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,
- 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](#))

158



En // à la réglementation, pour vous mettre sur le sujet :

- Un document très accessible ([ADIVBOIS](#)) pour faire un premier grand 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](#))
- 3 conférences d'Olivier Gaujard : "[Bois et BS et sécurité incendie](#)"
- Le site www.catalogue-bois-construction.fr
 - Le site FAÇADEBOIS.com ([Lien](#))



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 référence à l'Instruction Technique n° 249 version 2010 - Version 4, juillet 2023 ([Lien](#))
- « Guide de l'isolation par l'intérieur des habitations du point de vue des risques 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](#))
- Guide d'emploi des isolants combustibles dans les Etablissements Recevant du Public. ([Lien](#))

134



159



Une attention tout de même : les pompiers non rompus aux feux couvants qui sont surpris de la réaction au feu / comportement à l'extinction des parois isolées avec des matériaux biosourcés denses.



Le comportement au feu

l'AQC ne repère pas de problématique particulière en cas de [respect des règles constructives d'usage](#) !



Le comportement au feu

Sachant qu'une fois mise 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.



161



Les isolants biosourcés, il paraît que ça pourrait ?

164



Hygro-vulnérabilité

- Excepté le liège, imputrescible, la vulnérabilité à l'eau est réelle, mais elle variera selon le matériau (comme pour le bois selon l'essence. Cela ira de la laine de chanvre, robuste, tel le chêne ou l'acacia, à la paille, plus sensible, comme le sapin ou l'épicéa. Néanmoins, les plus sensibles le sont moins que d'autres matériaux pourtant très courants, telles les plaques de plâtre courantes)
- Si ces attentions ne sont pas spécifiques aux isolants biosourcés, il faudra particulièrement vérifier l'adaptation des matériaux envisagés pour les mises en œuvre suivantes :
 - **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 des toitures terrasses chaudes**

165

Particulièrement pour ces mises en œuvre, il faudra :

- vérifier les limites d'emploi des solutions que vous souhaitez utiliser ;
- suivre à la lettre les exigences de mise en œuvre des documents de référence (DTU, CPT...) et autres avis techniques.

Hygro-vulnérabilité

- Excepté le liège, imputrescible, la vulnérabilité à l'eau est réelle, mais le matériau (comme pour le bois selon l'essence. Cela ira de la laine de chanvre ou l'acacia, à la paille, plus sensible, comme le sapin ou l'épicéa. Néanmoins, il sont moins que d'autres matériaux pourtant très courants, telles les plaques de plâtre).

→ Si ces attentions ne sont pas spécifiques aux isolants biosourcés, il faut vérifier l'adaptation des matériaux entre eux pour les mises en œuvre.

- 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 des toitures terrasses chaudes

165



166

→ Comme tout matériau, les biosourcés doivent être mis en œuvre en respect des documents de référence (DTU, règles pros, CPT...) et autres avis techniques



167



« en respect des documents de référence et autres avis techniques », **excepté pour le choix de la membrane en ITI, où la proposition de base de la plupart des Avis Techniques des isolants biosourcés demande des pare-vapeurs fermés ($S_d \geq 18m$), alors que l'on sait cette solution moins robuste qu'avec des membranes hygrovariables ou la membrane orientée !**

Ressources

168

→ Comme tout matériau, les biosourcés doivent être mis en œuvre en respect des documents de référence (DTU, règles pros, CPT...) et autres avis techniques



143



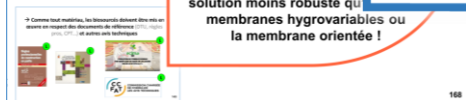
Il est étonnant de voir préférer une solution technique différente de celle proposée en base dans les ATec et DTA dédiés.

Mais c'est ainsi, et les études sorties en Europe ces dernières années confirment qu'en ITI, une membrane hygrovariable à large spectre (S_d oscillant d'environ 25 à 0,25m) génère une solution plus robuste qu'avec un pare-vapeur conventionnel ($S_d \geq 18m$).

(En premières références : cf. documents diapo n+2)

Mais bien entendu, comme pour toute solution non courante, vérifiez auprès de votre assureur qu'il accepte la solution que vous retiendrez.

« en respect des documents de référence et autres avis techniques », **pour le choix de la membrane en ITI, où la proposition de base de la plupart des Avis Techniques des isolants biosourcés demande des pare-vapeurs fermés ($S_d \geq 18m$), alors que l'on sait cette solution moins robuste qu'avec des membranes hygrovariables ou la membrane orientée !**



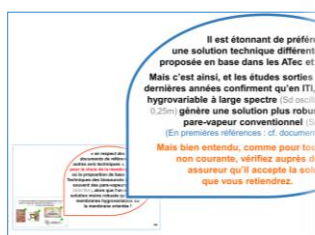
143

169



Réaliser que les avis techniques sont ouvertement perfectibles sur un point est heureusement très rare, mais ici, cela s'explique principalement par le fait que le monde de l'expertise est encore partagée sur le sujet, en France, en 3 groupes.

1. Les acteurs/actrices qui s'appuient sur l'ancienne méthode de simulation (méthode de Glaser, tel l'outil U.Bakus®... ou des principes basiques telle la dégressivité des S_d) pour décréter ce qui fonctionne de ce qui ne fonctionne pas.
2. Celles/ceux qui s'appuient sur les nouvelles méthodes de simulation (Wufi®, Delfin®... c'est-à-dire la norme NF-EN 15026) pour décréter ce qui fonctionne de ce qui ne fonctionne pas.
3. Celles/ceux qui respectent les principes de base, et utilisent lorsque besoin la norme 15026 et les logiciels qui la suivent (Wufi®...) mais qui, sachant les équations utilisées sont simplifiées, pondèrent leurs résultats afin qu'ils soient en cohérence avec les principes de base connus, et autres retours terrain.



170



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



+ la page « Humidité » du site www.associationarcanne.com

171

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



Les bases du sujet "Humidité" font l'objet de ce document très accessible, dont le 10^{ème} enseignement demande de conserver une capacité de séchage côté intérieur. Les conseils de l'AQC rentrent donc en contradiction avec la préconisation de base de nombreux Avis techniques

+ la page « Humidité » du site www.associationarcanne.com

172



Si la plupart des IBS sont effectivement sensibles à l'eau, leurs autres caractéristiques vis-à-vis de l'humidité sont ouvertement séduisantes, car ils sont :

- **ouverts à la diffusion de vapeur d'eau**
- **de légèrement à fortement capillaires**
- **de légèrement à fortement hygroscopiques**



Les isolants biosourcés, il paraît que ça pourrit ?

173



- ouverts à la diffusion de vapeur d'eau
- de légèrement à fortement capillaires
 - de légèrement à fortement hygroscopiques

→ Ce sont là des comportements qui sont mis en avant pour justifier que les isolants biosourcés sont plus adaptés au bâti ancien que les isolants conventionnels. (Et effectivement les laines minérales, polystyrènes et autres polyuréthanes sont non capillaires, non hygroscopiques, voire non ouverts à la vapeur d'eau)



Plus d'infos sur le site d'Arcanne. Particulièrement sur les pages « Humidité dans les parois » ([lien](#)), et « Le bâti ancien » ([lien](#)).

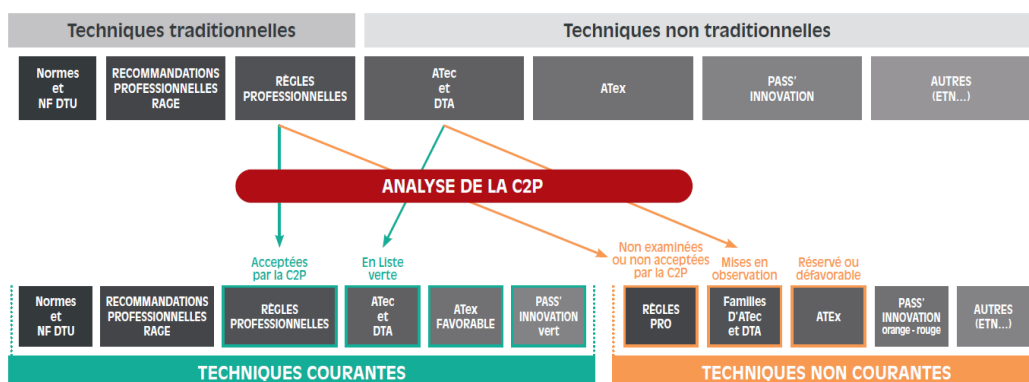
174



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

175

Assurabilité professionnelle - Rappels



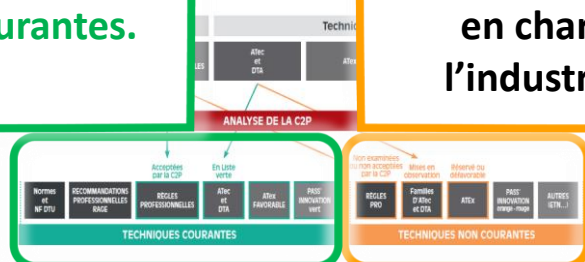
176

Assurabilité professionnelle - Rappels



L'assurabilité professionnelle (décennale...) est automatique pour les **techniques courantes**.

→ Pour les **techniques non courantes**, il est nécessaire de vérifier auprès de votre assureur qu'il accepte la prise en charge proposée par l'industriel ou la filière



Innovation

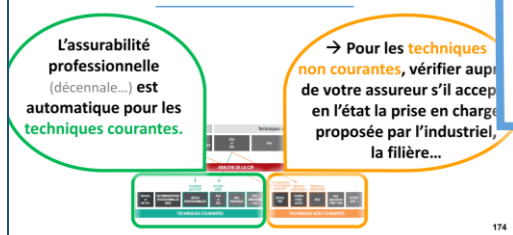
177

Assurabilité professionnelle



Si vous souhaitez innover
(= technique non courante) et que votre assurance ne valide pas en l'état la prise en charge assurantielle proposée par l'industriel ou la filière, elle vous proposera généralement un avenant spécifique pour le projet, avec surcoût. Il existe également le « Permis d'innover », mais d'après les retours, ils sont très chronophages. Sinon, demander au maître d'ouvrage de faire appel à un bureau de contrôle* souhaitant soutenir l'innovation.

Assurabilité professionnelle. Rappels



* Aussitôt que vous sortez des sentiers battus, le choix du bureau de contrôle est primordial, car selon, il sera facilitateur ou censeur.

178

L'assurabilité des isolants biosourcés



De fait elle est automatique pour :

- les mises en œuvre des bottes de pailles et bétons de chanvre respectant leurs règles professionnelles. (Techniques courantes)
- les très nombreuses solutions sous "avis techniques" (ATec ou DTA). (Techniques courantes)
- les matériaux dont la mise en œuvre est notifiée dans les documents de référence (DTU, CPT...). (Techniques courantes)

Pour les autres situations c'est au cas par cas !
(voir diapos précédentes)



179



Pour les matériaux sous avis technique, l'assurabilité automatique ne vaut que si vous respectez les préconisations de mise en œuvre.

Si vous ne les respectez pas quant au choix de la membrane, même si c'est pour une solution plus robuste, il faudra soit :

- le faire grâce à l'avis technique de la membrane choisie, s'il permet l'option correspondant à votre situation
- engager un échange avec votre assureur à partir d'éléments apportés par le fabricant de la membrane (cf. diapo précédente)

L'assurabilité

Cet argument n'est plus recevable pour :

- les mises en œuvre des bottes de pailles et bétons de chanvre respectant leurs règles professionnelles (techniques courantes)
- l'ensemble des solutions sous "avis techniques" (ATec, DTA ou ETN) en cours de validité (techniques courantes)
- les matériaux disposant d'une norme, si l'on respecte les mises en œuvre notifiées dans les documents de référence (DTU, CPT...) (techniques courantes)

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



132

181



Si vous assurance ne valide pas en l'état la prise en charge assurantielle proposée (par l'industriel, l'entreprise...), elle vous proposera généralement un avenant spécifique pour le projet, avec surcoût.

Il existe également le « Permis d'innover », mais d'après les premiers retours, cette option est chronophage.

Sinon, demander au maître d'ouvrage de faire appel à un bureau de contrôle souhaitant soutenir l'innovation*

**Aussitôt qu'un projet sort des sentiers battus, le choix du bureau de contrôle devient de première importance. Car selon sa compétence et/ou motivation vis-à-vis des innovations entrevues, il sera facilitateur ou censeur.*

182

L'assurabilité des isolants biosourcés



En référence intéressante,
l'AQC qui propose très
régulièrement des articles
ou dossiers sur les isolants
biosourcés.

(Agence Qualité Construction,
qui regroupe entre autres les
assureurs :

<http://www.qualiteconstruction.com/>)



184

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

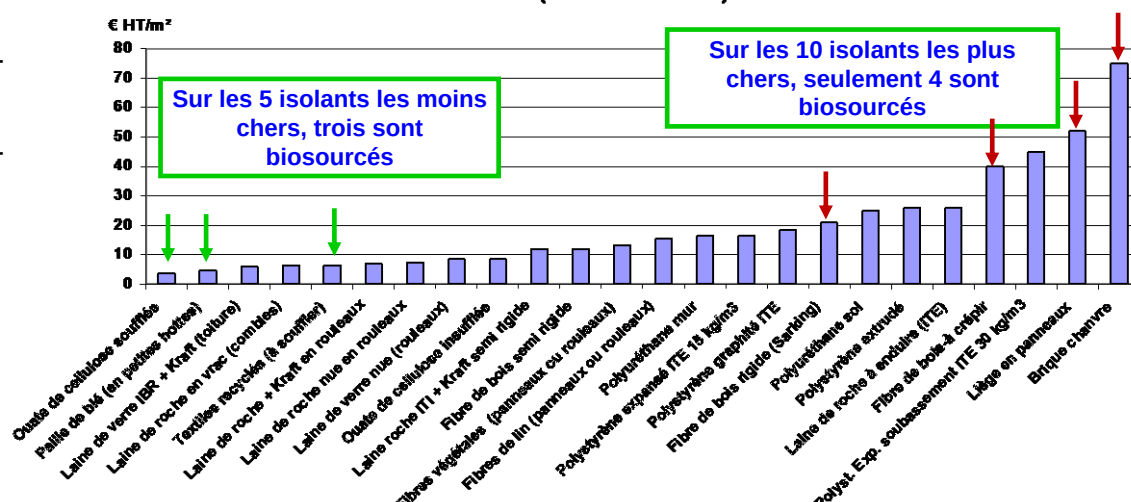


185

Coût des isolants biosourcés



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



186

Coût des isolants biosourcés



Autres éléments de réponse :

1. Le prix d'achat est effectivement plutôt plus élevé pour les isolants en rouleaux et panneaux, mais pas pour les vrac et les bottes de paille
2. Les études nous montrent que **ce potentiel surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis***

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



Etude de référence sur le sujet
(CÉRÉMA Ouest)

187



**Mais ces conclusions
sous-entendent : à qualité de mise en
œuvre équivalente**

**Si vous comparez des isolants conventionnels
posés sans préoccupation quant à la gestion des ponts
thermiques et de l'étanchéité à l'air avec un isolant
biosourcé posé avec soin, le coût ira du simple au double.**

Mais cette différence ne vient pas du choix de l'isolant !

**Également, nous entendons ici des solutions qui ne
s'affaissent pas. Nous excluons donc par exemple
dans cette approche comparative les laines
minérales de faible densité.**

Coût des isolants

Autres éléments de réponse :

1. Le prix d'achat est effectivement plus élevé pour les isolants en rouleau et en panneau, mais pas pour les vrac et les bottes de paille

2. Les études nous montrent que **ce surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis***

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

Etude de référence sur le sujet
(CeReMA Ouest)

181

189



Mais cela peut être différent :

- en rénovation où le coût des isolants représente un pourcentage plus important du coût du projet
- en habitat social où les coûts sont généralement très « optimisés »

... Alors cela dépendra du type de mise en œuvre choisi (vrac ou texturé ?), et des aides mobilisables.

Coût des isolants

Autres éléments de réponse :

1. Le prix d'achat est effectivement plutôt plus élevé pour les isolants en rouleau et en panneau, mais pas pour les vrac et les bottes de paille

2. Les études nous montrent que **ce surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis***

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

Etude de référence sur le sujet
(CeReMA Ouest)

181

190



En annexe il est montré
que les solutions "vrac" ou "peu
transformées" sont possibles dans la
majorité des situations.

**Et ce sont là des matériaux peu onéreux
et à très bon bilan environnemental !**

Sauf exception, la problématique économique
des isolants biosourcés n'est donc pas liée
au prix de l'isolant, mais à l'adaptation à
de nouvelles techniques de mises
en œuvre.

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

178

191



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

193

Concurrence des usages ?



C'est une question d'arbitrage pour certaines cultures, mais pour la majorité 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 existants sur nos territoires : maïs, tournesol... et bales de céréales.



Synthèse du rapport de recherche TERRACREA



Rapport de recherche TERRACREA :

194

Coproduit peu valorisé, disponible en grande quantité : **la bale de céréale représente une opportunité de 1^{er} ordre pour l'avenir de l'isolation thermique.**

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

Concurrence des usages ?

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

complémentarité va croître au fur et à mesure que nous allons valoriser des co-produits de productions existants sur nos territoires : maïs, tournesol... et [bales de céréales](#).



Rapport de recherche TERRACREA :

196



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

197



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, négoce spécialisés, ou directement chez l'industriel, c'est-à-dire comme beaucoup de matériaux.
- **Chènevotte, laines de chanvre, de lin, de mouton, de tissu recyclé...** : de plus en plus chez des négoce "classiques", sinon, 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>

198



Le difficile repérage des points de vente fait partie des freins réels au développement de nombreux isolants biosourcés

→ **Besoin de points ressources dédiés** (Les centres de ressources "Bâtiment durable" s'affairent à remplir cette mission). [Lien](#)

Où les trouver ?

- **Fibres de bois et ouate de cellulose** : désormais dans de nombreux points de vente "classiques" ... mais seulement pour leurs produits "phare"
- **Chênevotte, laines de chanvre, de lin, de mouton, de tissu recyclé...** : de plus en plus chez des négociants "classiques", sinon en négociant 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, relativement bien structurées :
 - . Filière paille : <http://rtcp.fr/>
 - . Filière chanvre en circuit court : <http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>
 - . Filière bales de céréales : <http://www.batirenballes.fr>

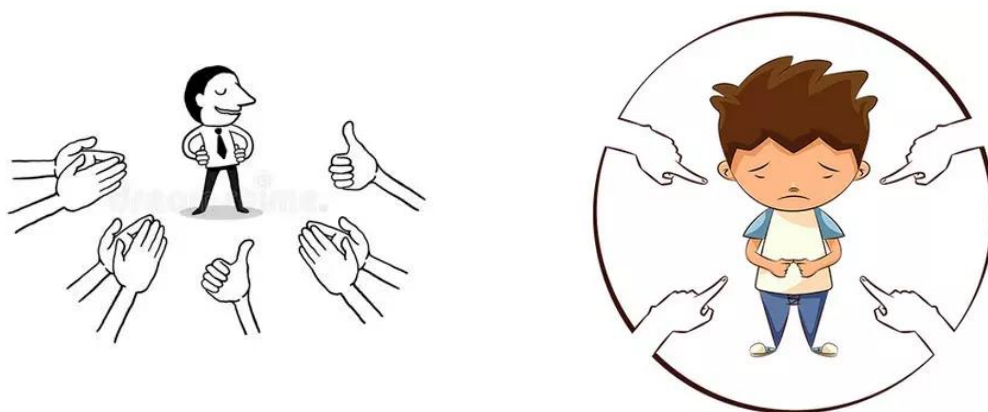
199

Isolants biosourcés, en guise de conclusion

200



Face à la nouveauté, 2 comportements que nous pouvons croiser :



201



Gardons une approche exigeante et objective, que les matériaux soient biosourcés ou non. Et n'oublions pas que le 1^{er} critère de choix d'un matériau est de connaître son "adaptation à l'usage**" !**



202



Isolants biosourcés - Conclusion

Des matériaux séduisants, divers, connus depuis plusieurs décennies pour la grande majorité, et qui concourent à sauvegarder l'habitabilité de la planète (bilan carbone et aspect renouvelable)

, et dont les caractéristiques (feu, prix, sensibilité à l'eau...) n'augmentent pas l'étendue de celles couramment croisées dans le bâtiment.



204



SOMMAIRE

1. Une lame de fond
2. BS : définition & 1^{ers} avantages
3. Matériaux BS dans le bâtiment
4. Les isolants biosourcés
- 5. En guise de conclusion**
6. Ressources

+ Annexes

205



1. Les matériaux biosourcés :

- un sujet connu, et soutenu
- une définition officielle (bien que perfectible... 🧐)
- un bilan carbone séduisant (“puits de carbone”) + l’intérêt d’être renouvelable, et de permettre des mises en oeuvre rapides
- une locomotive (le bois), une nouveauté (IGH en bois), et une filière en forte croissance (les isolants biosourcés)

206



2. Matériaux biosourcés dans le bâtiment

- . De très nombreux matériaux (de structure, de parement, comme isolants, sous-couche acoustique, voilage, ganulats légers...)
- . **Rappel** : leur mise en oeuvre, qui permet des solutions rapides et pérennes, représente la base de nombreux métiers :
 - charpentiers (constructeurs bois...)
 - menuisiers (M.Ext, fabrication...)
 - agenceurs, décorateurs...

Parement intérieur : il faut choisir lors de la conception entre matériau inertiel et matériau à faible effusivité. Les biosourcés sont faiblement effusifs.

207



3. Les isolants biosourcés

- . 30 à 60 années de recul pour la grande majorité
- . De nombreux matériaux, de nombreuses filières
- . Deux avantages indéniables : bilan carbone et renouvelabilité
- . D'autres avantages pour la majorité d'entre eux (énergie grise, durabilité & gestion de fin de vie, aspect sanitaire, économie des territoires, agréables à travailler, performances thermiques et confort ressentis ++)

En acoustique les isolants biosourcés assurent l'aspect « ressort », il faudra donc leur adjoindre un matériau plus massif.

208



3'. Les isolants biosourcés (suite)

- . Comportement au feu. Malgré un bon comportement des solutions denses, la plupart est classé E (😬) → **Besoin de respecter les mises en oeuvre édictées**
- . Humidité : comportements séduisants (ouverts à la vapeur, qq'uns sont capillaires++ et hygroscopiques++), mais ils sont quasiment tous (bien que +/-) putrescibles
→ **Besoin de respecter les mises en oeuvre adaptées** (mais pour le choix de la membrane : préférer les hygrovariables ou orientée aux pare-vapeurs trop fermés)
- . Assurabilité : automatique pour la plupart, sinon échange avec l'assureur
- . Coût : +/- selon si vrac ou texturé, et selon type de mise en oeuvre
- . Concurrence aux filières agricoles : non, de plus ce sujet est suivi/vérifié
- . Difficultés d'approvisionnement : non, excepté qq. nouvelles filières

209



Et si c'est un sujet nouveau pour vous ?

Se former, et se faire accompagner sur les premiers projets par un.e AMO et/ou un bureau d'études connaissant de sujet. Et, lorsque besoin d'un bureau de contrôle, en choisir un qui connaît les BS et est motivé par le projet.

... Sachant que plusieurs initiatives proposent des références :

- les labels "**Produit biosourcé**" et "**Produit biosourcé plus**"



- les labels "**Bois de France**", **PEFC** et **FSC**



- le label "**Bâtiment biosourcé**"



- le label "**Bâtiment bas carbone**"



211



**Rappel : tout
changement
d'habitude demande
un investissement
d'énergie et de
temps !**

Et si c'est un sujet nouveau pour vous ?

Se former, et se faire accompagner sur les premiers projets par un.e AMO ou choisir une équipe de maîtrise d'oeuvre connaissant de sujet. Et choisir un bureau de contrôle connaissant les BS et motivé par le projet.

212



SOMMAIRE

1. Une lame de fond
2. BS : definition & 1^{ers} avantages
3. Matériaux BS dans le bâtiment
4. Les isolants biosourcés
5. En guise de conclusion
- 6. Ressources**

+ Annexes

213



Rappel

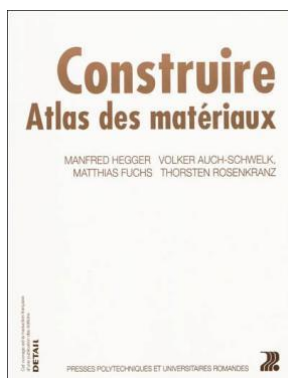
Principaux contacts filières

- **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.** Réseau Français de la construction paille : <http://rfcp.fr/>
- **Filière chanvre** : <http://construire-en-chanvre.fr/>
et : <http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>
- **Balles de céréales** : www.batirenballes.fr

12

214

Sur la thermique / les isolants

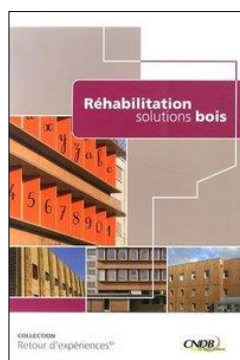
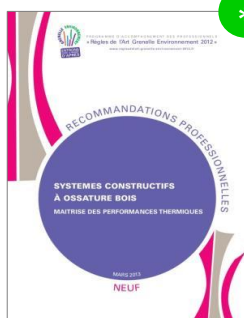


Newsletter mensuelle du
Réseau Bâtiment Durable

* Lien internet

215

Sur la construction bois (1de2)



<https://cnadb.org/>
<https://ingenierie-bois-construction.fr/>
<https://www.fcba.fr/>

*Téléchargeable sur Internet, lien actif

216

Sur la construction bois (2de2)



217

Construction bois. Normalisation & documentation de référence

Les prescriptions permettant la maîtrise de la durabilité biologique sont mentionnées dans les DTU de référence des ouvrages bois.

NF EN 335

Définition des classes d'emploi (cf. p 4 à 7).

NF EN 350

Définition de la durabilité naturelle des bois et de leur imprégnabilité.

NF EN 351

Classification des pénétrations et rétention des produits de préservation.

NF EN 460

Durabilité naturelle du bois massif.

La norme NF B50 105-3

Exigences de pénétration/rétention.

Le fascicule FD P20-651

Conception des ouvrages en fonction des classes d'emploi et solutions adaptées en fonction des classes de longévité.

Règlementation

Réglementation, normalisation, documentation de référence **garantit le respect de ces normes**

• Marquage CE

Passaport pour l'Europe, c'est un préalable à la mise sur le marché européen de tout produit de construction. La norme NF EN 15/228 spécifie les exigences générales relatives aux bois de structures traités avec un produit de préservation pour les prévenir des attaques par les agents biologiques.

• Loi termites (décret n° 2006-591)

L'une des mesures prévoit la protection des bois et dérivés à base de bois à usage structurel contre les insectes à larves xylophages (sur le territoire national) et les termites (dans les zones concernées par un arrêté préfectoral).

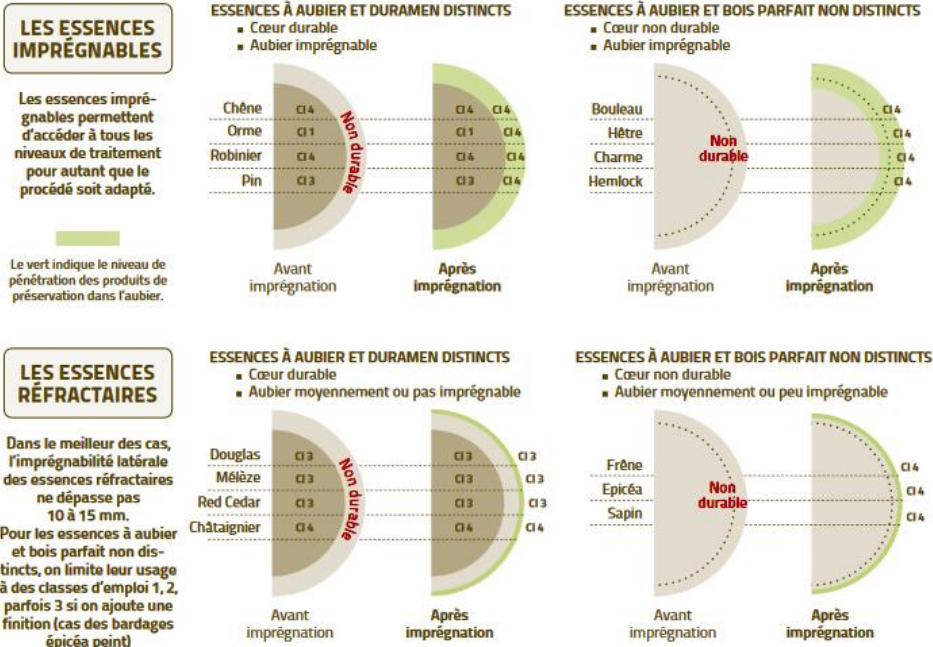
• Règlements sur les produits biocides (RPB : n° 528 / 2012)

Ce règlement vise à harmoniser le marché des produits biocides dans l'Union Européenne par la délivrance d'Autorisations de Mise sur le Marché. Il garantit un niveau élevé de protection pour la santé humaine et l'environnement.

218



Classes	Situation en service	Exemples d'emplois	Zone sensible	Risques biologiques
1	Bois sec avec une humidité toujours inférieure à 20%	Menuiseries intérieures à l'abri de l'humidité : parquets, escaliers intérieurs, portes, meubles ...	2 mm	> insectes > termites, dans les régions infestées
2	Bois sec mais dont l'humidité peut occasionnellement dépasser 20 %	Charpente, ossatures correctement ventilées en service	2 mm	> insectes > champignons de surface > termites, dans les régions infestées
3	Bois à une humidité fréquemment supérieure à 20 %	Toutes pièces de construction ou menuiseries extérieures verticales soumises à la pluie : bardages, fenêtres ... Pièces abritées mais en atmosphère condensante	Toute la partie humidifiable de la zone non durable naturellement	> pourriture > insectes > termites, dans les régions infestées
4	Bois à une humidité toujours supérieure à 20 %	Bois horizontaux en extérieur (balcons, coursives ...) et bois en contact avec le sol ou une source d'humidification prolongée ou permanente	Zone non durable naturellement	> pourriture > insectes y compris termites
5	Bois en contact permanent avec l'eau de mer	Piliers, pontons, bois immergés	Zone non durable naturellement	> pourriture > insectes > térébrants marins



Spécifiquement sur les isolants BS

En complément des nombreuses ressources proposées dans le fil du diaporama



222

Spécifiquement sur les isolants BS

En complément des nombreux liens proposés au cours du diaporama

<https://www.ecologie.gouv.fr/materiaux-construction-biosources-et-geosources>

<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/newsletters/biosourcons>

<https://associationarcanne.com/ressources/materiaux-biosources/>

<https://www.envirobatcentre.com/thematique/materiaux-biosources/outils-pratiques/>

<https://www.construction21.org/france/static/dossier-construction-materiaux-biosources.html>

<https://www.batiment-biosource.fr/>

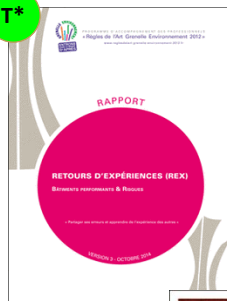
<http://www.karibati.fr/>

223

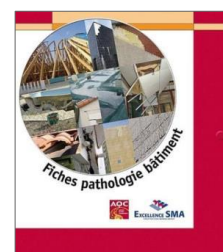
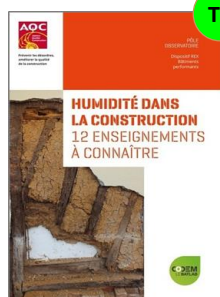
Sur l'approche qualité (de mise en œuvre)



T*



T*



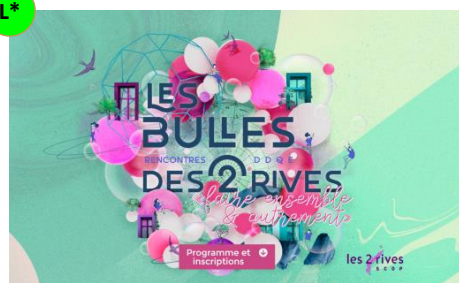
Et plus largement l'ensemble des productions de l'Agence Qualité Construction (www.qualiteconstruction.com), entre autres son application pour smartphone.

T* : lien internet actif

234

Suite de conférences proposée depuis le confinement par la SCOP des 2 rives, structure partenaire d'Arcanne sur la formation professionnelle

L*

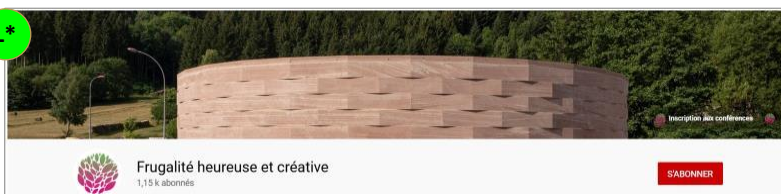


LES WEBINAIRES DE LA MAISON DU PASSIF

L*

, et pour suivre les productions / conférences de l'approche frugale :

L*



* Lien internet



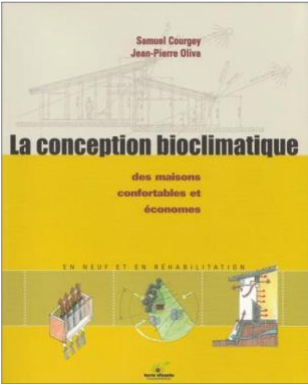
Frugalité heureuse et créative
1,15 k abonnés

S'ABONNER

235



Pub... Pub... Pub... Pub... Pub...



Chaque image contient un lien internet actif



ANNEXES



ANNEXES

- Exemples d'isolants
- Approche prospective basée sur les REX ▶|
- Les labels ▶|
- Assurabilité professionnelle ▶|
- Feu - Exemples de parois types ▶|
- Les bétons et enduits allégés, voire isolants ▶|

239



ANNEXES

- **Exemples d'isolants**
- Approche prospective basée sur les REX
- Les labels
- Assurabilité professionnelle
- Feu - Exemples de parois types
- Les bétons et enduits allégés, voire isolants

240



Prix des isolants (Janvier 2020)

- **Idée de coût matériau** (en HT, 1 m² pour un R de 5 m²K/W) :
 - € : < 25 Euros
 - €€ : entre 25 et 50 Euros
 - €€€ : > 50 Euros
- **Incidence du type de mise en œuvre :**
 - € : simple déversement ou possibilité d'une mise en œuvre simultanée isolant/parement
 - €€ : l'isolant peut être support du parement de finition
 - €€€ : la réalisation d'une ossature ou de "coffres" est nécessaire (et autres types de pose complexe)

241



Isolants à base de plastique alvéolaire

242

Isolants à base plastiques alvéolaires



Polystyrène expansé (EPS)

Feu : E (très inflammable)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.032 à 0.038	W/m.K
ρ	7 à 30	Kg/m ³
c	1450	J/kg.K
Comportement à la migration de vapeur d'eau		
μ	10 à 100	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :	
. Non hygroscopique	⊗
. Non capillaire	
. Non putrescible, quasi non-altérable	😊

Coût Matériau	€
Type de pose	€ à €€

Bilan CO₂ : 3.45 kg CO₂ eq/kg
Énergie grise : 27.36 kWh/kg (*)



"Reconnaitances" techniques en France :
. Nombreux produits sous avis techniques et certification ACERMI. Existence d'une norme produit harmonisée



Isolants à base de plastique alvéolaire



Polystyrène extrudé (XPS)

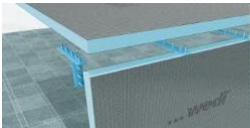
Feu : E (très inflammable)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.029 à 0.035	W/m.K
ρ	25 à 40	Kg/m ³
c	1300 à 1500	J/kg.K
Comportement à la vapeur d'eau		
μ	80 à 100	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :	
. Non hygroscopique	⊗
. Non capillaire	
. Non putrescible, quasi non-altérable	😊

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

Bilan CO₂ : 3.44 kg CO₂ eq/kg
Énergie grise : 28.33 kWh/kg (*)
PSX au HFC : ☠️
Bilan CO₂ : 81.3 kg CO₂ eq/kg
Énergie grise : 28.89 kWh/kg (*)



"Reconnaitances" techniques en France :
Nombreux produits sous avis techniques et certification ACERMI.
Existence d'une norme produit harmonisée

* D'après base de données Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche).

Isolants à base de plastique alvéolaire



Feu : C à E (Combustible à inflammable)

Polyuréthane (PUR)

Bilan CO2 : 4.04 kg CO2 eq/kg

Énergie grise : 28.33 kWh/kg (*)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.024 à 0.030	W/m.K
ρ	20 à 50	Kg/m³
c	1400 à 1500	J/kg.K
Comportement à la vapeur d'eau		
μ	30 à 100	(sans unité)

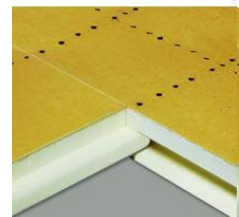
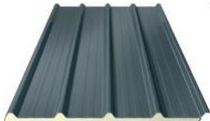
Autres comportements à l'humidité :

- . Non hygroscopique ☒
- . Non capillaire
- . Non putrescible, quasi non-altérable ☺

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

"Reconnaitssances" techniques en France :

Nombreux produits sous avis techniques et certification ACERMI.
Existence d'une norme produit harmonisée



246

* D'après base de données Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche).

Isolants à base de plastique alvéolaire



Feu : ???

Isolants sous vide (PIV)

Bilan CO2 : 3,43 kg CO2 eq/kg

Énergie grise : 17,22 kWh/kg (*)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.0042 à 0.005	W/m.K
ρ	100 à 200	Kg/m³
c	???	J/kg.K
Comportement à la vapeur d'eau		
μ	+ ∞	(sans unité)

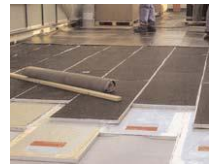
Autres comportements à l'humidité :

- . Non hygroscopique ☒
- . Non capillaire
- . Non putrescible, quasi non-altérable ☺

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

"Reconnaitssances" techniques en France :

Pas encore de reconnaissances pour le bâtiment en France



Marques : SWISSPOR®, VACUtex-vip®, Vacucomp®, VACU-ISOTHERM®, Boetker
Vacupaneel®, MICROTHERM®, Vacupor®, POREXTERM®...

247

Autres isolants à base de plastiques alvéolaires



Mousse à projeter à base d'isocyanates. Famille des PUR



Panneaux de mousse phénolique (PF)



Panneaux de polyisocyanurate (PIR). Famille des PUR



Laine de polyester (à base de bouteilles plastiques recyclées)

248



La laine de polyester

(très stable, agréable à travailler, très majoritairement issue du recyclage...) **semble une bonne alternative aux biosourcés en ITI dans la plupart des situations où l'on n'arrive pas à respecter les conditions garantissant la pérennité de matériaux potentiellement putrescibles.**

(Mur à la pluie battante non suffisamment protégé...)

Autres isolants à base de plastiques alvéolaires



Panneaux de polyisocyanurate (PIR). Famille des PUR



Panneaux de mousse phénolique (PF)



Mousse à projeter à base d'isocyanates. Famille des PUR



Laine de polyester (à base de bouteilles plastiques recyclées)

472

249



Isolants à base minérale



Isolants à base minérale

Feu : A1 à A2 (Non à faiblement combustible)

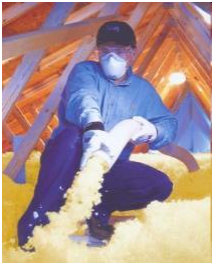
La laine de verre (MW)

Bilan CO2 : 2.26 kg CO2 eq/kg
Énergie grise : 13.83 kWh/kg (*)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.030 à 0.050	W/m.K
ρ	10 à 30 (jusqu'à 150)	Kg/m³
c	≈ 850	J/kg.K
Comportement à la vapeur d'eau		
μ	1 à 2	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :	
. Non hygroscopique ☒	
. Non capillaire	
. Non putrescible, mais +/- altérable (sensible au dégât des eaux) ☑ / ☒	

Coût Matériau	€
Type de pose	€€ à €€€



"Reconnaissances" techniques en France :
Nombreux produits sous avis techniques et certification ACERMI. Existence d'une norme produit harmonisée

* D'après base de données Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche).

Isolants à base minérale



Feu : A1 à A2 (Non à faiblement combustible)

La laine de roche (MW)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.032 à 0.050	W/m.K
ρ	10 à 40 (jusqu'à 220)	Kg/m³
c	≈ 850	J/kg.K
Comportement à la vapeur d'eau		
μ	1 à 2	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

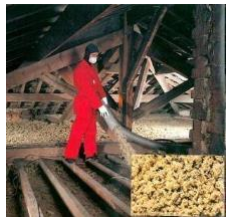
- . Non hygroscopique ☹️
- . Non capillaire
- . Non putrescible, mais +/- altérable (sensible au dégât des eaux) 😊 / ☹️

Coût Matériau	€
Type de pose	€ à €€€

Bilan CO2 : 1.64 kg CO2 eq/kg
Énergie grise : 6.47 kWh/kg (*)



"Reconnaisances" techniques en France :
Nombreux produits sous avis techniques et certification ACERMI



* D'après base de données Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche).

Isolants à base minérale



Feu : A1 à A2 (Non à faiblement combustible)

Le verre cellulaire (CG)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.037 à 0.060	W/m.K
ρ	100 à 220	Kg/m³
c	800 à 1100	J/kg.K
Comportement à vapeur d'eau		
μ	1 et + ∞	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :

- . Non hygroscopique ☹️
- . Non capillaire
- . Non putrescible, non altérable 😊 😊 😊

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

Bilan CO2 : 0.94 kg CO2 eq/kg

Énergie grise : 4.36 kWh/kg (*)

Mousse de verre :

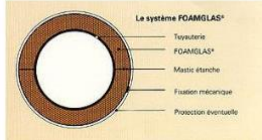
Bilan CO2 : 0.35 kg CO2 eq/kg

Énergie grise : 1.85 kWh/kg (*)



Mousse de verre.
Produits voisins
(λ de 0.07 à 0.09)

"Reconnaisances" techniques en France :
Nombreux produits sous avis techniques et certification ACERMI. Existence d'une norme produit harmonisée



* D'après base de données Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche).

Isolants à base minérale



La mousse minérale (ou panneaux d'isolation minérale, panneaux de silicate de calcium hydraté...) (CC)

Feu : A1 à A2 (Non à faiblement combustible)

Bilan CO2 : 0.47 kg CO2 eq/kg
Énergie grise : 1.33 kWh/kg (*)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.045 à 0,06	W/m.K
ρ	115 à 240	Kg/m³
c	≈ 1000 à 1300	J/kg.K
Comportement à vapeur d'eau		
μ	3 à 6	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :
Hygroscopique
Capillaire ou non capillaire selon produit
Non putrescible, quasi non altérable

Coût Matériau	€€
Type de pose	€€



"Reconnaissances" techniques en France :
. RAS en France. Produit sous ATE* (MULTIPOR de XELLA).
Existence d'une norme produit harmonisée
* ATE devenu ETE

* D'après base de données Baubook (Vorarlberg/BO – Autriche).

Isolants à base minérale



Feu : A1 à A2 (Non à faiblement combustible)

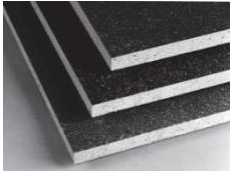
La perlite expansée (EPB)

Bilan CO2 : 0,49 kg CO2 eq/kg
Énergie grise : 2,60 kWh/kg (*)

Caractéristiques thermiques		
λ	0.045 à 0,075	W/m.K
ρ	70 à 240	Kg/m³
c	≈ 1000	J/kg.K
Comportement à vapeur d'eau		
μ	1 à 5	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :
Hygroscopique
Capillaire (excepté certains produits traités pour être hydrophobes)
Non putrescible, quasi non-altérable

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



"Reconnaissances" techniques en France :
Nombreux produits sous certification ACERMI...
Existence d'une norme produit harmonisée

* Valeurs majorantes (enduits FIXIT 222), Bilan CO2 d'après LCD 2011, EG d'après écoinvent 2.0

(Super) Isolants à base minérale



Aérogel (ou nanogel) de silice

Feu : ???

Caractéristiques thermiques		
λ	0.011 à 0.018	W/m.K
ρ	env. 3 à 150	Kg/m³
c	???	J/kg.K
Comportement à vapeur d'eau		
μ	? (apparemment ouvert)	(sans unité)

Autres comportements à l'humidité :	
Non hygroscopique	☒
Non capillaire	
Non putrescible, quasi non-altérable	☑

Coût Matériau	€€€
Type de pose	€€

Bilan CO2 ≈ 4,25 kg CO2 eq/kg
Énergie grise ≈ 18,36 kWh/kg



FIXIT 222*
(FIXIT*)

Enduit chaux +
Aérogel de silice
λ = 0,028
μ = 1 à 5



"Reconnaitances" techniques en France :
. Pas encore de reconnaissances pour le bâtiment en France

Marques : Cryogel*, Spaceloft*, et Pyrogel* de ASPEN*. Isogel*, Aeropan* de Amacomposites*, ...

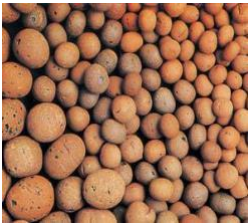
Autres isolants à base minérale



Feu : A1 à A2 (Non à faiblement combustible)



Vermiculite



Argile expansée



Pouzzolane



Pierre ponce



Verre expansé



Mousse minérale isolante

S. Courgey, Arcanne

Les matériaux biosourcés

Fibris Normandie – 21 avril 2024

263

© ISOHEMP

© BIOSYS

© CHANVRIBLOC

Feu : E (très inflammable)

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

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

Isolants à base de végétaux

Brique de chanvre







S. Courgey, Arcanne

Les matériaux biosourcés

Fibris Normandie – 21 avril 2024

264

© ICB

Feu : E (très inflammable)

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 (*)

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

Isolants à base de végétaux

Liège expansé (vrac ou panneaux)







107

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/m³
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 (*)



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

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

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/m³
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 (*)



Vrac : « chanvriers en circuits courts »

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

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 (*)



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



267

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 (*)



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



La **paille hachée** tente depuis peu de se faire une place au soleil

268

** Selon sens des fibres perpendiculaire ou // au flux de chaleur



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.



D'autres isolants à base de végétaux

Reconnaitances techniques : RAS en France, malgré plusieurs produits avec ATE et marquage CE.



La paille de lavande



Les rafles de céréales



Le kenaf, le miscanthus...



Paille hachée



Panneau en paille de riz (FBT Isolation®)



Panneaux de carton (IPAC®)



Les copeaux, le bois minéralisé ou réifié



Panneaux de roseaux ou de paille



Les panneaux d'herbe (Gramitherm®)



Les panneaux d'algues



Isolant d'origine animale

Feu : E (très inflammable)

La laine de mouton

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 (*)



"Reconnaitances" techniques en France : en cours



Construction & Développement Durable
arcanne

Base de données matériaux

Pour connaître le comportement thermique d'un matériau dans une paroi, 4 valeurs suffisent :

- sa masse volumique, ρ (rho), en kg/m³
- son épaisseur, d, en m
- sa conductivité thermique, λ (lambda), en W/(m.K)
- sa chaleur spécifique, c, en J/(kg.K)

A partir de ces 4 données de base, qui sont des données mesurées, les autres caractéristiques se calculent : résistance thermique, conductance (thermique), capacité thermique (volumique), diffusivité (thermique), éfussivité (thermique)...

En complément, le tableau ci-dessous renseigne la perméabilité à la vapeur d'eau d'un matériau, par son facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau, μ (sans unité).

Base de données matériaux.

Matériaux	Masse volumique "p" en kg/m ³	Conductivité thermique "A" en W/m.K	Chaleur spécifique "c" en J/kg.K	Facteur de résistance à la vapeur d'eau "u" sans unité
Pierres et murs maçonnés				
Murs maçonnés - cf. note 10				
1 Granites	2500 / 2700	2,800 2,449	1000	10000
2 Schistes, ardoises	2000 / 2800	2,200 1,864	1000	800 / 1000
3 Basaltes	2700 / 3000	1,600 1,406	1000	10000
4 Roches volcaniques poreuses / Laves	< 1600	0,550 0,396	1000	15 / 20
5 Marbres	2500 / 2800	3,500 2,448	1000	10000
6 Calcaire/ Pierres froides ou extra dures	2200 / 2500	2,300 1,356	1000	200 / 250
7 Calcaire/ Pierres dures	2000 / 2100	1,700 1,259	1000	150 / 200
8 Calcaire/ Pierres fortes, demi fortes	1800 / 1900	1,400	1000	40 / 50
9 Calcaire/ Pierres tendres n°2 et 3	1600 / 1700	1,100 0,917	1000	25 / 40
10 Calcaire/ Pierres très tendres	< 1500	0,850 0,805	1000	20 / 30
11 Grès quartzux	2600 / 2800	2,600 2,211	1000	30 / 40

Lien vers la base de données matériaux





ANNEXES

- Exemples d'isolants
- **Approche prospective basée sur les REX**
- Les labels
- Assurabilité professionnelle
- Feu - Exemples de parois types
- Les Bétons et enduits allégés, voire isolants

280



Et si nous abordons
le sujet en familles de matériaux
et non en filières ?



282

Les isolants biosourcés / Familles



- 1^{ère} famille. Les isolants en vrac : ouate de cellulose, paille hachée, balle de riz, d'épeautre... et laines de chanvre, lin, coton, mouton... en vrac
- 2^{ème} famille. Les bottes de paille
- 3^{ème} famille. Les isolants texturés : panneaux ou rouleaux de fibres de bois, liège expansé, laines de chanvre, lin, coton, mouton...

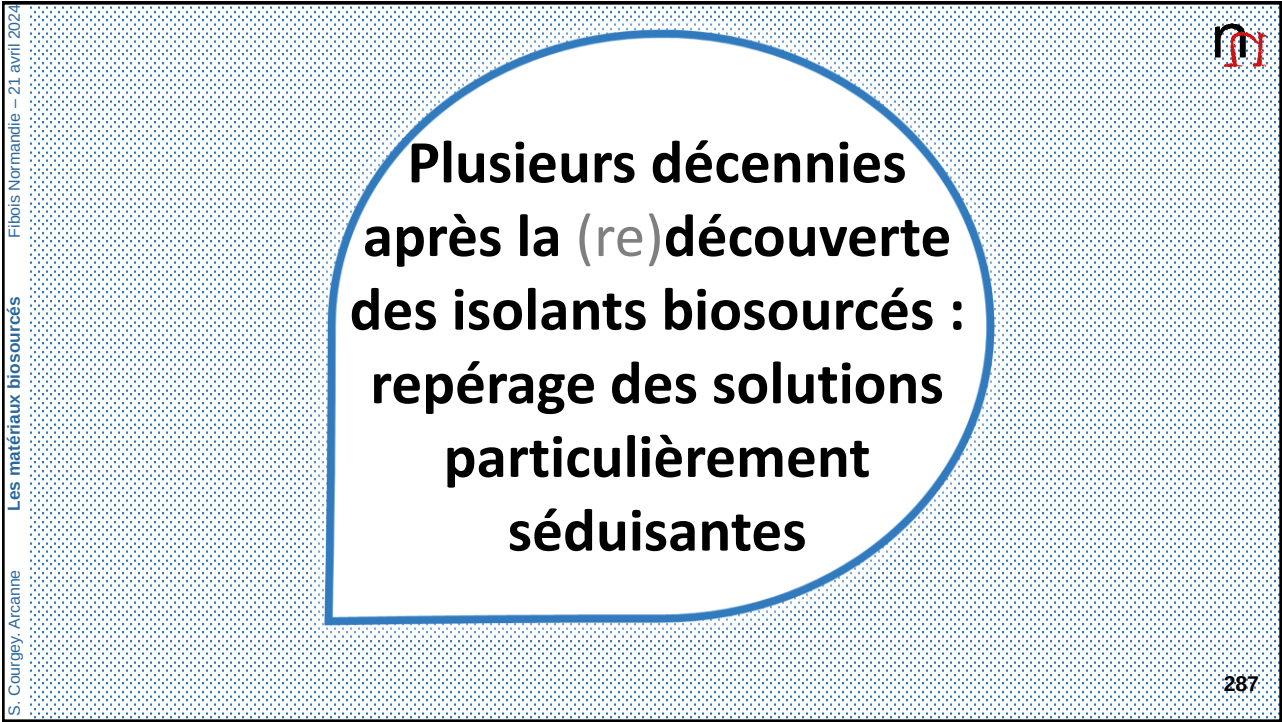
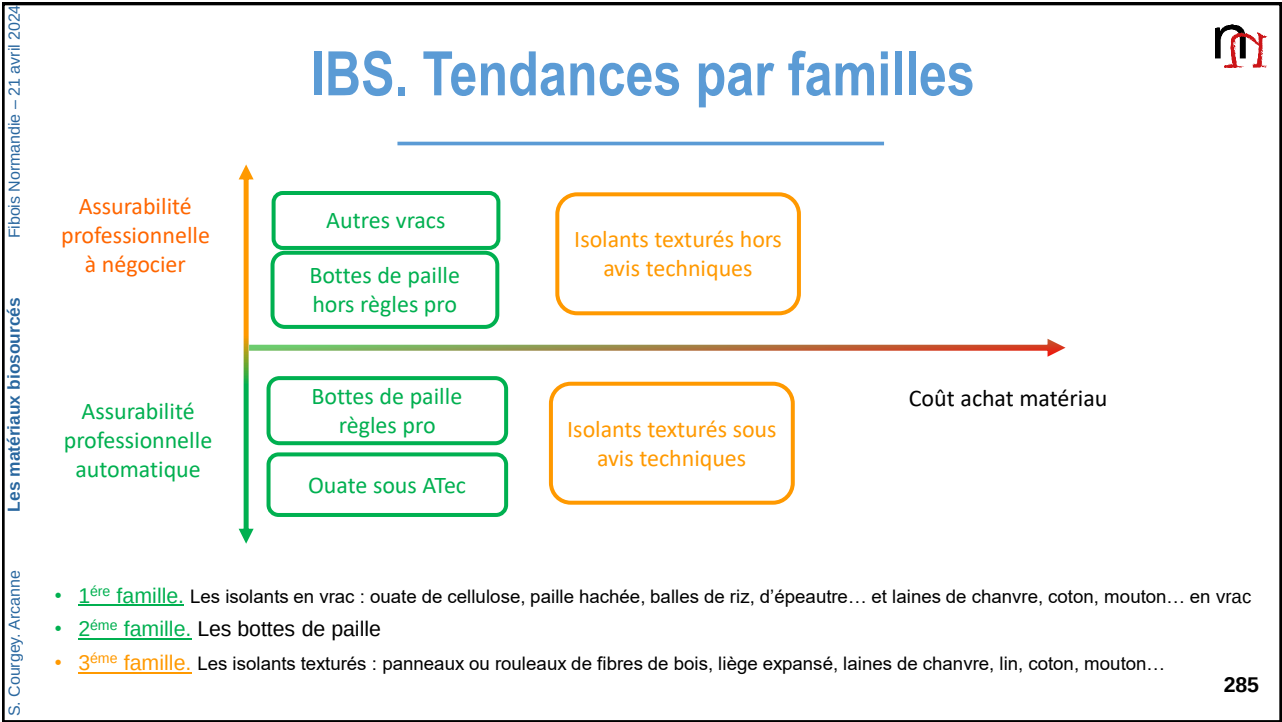
283

IBS. Tendances par familles



- 1^{ère} famille. Les isolants en vrac : ouate de cellulose, paille hachée, balles de riz, d'épeautre... et laines de chanvre, coton, mouton... en vrac
- 2^{ème} famille. Les bottes de paille
- 3^{ème} famille. Les isolants texturés : panneaux ou rouleaux de fibres de bois, liège expansé, laines de chanvre, lin, coton, mouton...

284



Après plusieurs décennies, certains matériaux & mises en œuvre s'avèrent particulièrement séduisants	Matériaux peu onéreux et à très bon bilan environnemental				Matériaux plus chers et à bilan env. moins bon			Solutions spécifiques, à bilan et coût variables	
	Chênevotte Balles de riz, de sarrasin, de petit épeautre...	Vrac de laine de chanvre, lin, bois, mouton, tissu recyclé...	Bottes de paille	Ouate de cellulose (de papier ou de carton)	Panneaux de liège expansé	Laine de chanvre, lin, bois, mouton, paille de riz, tissu recyclé ...	Panneaux de fibres de bois denses	Bétons végétaux légers (béton de chanvre...)	Briques végétales isolantes (briques de chanvre...)

Après plusieurs décennies, certains matériaux & mises en œuvre s'avèrent particulièrement séduisants	Chênevotte Balles de riz, de sarrasin, de petit épeautre...	Vrac de laine de chanvre, lin, bois, mouton, tissu recyclé...	Bottes de paille	Ouate de cellulose (de papier ou de carton)	Panneaux de liège expansé	Laine de chanvre, lin, bois, mouton, paille de riz, tissu recyclé ...	Panneaux de fibres de bois denses	Bétons végétaux légers (béton de chanvre...)	Briques végétales isolantes (briques de chanvre...)
Isolation horizontale de coffres	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isol. de sols de greniers et combles NA	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isolation rampants, par le dessus	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥		♥♥♥		♥	
Isolation rampants, méthode Sarking		♥		♥♥♥			♥♥♥		
Fermmeture coffres / pare-pluie isolant							♥♥♥		
Isolation de coffres (murs, rampants, ITE)	♥	♥	♥♥♥	♥		♥		♥	
Remplissage entre ossature, finition enduite			♥♥♥					♥♥♥	♥♥♥
Réfection remplissages entre pans de bois								♥♥♥	♥♥♥
Isolation extérieure enduite (ETICS)			♥♥♥				♥♥♥		♥
Isolation intérieure de murs maçonnés		♥		♥♥♥	♥	♥		♥	♥
ITI capillaire (pour murs maçonnés "fragiles")				♥♥♥				♥♥♥	
Isolation MOB et cloisons avec ossature	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥		♥♥♥			
Réalisation de murs et cloisons (auto)porteurs			♥						♥♥♥
isol. terre-plein, bas de murs, isol. enterrée					♥♥♥				

♥♥♥ Solutions particulièrement pertinentes, d'un point de vue technique et/ou économique



Solutions intéressante mais dont la pertinence est moins flagrante et/ou moins systématique, du fait de leur coût, leurs besoins d'adaptation... (au regard des autres solutions biosourcées possibles)



. Isolation horizontale (entre niveaux, combles, toiture terrasse froide)

- Balles de riz, de sarrasin ou d'épeautre, chènevotte, ouate de cellulose..., bottes de paille, et la version "vrac" des laines de chanvre, lin, mouton, tissu recyclé... voire certains bétons végétaux très légers.



Ouate de cellulose



Chènevotte



Laine de chanvre brute. Eco-Perlica



Balles de riz en balles

Bâtir

294



- **Solution peu onéreuse** (matériaux peu onéreux, mise en œuvre rapide), **et à très bon bilan environnemental**
- Ces mises en œuvre générant peu de contrainte à l'isolant, de très nombreuses solutions alternatives peuvent séduire pour les chantiers "frugaux" (végétaux locaux, architecture de cueillette... mais vérifier chaque fois qu'elles sont assurables)

. Isolation horizontale (entre étages, combles, toiture terrasse froide)

• Balles de riz, de sarrasin ou d'épeautre, chènevotte, ouate de cellulose..., bottes de paille, et la version "vrac" des laines de chanvre, lin, mouton, tissu recyclé... voire certains bétons végétaux très légers.








- Excepté ouate et certains bétons de chanvre, ce sont des solutions "non courantes" : vérifier l'assurabilité
- A part la ouate de cellulose, ce sont des solutions peu usitées. Il faut se rapprocher des filières / producteurs pour les découvrir
- Pour l'isolation entre niveaux : étancher le sol des pièces humides (revêtement de sol/plinthes étanches, pente, siphon de sol)
- Vérifier la portance des plafonds. (Solutions allant de 25 à 150 kg/m³)

295

Sols de greniers / combles non aménagés



- Bottes de paille, ouate de cellulose, voire la plupart des vracs et bétons végétaux légers



Ouate de cellulose - Mise en œuvre sèche ou humide



296



- **Solution peu onéreuse** (matériaux peu onéreux, mise en œuvre rapide), **et à très bon bilan environnemental**
- Le choix de bottes de paille permet de s'abstenir de la réalisation de "cheminements techniques"
- Ces mises en œuvre générant peu de contrainte à l'isolant, de très nombreuses solutions alternatives peuvent séduire pour les chantiers "frugaux" (végétaux locaux... , mais vérifier chaque fois qu'elles sont assurables)

Sols de greniers / combles non aménagés

- Bottes de paille, ouate de cellulose, voire la plupart des vracs et bétons végétaux légers



- Excepté ouate et certains bétons de chanvre, ces sont des solutions "non courantes" : vérifier l'assurabilité
- A part la ouate de cellulose, ce sont des solutions peu usitées. Il faut se rapprocher des filières / producteurs pour les découvrir
- Choisir un matériau ou une finition limitant les risques de déplacement de l'isolant (vent, rongeurs)
- Vérifier la portance des plafonds.
(Solutions allant de 25 à 150 kg/m³)

297



. Isolation horizontale (entre étages, combles, toiture terrasse froide)

. Balles de riz, de sarrasin ou d'épeautre, chènevotte, ouate de cellulose..., bottes de paille, et la version "vrac" des laines de chanvre, lin, mouton, tissu recyclé... voire certains bétons végétaux très légers.



Sols de greniers / combles non aménagés

. Bottes de paille, ouate de cellulose, voire la plupart des vracs et bétons végétaux légers



. En plus des documents de référence (DTU 31.2-Construction bois, DTU 45.11-Isolation des combles par soufflage, e-Cahier 3815 du CSTB), et des avis techniques (ATec, DTA, ETN...), nous ne pouvons que conseiller le document **12 enseignements à connaître : Isolation des combles perdus par soufflage** de l'AQC



298

. Isolation de rampants, par le dessus

. Bottes de paille, voire plupart des vracs et bétons végétaux légers



Bottes de paille



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



Terre-chanvre projeté
(Vidéo REBaT Bio. Lien actif)

299





. **Solution peu onéreuse** (matériaux peu onéreux, mises en œuvre rapides), **et à très bon bilan environnemental**

. Ces mises en œuvre générant peu de contrainte à l'isolant, de très nombreuses solutions alternatives peuvent séduire pour les chantiers "frugaux" (végétaux locaux, architecture de cueillette..., mais vérifier chaque fois qu'elles sont assurables)

. Isolation de rampants, par le dessus

. Bottes de paille, voire plupart des vracs et bétons végétaux légers



Bottes de paille



Bétons de riz, de chanvre, d'épave... (à voir en place)



Remise chanvre projeté (modèle Fibra' Bio - Lien actif)



. Pour éviter les tassements, respecter les densités conseillées et les éventuels besoins de pose de traverses

. Excepté ouate, bottes de paille et certains bétons de chanvre, ces sont des solutions "non courantes" : vérifier l'assurabilité

. Vérifier la portance des plafonds.
(Solutions allant de 25 à 200 kg/m³)

. Particulièrement pour le vrac : préférer les pare-pluies rigides.

. Pour l'étanchéité à l'air, l'utilisation de membranes hygrovariables ou orientée génère une solution plus robuste.

300

. Isolation de rampants et plafonds, par le dessous

. Ouate de cellulose, panneaux semi-rigides de fibres de bois, de lin, de chanvre, de paille de riz... voire d'autres vracs avec adaptation.

Ouate de cellulose



Laine de tissu recyclé. Métisse®



Panneaux de laine de chanvre BIOFIB®



Laine de chanvre vrac (Eco-Pertica)

301



. La plupart de ces solutions sont sous avis techniques → "Techniques courantes" (assurabilité automatique en cas de respect des préconisations)

. Ces mises en œuvre générant peu de contrainte à l'isolant, de très nombreuses solutions alternatives peuvent séduire pour les chantiers "frugaux" (végétaux locaux, architecture de cueillette... , mais vérifier chaque fois qu'elles sont assurables)

. Isolation de rampants et plafonds, par le dessous

. Ouate de cellulose, panneaux semi-rigides de fibres de bois, de lin, de chanvre, de paille de riz... voire d'autres vrac avec adaptation.



. Pour éviter les tassements, respecter les densités conseillées et les éventuels besoins de pose de traverses

. Pose pouvant être complexe pour certaines solutions « vrac »

. Vérifier la portance des plafonds. (Solutions allant de 25 à 200 kg/m³)

. Particulièrement pour le vrac : préférer les pare-pluies rigides.

. Pour l'étanchéité à l'air, l'utilisation de membranes hygrovariables ou orientée génère une solution plus robuste. (Pensez à vérifier leur assurabilité)

302

. Isolation de rampants, type sarking

. Panneaux de fibres de bois (+/-) denses, voire bottes de paille

Panneaux de fibres de bois denses



← Moyennant adaptation (système d'accroches spécifiques), des panneaux de fibres de bois moyennement denses peuvent être utilisés

Bottes de paille (ajustement via un système médian, entre coffre et sarking)



303



. La plupart de ces solutions sont sous avis techniques → "Techniques courantes" (assurabilité automatique en cas de respect des préconisations)

. Malgré qq. besoins d'adaptation, la solution « bottes de paille » est moins onéreuse et surtout, a un meilleur bilan environnemental. (Mais, vérifier son assurabilité)

. Isolation de rampants, type sarking

. Panneaux de fibres de bois (+/-) denses, voire bottes de paille



. La plupart des fibres de bois pour l'isolation sarking sont très denses, d'où un coût et surtout un bilan "énergie grise" élevé (pour les isolations très performantes/épaisses, vérifier si ce matériau se justifie encore)

. Vérifier la portance des plafonds. (Solutions allant de 35 à 100 kg/m³)

. Pour l'étanchéité à l'air, l'utilisation de membranes hygrovariables ou orientée génère une solution plus robuste. (Pensez à vérifier leur assurabilité)

304

. Isolation de coffres (pour murs ou rampants)

. Bottes de paille, voire la plupart des vracs et bétons végétaux légers



Chantier expérimental de Montholier (39)
FFB/ADEME, 2002



Coffres bois/paille
haut : Bâtinature (26)
bas : ISOVOO (71)



ITE : coffres bois/paille fixés sur ossature CLT
Le toit vosgien (88), 2014

305



- . La plupart de ces solutions sont sous avis techniques ou règles professionnelles (bottes de paille et certains bétons de chanvre) → "Techniques courantes" (assurabilité automatique en cas de respect des préconisations)
- . Les solutions « vrac » et « bottes de paille » ont un très bon bilan environnemental. (L'utilisation d'isolants en panneaux ou rouleaux est possible, mais pour un coût économique et environnemental moins pertinent)

. Isolation de coffres (pour murs ou rampants)

. Bottes de paille, voire la plupart des vracs et bétons végétaux légers



- . Pour éviter les tassements, respecter les densités conseillées et les éventuels besoins de traverses, particulièrement pour les éléments qui seront remplis en atelier.
- . Particulièrement pour le vrac : préférer les pare-pluies rigides.
- . Pour l'étanchéité à l'air, l'utilisation de membranes hygrovariables ou orientée génère une solution plus robuste. (Pensez à vérifier leur assurabilité)

306

. Remplissage entre ossature, finition enduite (murs)

- . Bottes de paille et "Bétons" végétaux projetés machine, et briques isolantes



Chantier exp. de Montholier (39)
FFB/ADEME, 2002



Projection de chanvre-chaux, ou mieux, de chanvre-terre



La damassine (25)
ERP, 2010

Briques de chanvre
Biosys®

307



. La plupart de ces solutions est sous avis techniques ou règles professionnelles → "Techniques courantes" (assurabilité automatique en cas de respect des préconisations)

. Les solutions « bottes de paille » et béton avec terre en liant ont un très bon bilan environnemental. (Avec liant "terre": vérifier l'assurabilité)

. Les solutions « béton végétaux » peuvent adapter leur densité aux besoins (mur plus dense au sud...), et peuvent utiliser des bois ronds et/ou de petites sections.

. Remplissage entre ossature, finition enduite (murs)

. Bottes de paille et "Bétons" végétaux légers projetés machine, et briques isolantes



. Les briques et bétons végétaux utilisant de la chaux ou du ciment peuvent avoir un bilan environnemental de moyen à mauvais. (Cf. ACV ou FDES)

. Selon la solution, les briques ou bétons peuvent avoir un pouvoir isolant (Λ) allant du simple au triple : bien vérifier que la solution retenue correspond aux besoins.

. Paille : attention au sens de la botte, pour garder un Λ pertinent.

. Murs en paille à la pluie battante en Bretagne et Normandie : on choisira un bardage ventilé plutôt qu'un enduit.

308

. Réfection des remplissages entre pans de bois

. "Bétons" végétaux légers projetés machine, et briques isolantes



Projection de chanvre-chaux, ou mieux, de chanvre-terre



Briques de chanvre
Chanvribloc®



309



. La plupart de ces solutions est sous avis techniques ou, pour certains bétons de chanvre, avec règles professionnelles →

"Techniques courantes" (assurabilité automatique en cas de respect des préconisations)

. Les solutions utilisant la terre en liant ont un très bon bilan environnemental. (Mais, vérifier leur assurabilité)

. Les solutions « béton végétaux » peuvent adapter leur densité aux besoins (mur plus dense au sud...)

. Réfection des remplissages entre pans de bois

. "Bétons" végétaux légers projetés machine, et briques isolantes



. Les briques et bétons végétaux utilisant de la chaux ou du ciment peuvent avoir un bilan environnemental de moyen à mauvais. (Cf. ACV ou FDES)

. Selon la solution, les briques ou bétons végétaux peuvent avoir un pouvoir isolant (Λ) allant du simple au triple : bien vérifier que la solution retenue correspond aux besoins.

. Soigner l'étanchéité à l'eau entre colombages et enduits



310



. Seules les briques et les projections machine sont citées, car les autres mises en œuvre de conglomérats à base de chanvre, copeaux de bois... génèrent un mélange peu isolant et/ou à impact environnemental de moyen à mauvais.

. De nouvelles briques arrivent, tels :

- la brique de chanvre à emboîtement BIOSYS® (pour ossature béton armé)
- des parpaings à base de copeaux de bois, miscanthus... (FIXOLITE®, NATURBLOC®)



Projection de chanvre-chaux, ou mieux, de chanvre-terre



Projection de chanvre-chaux, ou mieux, de chanvre-terre



311



. Pour faire le point sur
les mélanges à base de chanvre :

<http://construire-en-chanvre.fr/>

<http://www.chanvriersencircuitscourts.org/>

, et un article téléchargeable :



312

. Isolation extérieure enduite (ETICS)



. Panneaux de fibres de bois denses, voire bottes de paille ou briques isolantes



Panneaux de fibres
de bois denses



Briques de chanvre
Chanvribloc®



Bottes de paille
AMACO



Bottes fixées par sangles sur mur
maçonné. ParisHabitat, 2021

313



- Les solutions « bottes de paille » ont un très bon bilan environnemental.
- Plusieurs solutions à base de fibres de bois sont sous avis technique (bien respecter les duos isolant/enduit proposés). **Pour les autres solutions** (briques de chanvre, bottes de paille, fibres de bois sans avis technique...) : **vérifier l'assurabilité**

Isolation extérieure enduite (ETICS)

• Panneaux de fibres de bois denses, voire bottes de paille ou briques isolantes



Panneaux de fibres de bois denses

Briques de chanvre "Chanvribloc"

Bottes fixées par sangles sur mur maçonné, ParisHabitat, 2021

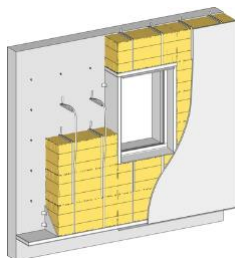


- Les briques végétales peuvent avoir un Λ allant du simple au triple (vérifier que la solution retenue correspond aux besoins), et un bilan environnemental de moyen à mauvais. (Cf. ACV ou FDES)
- Fibres de bois : éviter les solutions très denses, car à énergie grise très élevée.
- Paille : attention au sens de la botte, pour garder un Λ pertinent.
- ITE en paille à la pluie battante en Bretagne et Normandie : on choisira un bardage ventilé plutôt qu'un enduit.

314



Grâce à ce projet de Paris-Habitat, la botte de paille enduite en isolation extérieure sort enfin de la confidentialité* (bottes de 35 ou de 22 cm, fixées sur ossature bois, ou par sangles ou connecteurs plastiques)



Isolation extérieure enduite (ETICS)

• Panneaux de fibres de bois denses, voire bottes de paille ou briques isolantes



Bottes fixées par sangles sur mur maçonné, ParisHabitat, 2021

151

*Le RFCP (filère paille) lance le chantier d'écriture des règles pro « ITE en bottes de paille ». A suivre !

Panneaux de fibres de bois denses

Briques de chanvre Chanvribloc®

315

. Isolation intérieure de murs maçonnés



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



Laine de chanvre
Biofib®



Isolation intérieure
Métisse®



Ouate de cellulose
projetée sur mur pisé

Claude Lefrançois



316



. La plupart de ces solutions sont sous avis techniques ou, pour certains bétons de chanvre, avec règles professionnelles
→ "Techniques courantes" (assurabilité automatique en cas de respect des préconisations)

. La ouate de cellulose a, en plus d'un comportement capillaire séduisant en ITI et d'un bon bilan environnemental, un bon comportement aux tassements pour sa mise en œuvre "projeté machine". (Pour cette mise en œuvre humide : respecter les temps de séchage)

. Isolation intérieure de murs maçonnés

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



. Un mur isolé par l'intérieur étant froid donc humide en hiver (point de rosée), vérifiez que l'isolant que vous choisissez est bien proposé pour l'ITI.

. Pour éviter les tassements, respecter les densités conseillées, les éventuels besoins de pose de traverses, ou la demande d'un agrafage sur ossature.

. Pour l'étanchéité à l'air, l'utilisation de membranes hygrovariables ou orientée génère une solution plus robuste que celui utilisant des pare-vapeurs.

317



. Pour le choix du matériau/produit, et le soin à apporter lors de la mise en œuvre (pour éviter tout tassement...) : **consulter les avis techniques ou les docs fabricants.** (Dans ce dernier cas, vérifiez l'assurabilité des solutions proposées)

. Pour le choix de la membrane, préférer une membrane hygrovariable ou une membrane orientée. (Voir diapos dédiées)

. Excepté éventuellement le liège : **pas d'isolant biosourcé** (comme d'ailleurs la plupart des autres isolants) **sur les murs potentiellement humides** (avec remontées capillaires, mur à la pluie battante insuffisamment protégé...)

. Isolation intérieure de murs maçonnés

„Certaines fibres de bois ou laines de chanvre, de lin, de mouton, de coton recyclé...”, et certaines ouates de cellulose.



204

318

. Isolation intérieure capillaire (pour murs maçonnés "fragiles")



. Certains bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose



Ouate de cellulose projetée humide



Mélange chanvre-terre projeté. EcoPertica

Lien sur vidéo "terre chanvre"

319

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

S. Courgey, Arcanne



. La plupart de ces solutions sont sous avis techniques ou, pour certains bétons de chanvre, avec règles professionnelles → **"Techniques courantes"** (assurabilité automatique en cas de respect des préconisations)

. Les solutions chanvre-terre (locale) et ouate de cellulose ont un très bon bilan environnemental

. Isolation intérieure capillaire (pour murs maçonnés "fragiles")

. Certains bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose



Ouate de cellulose projetée humide



Mélange chanvre-terre projeté. EcoPerbica



. Un mur isolé par l'intérieur étant froid donc humide en hiver (point de rosée), vérifiez que la solution que vous choisissez est bien proposée pour l'ITI.

. Pour éviter les tassements, respecter les densités conseillées, les éventuels besoins de pose de traverses.

. En cas de pose d'une membrane d'étanchéité à l'air, choisir une solution hygrovariable ou orientée génère un résultat plus robuste que celle utilisant des pare-vapeurs.

320

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

S. Courgey, Arcanne

Sont estimés sensibles à l'eau les murs comportant des matériaux putrescibles (encastrement de poutres...), oxydables ou gélifs, et les murs hourdés au mortier de terre. Sont estimés **"très sensibles"** les murs faits de bauges ou d'adobes, et les murs en pisé.

. Isolation intérieure capillaire (pour murs maçonnés "fragiles")

. Certains bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose



Ouate de cellulose projetée humide



Mélange chanvre-terre projeté. EcoPerbica

321



. Pour le **choix de la ouate**,
voir l'**avis technique de chacune**. (Mais
choisir une membrane hygrovariable ou la membrane
orientée pour une solution plus robuste)

. Pour le **choix des bétons de chanvre** : voir les « Règles
pro Chanvre » mais également les docs techniques des
fabricants proposant les couples "liant-chènevotte"

Rappel : excepté éventuellement le liège : pas d'isolant
biosourcé (comme d'ailleurs de nombreux autres isolants) sur
les murs potentiellement humides (avec remontées
capillaires, mur à la pluie battante
insuffisamment protégé...)

322

. Isolation intérieure de murs maçonnés

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



204

. Isolation intérieure capillaire (pour murs maçonnés "fragiles")

. Certains bétons de chanvre projetés et certaines ouates de cellulose



207

. Isolation MOB et cloisons avec ossature



. **Panneaux semi-rigides de fibres de bois, de paille de riz, de chanvre, de lin, de
mouton, de coton recyclé... , bottes de paille, ouate de cellulose voire divers vracs**



Panneaux de paille
de riz FBT isolation®

Laine de coton recyclé
Métisse®



Certains proposent des
mélanges de fibres. Ici
Biofib trio (Chanvre, lin et
coton recyclé). BIOFIB®



Paille de lavande hachée.
(de nombreux vrac sont possibles
une fois gérés les risques de
tassement)

324



. La finition intérieure,
(et en extérieur selon certaines conditions) **peut se faire par un enduit sur panneau végétal. On trouvera alors, en plus des panneaux à base de fibres de bois denses, de laine de bois (Fibralith® ...), ou de liège, plusieurs solutions non encore mentionnées dans la présente formation :**

- **panneaux de roseaux ;**
- **panneaux de paille.**

Rappel : un enduit intérieur réalisé avec soin et ajustement des interfaces peut assurer l'étanchéité à l'air d'une paroi.

Isolation intérieure de murs maçonnés

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

Laine de chanvre
Ouate de cellulose projetée sur mur pisé
Claude Lefrançois

121

Isolation MOB et cloisons avec ossature

Panneaux semi-rigides de fibres de bois, de paille de riz, de chanvre, de lin, de mouton, de coton recyclé... , bottes de paille, ouate de cellulose voire divers vracs

Panneaux de paille de riz, FBT isolation
Laine de coton recyclé légers
Certains proposent des mélanges de fibres: Bi-Bois (Chanvre, lin et coton recyclé, BOFEB)
Paille de lavande hachée (de nombreux vrac sont possibles une fois gérée les règles de l'assemblage)

123

. Réalisation de cloisons autoporteuses

. **Briques isolantes, voire bottes de pailles.** (Ces dernières pouvant selon type de bottes et de mise permettre de réaliser des murs porteurs de petits bâtiments)

Briques de chanvre



Cloison de doublage
ISOHEMP®



Cloison séparative →



Murs en bottes de paille port
Twiza



,et avec grosses bottes





. Isolation terre-plein, bas de murs...

. Panneaux de liège expansé, voire béton léger à base de liège



Panneaux de liège expansé en sol
... et en isolation d'un mur
enterré (ici en attente de protection)



Béton isolant chaux/billes de liège
expansé. Mylène Gajic



Après plusieurs décennies, certains matériaux & mises en œuvre particulièrement séduisants	Chênevotte Balles de riz, de sarrasin, de petit épeautre...	Vrac de laine de chanvre, lin, bois, mouton, tissu recyclé...	Bottes de paille	Quate de cellulose (de papier ou de carton)	Panneaux de liège expansé	Laine de chanvre, lin, bois, mouton, paille de riz, tissu recyclé	Panneaux de fibres de bois denses	Bétons végétaux légers (béton de chanvre...)	Briques végétales isolantes (briques de chanvre...)
Isolation horizontale de coffres	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isol. de sols de greniers et combles NA	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isolation rampants, par le dessus	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥					
Isolation rampants, par le dessous				♥♥♥		♥♥♥			
Isolation rampants, méthode Sarking		♥					♥♥♥		
Fermeture coffres / pare-pluie isolant							♥♥♥		
Isolation de coffres (murs, rampants, ITE)	♥	♥	♥♥♥	♥		♥			
Remplissage entre ossature, finition enduite			♥♥♥	♥♥♥				♥♥♥	♥♥♥
Réfection remplissages entre pans de bois								♥♥♥	♥♥♥
Isolation extérieure enduite (ETICS)			♥♥♥				♥♥♥		♥
Isolation intérieure de murs maçonnés		♥		♥♥♥	♥	♥		♥	♥
ITI capillaire (pour murs maçonnés "fragiles")				♥♥♥				♥♥♥	
Isolation MOB et cloisons avec ossature	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥		♥♥♥			
Réalisation de murs et cloisons (auto-porteurs)			♥						♥♥♥
Isol. terre-plein, bas de murs, isol. enterrée					♥♥♥				

♥♥♥ Solutions particulièrement pertinentes, d'un point de vue technique et/ou économique
♥ Solutions intéressante mais dont la pertinence est moins flagrante et/ou moins systématique, du fait de leur coût, leurs besoins d'adaptation... (au regard des autres solutions biosourcées possibles)



. **Toitures terrasses bois froides : voir la ligne "Isolation horizontale de coffres"**

. **Toitures terrasses bois chaudes. Il sera nécessaire de réaliser une étude hygrothermique dynamique de la paroi (Delfin®, WUFI® ...). Elle préconisera souvent de la ouate de cellulose avec membrane hygrovariable ou orientée.**

Pour des raisons de confort d'été et de robustesse vis-à-vis des risques d'infiltration, nous déconseillons plutôt les toiture terrasse bois chaudes.

Après plusieurs décennies, certains matériaux & mises en œuvre particulièrement séduisants	Chêne-vitex Bûles de rû, de sarrasin, de petit épicéa...	Vrac de laine de chamois, lin, bois, mouton, litiu recyclé...	Bottes de paille	Ouate de cellulose e litiu papier ou de carton	Panneau ux de litiu expansé	Laine de chamois, lin, bois, mouton, paille de rû, litiu recyclé	Panneau ux de fibres de bois denses	Bétons végétaux litiu (béton de chamois...)	Bricks végétaux litiu (bricks de chamois...)
Isolation horizontale de coffres	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isol. de sols de greniers et combles ha	♥	♥	♥	♥				♥	
Isolation rampants, par le dessus	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	
Isolation rampants, par le dessous	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	
Isolation rampants, méthode larking						♥♥♥		♥	
Fermure coffres / pare-pluie isolant						♥♥♥		♥	
Isolation de coffres (murs, rampants, etc.)	♥	♥	♥	♥		♥		♥	
Remplissage entre ossature, finition enduite			♥♥♥	♥				♥♥♥	♥♥♥
Réfection remplissages entre poutres de bois			♥♥♥	♥				♥♥♥	♥♥♥
Isolation extérieure enduite (ETICS)			♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Isolation intérieure de murs maçonnés			♥	♥		♥♥♥		♥	♥
ITI capillaire (pour murs maçonnés "rigides")			♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Isolation MDE et cloisons avec ossature	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Réalisation de murs et cloisons (sans porteurs)	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Isol. terre-plein bas de murs, isol. entente					♥♥♥				



Où l'on réalise que les isolants qui ont le meilleur bilan environnemental et sont les moins onéreux permettent de répondre à la quasi-totalité des situations... Mais il nous faut changer d'habitudes de mises en œuvre.

→ **Laisser les panneaux et rouleaux au profit des bottes de paille ou mises en œuvre "vrac"**

Après plusieurs décennies, certains matériaux & mises en œuvre particulièrement séduisants	Chêne-vitex Bûles de rû, de sarrasin, de petit épicéa...	Vrac de laine de chamois, lin, bois, mouton, litiu recyclé...	Bottes de paille	Ouate de cellulose e litiu papier ou de carton	Panneau ux de litiu expansé	Laine de chamois, lin, bois, mouton, paille de rû, litiu recyclé	Panneau ux de fibres de bois denses	Bétons végétaux litiu (béton de chamois...)	Bricks végétaux litiu (bricks de chamois...)
Isolation horizontale de coffres	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isol. de sols de greniers et combles ha	♥	♥	♥	♥				♥	
Isolation rampants, par le dessus	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	
Isolation rampants, par le dessous	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	
Isolation rampants, méthode larking						♥♥♥		♥	
Fermure coffres / pare-pluie isolant						♥♥♥		♥	
Isolation de coffres (murs, rampants, etc.)	♥	♥	♥	♥		♥		♥	
Remplissage entre ossature, finition enduite			♥♥♥	♥				♥♥♥	♥♥♥
Réfection remplissages entre poutres de bois			♥♥♥	♥				♥♥♥	♥♥♥
Isolation extérieure enduite (ETICS)			♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Isolation intérieure de murs maçonnés			♥	♥		♥♥♥		♥	♥
ITI capillaire (pour murs maçonnés "rigides")			♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Isolation MDE et cloisons avec ossature	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Réalisation de murs et cloisons (sans porteurs)	♥	♥	♥	♥		♥♥♥		♥	♥
Isol. terre-plein bas de murs, isol. entente					♥♥♥				





ANNEXES

- Exemples d'isolants
- Approche prospective basée sur les REX
- **Les labels**
- Assurabilité professionnelle
- Feu - Exemples de parois types
- Les bétons et enduits allégés, voire isolants

336



Et si c'est un sujet nouveau pour vous ?

Se former, et se faire accompagner sur les premiers projets par un.e AMO ou choisir une équipe de maîtrise d'oeuvre connaissant de sujet. **Et choisir un bureau de contrôle connaissant les BS et motivé par le projet.**

... Sachant que plusieurs initiatives proposent des références :

- les labels "**Produit biosourcé**" et "**Produit biosourcé plus**"
- les labels "**Bois de France**", **PEFC** et **FSC**
- le label "**Bâtiment biosourcé**"
- le label "**Bâtiment bas carbone**"



199

337

Label « Produit biosourcé »



- Le label « Produit biosourcé » a pour objectif d'améliorer la visibilité et la reconnaissance des produits de construction contenant un pourcentage significatif de matières premières biosourcées.
- Il a été créé pour distinguer les matériaux biosourcés intégrant une part significative de biomasse, en certifiant leur contenu en matière première biosourcée, avec en seuil minimum :
 - 70 % de matière biosourcée pour les isolants
 - 25% pour les bétons végétaux

Label privé proposé par la SCOP Karibati ; plus d'info sur [Label Biosourcé](#)

338

Label « Produit biosourcé + »



- Ce nouveau marquage, "Produit Biosourcé Plus" est apparu en 2021 pour mettre en évidence les produits biosourcés labellisés dont la teneur en biosourcé est supérieure à 80%.
- Plus d'informations sur ce label : [Label Biosourcé](#)

339

Label « Bâtiment biosourcé »



- Le label d'État « Bâtiment biosourcé » permet de valoriser l'utilisation des matériaux biosourcés dans la construction. Il définit un cadre réglementaire, d'application volontaire.
- Il dispose 3 niveaux d'exigence quantitatifs (en fonction de la masse mise en œuvre) et qualitatifs (fiche de déclaration environnementale et sanitaire, recourt au bois issu de forêts gérées durablement, assurer une faible émission de composés organiques volatils). Le périmètre du Label "Bâtiment Biosourcé" inclut toutes les typologies de bâtiments mais se limite actuellement à la construction neuve. Il a été défini par le décret n° 2012-518 du 19 avril 2012 ([lien](#)) et l'arrêté d'application du 19 décembre 2012 ([lien](#)).
- Les organismes certificateurs pouvant délivrer le label bâtiment biosourcé en association avec leurs certifications : CERQUAL ([Association Qualitel](#)) ; CEQUAMI ([Association Qualitel](#)) et [CERTIVEA](#).

340

Label « Bâtiment bas carbone »



- Le label BBKA est proposé par l'association éponyme et permet de valoriser, selon 3 niveaux de performance (Standard/Performance/Excellence) les démarches bas carbone d'un bâtiment neuf ou rénové sur les phases :
 - **Construction** (mixité intelligente des matériaux, sobriété de la conception)
 - **Exploitation** (énergie faiblement carbonées, ENR...)
 - **Stockage carbone** (présence de matériaux biosourcés)
 - **Economie circulaire** (déconstruction sélective, réemploi de produits, mutualisation des espaces, potentiel de changement d'usage et d'extension)
- Plus d'informations sur ce label : [Association BBKA](#)



341



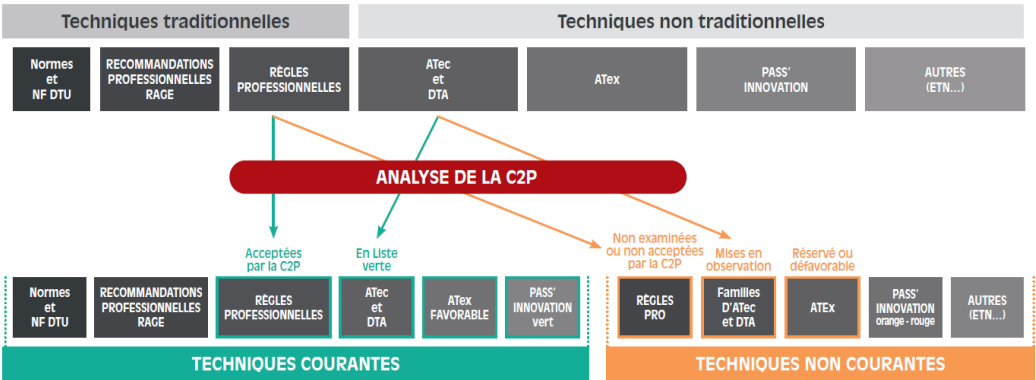
ANNEXES

- Exemples d'isolants
- Approche prospective basée sur les REX
- Les labels
- **Assurabilité professionnelle**
- Feu - Exemples de parois types
- Les Bétons et enduits allégés, voire isolants



Assurabilité professionnelle. Rappels

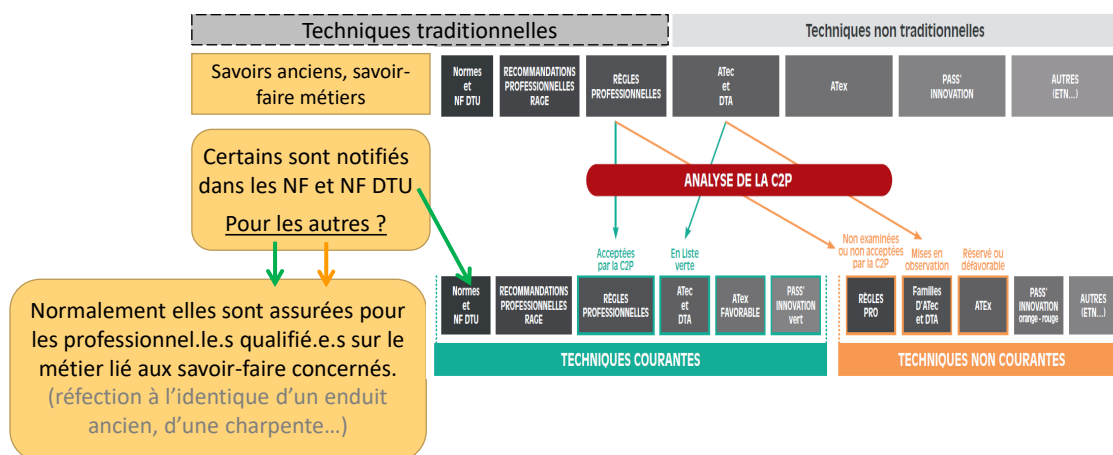
1. Il y a les techniques traditionnelles et les non traditionnelles, les techniques courantes et les non courantes



 346

347

Assurabilité professionnelle. Rappels



348

ANNEXES



- Exemples d'isolants
- Approche prospective basée sur les REX
- Les labels
- Assurabilité professionnelle
- **Feu - Exemples de parois types**
- Les bétons et enduits allégés, voire isolants

349

S. Courgey, Arcanne
Normandie – 21 avril 2024
Les matériaux biosourcés

Rappel

En complément,
une série de parois
types est proposée en
annexe

Les isolants
biosourcés,
il paraît que
ça brûle ?

133

151

350

S. Courgey, Arcanne
Normandie – 21 avril 2024
Les matériaux biosourcés

De nombreux liens laissés
dans cette formation permettent de
visualiser plusieurs dizaines de déclinaisons
possibles de parois, particulièrement à partir
du site catalogue-bois-construction.fr

Le choix proposé dans ce chapitre, fait à des fins
pédagogiques, ne retient qu'un type de paroi, mais
avec des déclinaisons faisant réaliser les éléments
impactant le comportement au feu. On y réalise
entre autres que le comportement au feu
de l'isolant est secondaire dans la
majorité des situations.

En complément,
une série de parois
types est proposée en
annexe

Les isolants
biosourcés,
il paraît que
ça brûle ?

133

151

351

S. Courgey, Arcanne

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

MUR EXTERIEUR
pour exigences globales feu façade - écran thermique CTBX ignifugé
Partie courante

Coupe verticale

Bardage ventilé BS3,d0 mini
Tasseau support de bardage
Pare-pluie
Ecran thermique panneau CTBX ignifugé 15mm mini B-s3,d0
Voile travaillant
Isolant
Parement mural intérieur
Complément d'isolation par l'intérieur
Pare-vapeur

Source : <https://catalogue-bois-construction.fr/structures-enveloppes/configurateur-de-solutions/>

Le site catalogue-bois-construction.fr propose de très nombreuses parois : murs extérieurs, murs intérieurs, façades bois, sols, rampants, toitures terrasses, ITE...

Chaque mur est renseigné selon si on lui demande ou pas une exigence globale feu façade. Dans notre exemple ce point est résolu avec un CTBX ignifugé, mais le site propose également diverses plaques de plâtres, ou de la laine de roche haute densité.

En // aux parties courantes, ce même site, ou d'autres ([voir fiches Adivbois](#)), insistent sur les interfaces ([entre parois et parties de parois...](#)). Sur ce sujet également la résistance d'une chaîne correspond à celle de maillon le plus faible. La gestion des détails a donc toute son importance

Dans la plupart des propositions, l'isolant se trouve derrière des panneaux assurant le comportement au feu. Il ne leur est donc pas exigé de tenue au feu spécifique

352

S. Courgey, Arcanne

Fibois Normandie – 21 avril 2024

Les matériaux biosourcés

MUR EXTERIEUR
pour exigences globales feu façade - écran thermique CTBX ignifugé
Partie courante

Coupe verticale

Bardage ventilé BS3,d0 mini
Tasseau support de bardage
Pare-pluie
Ecran thermique panneau CTBX ignifugé 15mm mini B-s3,d0
Voile travaillant
Isolant
Parement mural intérieur
Complément d'isolation par l'intérieur
Pare-vapeur

Source : <https://catalogue-bois-construction.fr/structures-enveloppes/configurateur-de-solutions/>

Exemple de mur extérieur bois avec exigence feu-façade et REI 30 mn

Sur le site source, plusieurs configurations sont chaque fois apportées, avec des infos sur leurs performances thermiques et acoustiques.

FEU		ACOUSTIQUE	THERMIQUE		
Solutions en parement intérieur	Performance de résistance au feu en minute	Affaiblissement acoustique aux bruits aériens extérieurs RA,tr en dB	Conductivité thermique (lambda) de l'isolant en W/m.K	Coefficient de transmission thermique Up en W/m2.K	Résistance thermique R en m2.K/W
2 BA 13	REI 30	49	0.032	0.186	5.12
1 BA 15F	REI 30	47	0.032	0.186	5.12
1 BA 18	REI 30	48	0.032	0.186	5.12

Largeur des montants : 145 mm
Isolant extérieur : 0 mm
Isolant intérieur : 50 mm

FEU		ACOUSTIQUE	THERMIQUE		
Solutions en parement intérieur	Performance de résistance au feu en minute	Affaiblissement acoustique aux bruits aériens extérieurs RA,tr en dB	Conductivité thermique (lambda) de l'isolant en W/m.K	Coefficient de transmission thermique Up en W/m2.K	Résistance thermique R en m2.K/W
2 BA 13	REI 30	49	0.032	0.16	5.99
1 BA 15F	REI 30	48	0.032	0.16	5.99
1 BA 18	REI 30	49	0.032	0.16	5.99

Largeur des montants : 180 mm
Isolant extérieur : 0 mm
Isolant intérieur : 50 mm

353





Pour la fin de cette présentation, nous allons faire exception pour nous intéresser à plusieurs solutions dont la proportion de végétal descend bien en dessous des 80% (jusqu'à 40 voire 20%)

... car ce sont d'après nous des solutions pouvant avoir de réels intérêts !



Dans ce diaporama, nous ne nous intéressons qu'aux matériaux dont la grande majorité des composants (>80%) est d'origine végétale ou animale

9

358



Matériaux biosourcés



- **Le bois en structure** : charpente, ossature, panneaux
- **Des isolants** : en panneaux ou rouleaux (liège, fibres de bois, chanvre, lin, algue, paille de riz, coton recyclé...), en vrac (ouate de cellulose, anas de chanvre, balles de riz...), bottes de pailles...
- **Des éléments menuisés** : fenêtres, portes, volets, escaliers, protections solaires...
- **Des parements intérieurs et extérieurs** : bardages, parquets, panneaux, toile, moquette... en bois, bambou, jonc de mer, laine, jute, coton...
- **Des sous-couches techniques** : rupteurs acoustiques, ragréage...
- **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
- **Composites plastiques** (matrice, charges...) et **composants de la chimie** (pour colles, peintures...)

10

359

. Briques et bétons végétaux (légers?)



Projection de chanvre-chaux, ou mieux, de chanvre-terre, pour murs, sols entre niveaux, ou isolation toiture

Exemple d'utilisation d'Agrestih® (traitement acoustique extérieur)



Chanvribloc®

... ou en briques



Briques Biosys®



Cloison ISOHEMP®

Le "terre-paille", renseigné par le guide des bonnes pratiques de la construction terre ([lien](#)) comporte de nombreuses analogies avec les mélanges à base de chanvre



Projet de briques en fibres de bois ou de miscanthus. NATURBLOC®

Béton Végé

360

Notons qu'un des intérêts des remplissages en **bétons végétaux** est de pouvoir utiliser des bois ronds, et/ou de valoriser des bois de petites tailles, ou non totalement rectilignes. Malheureusement, cette piste ne semble pas encore motiver les acteurs de la filière.



. Briques et bétons végétaux (légers?)



Exemple d'utilisation d'Agrestih® (traitement acoustique extérieur)

Le "terre-paille", renseigné par le guide des bonnes pratiques de la construction terre ([lien](#)) comporte de nombreuses analogies avec les mélanges à base de chanvre



Projet de briques en fibres de bois ou de miscanthus. NATURBLOC®

361

S. Courgey, Arcanne
Fibris Normandie – 21 avril 2024
Les matériaux biosourcés

Béton légers

Les acteurs des filières biosourcées y travaillent, particulièrement avec la chènevotte. Si cette piste comporte des réels atouts*, plusieurs éléments nous invitent à rester prudents :

- la chènevotte étant putrescible, une mise en œuvre sur mur humide (remontées capillaires...) n'est pas possible
- l'aspect capillaire de ces diverses solutions est rarement renseigné ; il est pourtant crucial
- le lambda des solutions proposées varie du simple au triple selon le mélange, le type de mise en œuvre... : rechercher des $\lambda \leq 0,09$ W/mK. (Briques les plus légères et projetées machine légers)
- en attendant la généralisation des formulations utilisant l'argile**, le liant, mélange adjuventé à base de chaux et/ou de ciment grève fortement le bilan environnemental, très bon, de la chènevotte.



<https://www.youtube.com/watch?v=f5LNVTr6dUk>

. Briques et bétons végétaux (légers?)



* Voir le chapitre « Les matériaux hygroscopiques » en annexe, et l'article « béton de chanvre » ([Lien](#))

362

S. Courgey, Arcanne
Fibris Normandie – 21 avril 2024
Les matériaux biosourcés

. Enduits isolants utilisant des BS

. Enduit isolant intérieur ou extérieur : solution de remplacement (« par défaut ») lorsque l'on ne peut pas isoler, pour des raisons techniques ou patrimoniale.

Sur les 9 enduits isolants ($0,028 \leq \lambda \leq 0,07$) proposés en France, 4 comportent des biosourcées →

Assurabilité, prix... : voir annexe

Parnatur®
(ParexLanco®)

Chaux adjuventée + chènevotte

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



Haga biotherm®
(HAGA®)

Chaux adjuventée + granulés de liège

$\lambda = 0,07$ W/mK
 $\mu = \text{de } 5 \text{ à } 8$



Diathonite Evolution
(Diasen®)

Enduit chaux + liège + silice...

$\lambda = 0,045$ & $\mu = 4$



Thermactive.037
(Diasen®)

Enduit chaux + liège + silice...

$\lambda = 0,037$ W/mK
 $\mu = 3$



363

. Intégration de végétaux dans des enduits



Enduits chanvre chaux



Intégration de sciure de bois, paille hachée, balles de céréales (photo)... dans des enduits terre (qq. fois chaux et/ou plâtre)

364



Avec un pouvoir isolant
3 à 10 fois moindre que les
enduits isolants*, 2 à 6 fois moindre
que les bétons projetés machine et briques
végétales les plus légères, on ne parle plus ici
d'isolation mais de "**correction thermique**".
(Ils n'isolent pas, mais transforment néanmoins un
parement minéral, froid en hiver, en parement à
plus faible effusivité*. C'est donc une solution pour
les finitions intérieures et non pour la masse)

* +/- selon la proportion de végétal et type de végétal apporté. On
pourra de fait avec ce type de solution trouver des solutions
médianes entre inertie intérieure et faible effusivité

. Intégration de végétaux dans des enduits



Enduits chanvre chaux



Intégration de sciure de bois, paille hachée, balles de céréales (photo)... dans des enduits terre (qq. fois chaux et/ou plâtre)

102



365



Concernant leur aspect **agréable à travailler** il n'y a, avec l'outillage adéquat, pas photo, entre autres avec une impression de mettre en œuvre des matériaux de qualité. Mais attention aux mises en œuvre machine, souvent fastidieuses, même si leur utilisation est assez limitée en temps au regard des préparations et finitions.



Nous n'avons pas encore eu de retour d'isolant biosourcés qui seraient irritants



Laisser une personne en continu à la projection ou à l'insufflation n'est pas humainement envisageable.

350

366

m

Bétons allégés :
en plus d'un bilan environ-
nemental et d'une gestion de fin de
vie meilleurs, le fait de choisir de la
terre en liant plutôt que des chaux
et/ou ciments adjuvés facilite
grandement les opérations
de nettoyage du matériel.



Nous n'avons pas encore eu de retour d'isolant biosourcés qui seraient irritants



travailler il n'y a, avec l'outillage adéquat, pas photo, entre autres avec une impression de mettre en œuvre des matériaux de qualité. Mais attention aux mises en œuvre machine, souvent fastidieuses, même si leur utilisation est assez limitée en temps au regard des préparations et finitions.

Laisser une personne en continu à la projection ou à l'insufflation n'est pas humainement envisageable.

156

367



Caractéristiques des matériaux retenues pour le calcul des bilans “CO2” et “énergie grise”

	Bilan CO2	Energie grise	Densité	Lambda
	kgCO2eq/kg	kWh/kg	kg/m3	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 »