

9 mars 2023

Isolants biosourcés: Mythes & réalités

SCOP
les 2 rives

Intervention de **Samuel Courgey**
Expert technique bâtiment & environnement, Association ARCANNE, auteur d'ouvrages de référence, formateur DDQE

Comme promis, le présent pdf vient compléter la conférence du 9 mars. Il comporte quelques pages supplémentaires (picto rose). Pages que nous n'avons pas eu le temps de présenter, que nous avons en réserve pour d'éventuelles questions, ou que nous avons rajoutées suite aux messages du tchat. (Picto)

2

La Scop les 2 Rives, Atelier des Alternatives



Notre parti pris : détourner, questionner et expérimenter ce que sont les nouvelles formes d'habiter, de vivre ensemble et les modèles économiques associés.

Sujets : écologie bâtiment & territoires

Activités : formation, voyages d'études, animation, AMO

Notre objectif : accompagner la mutation des pratiques pro

Avec la MOA, MOE et artisans

Formation DDQE au niveau national Parcours certifiant ... Depuis 20 ans !



Les fils conducteurs de nos activités :

- ➔ Préservation des ressources naturelles et lien avec le vivant
- ➔ Résilience de nos modèles et adaptation au changement climatique
- ➔ Santé environnementale & confort d'usage
- ➔ Approche systémique et pluridisciplinaire - décroïsonner



Pour réinterroger collectivement nos modes de vie, de faire, de concevoir, sur la base de REX éprouvés

SCOP
les 2 rives

scop-les2rives.eu

[Agenda complet des formations](#)

Webinaires « Les Bulles des 2 Rives »

www.scop-les2rives.eu/webinaires



#1 Après demain, la reconversion écologique de nos sociétés s'engagera ? – avec Christian CHARIGNON [[Lien](#)]

#2 La biodiversité, parent pauvre du bâtiment ? – avec Marc BARRA [[Lien](#)]

#3 Passif VS Positif : les différences d'approches dans la conception de bâtiments à faible consommation d'énergie – avec Vincent COLIATTI [[Lien](#)]

#4 « Prêt à porter » ou « sur mesure » ? Quelle méthode pour mener à bien une habilitation énergétique – avec Samuel COURGEY [[Lien](#)]

#5 La terre crue : un matériau ancestral pour inventer l'avenir – avec Dominique GAUJON-MULLER [[Lien](#)]

#6 QAI et renouvellement de l'air – avec Claire-Sophie COEUEVEZ [[Lien](#)]

#7 Halte au bruit ! L'acoustique en construction bois – avec Jean-Louis BEAUMIER [[Lien](#)]

#8 Avec et sans, balade poétique & illustrée – Détours par le récit et le vivant pour passer à l'action en architecture – avec Yves PERRET [[Lien](#)]



#9 Intégration paysagère de la gestion des eaux pluviales et contribution aux enjeux climatiques – avec Didier LARUE [[Lien](#)]

#10 Réenchantons nos quotidiens professionnels – Chacun avec soi et tours pour nous ! – avec Laurent BOITEUX [[Lien](#)]

#11 Lumière rêvée : se réappropriar la lumière naturelle dans le projet – avec Bernard PAULE [[Lien](#)]

#12 Confort d'été & confort d'hiver : quels optimums de conception pour concilier les deux situations ? – avec Vincent COLIATTI [[Lien](#)]


#13 Rénovation énergétique en copropriété : levier de la transition écologique et d'une amélioration du cadre de vie – avec Grégory CLUZEL et Robin LHUILLIER [[Lien](#)]

#14 La ventilation naturelle en question(s) : approche hygiénique, confort d'été, frugalité...? Enjeux et approches pour viser le confort d'usage – avec Karine LAPRAY [[Lien](#)]

#15 Les couleurs, anodines ? De l'émotion à la conception – avec Sylvianne CELLIER [[Lien](#)]

#16 Isolants biosourcés, mythes et réalités – avec Samuel COURGEY [[Lien](#)]

SCOP
les 2 rives



9 mars 2023

Isolants biosourcés: Mythes & réalités

Intervention de **Samuel Courgey**
Expert technique bâtiment & environnement, Association ARCANNE, auteur d'ouvrages de référence, formateur DDQE

SCOP les 2 rives



Objet : profiter d'un retour d'expérience de 30 ans

Et pour celles et ceux qui en veulent plus ?

1. Télécharger le pdf, sur www.associationarcanne.com
2. Lire les nombreux documents proposés (pictos « L » verts)
3. Participer à la prochaine conférence dédiée de la scop ([lien](#))
4. Suivre la formation "IBS" de la Scop les 2 rives ([lien](#))

1. Un sujet qui n'est pas nouveau

7



Début des années 90

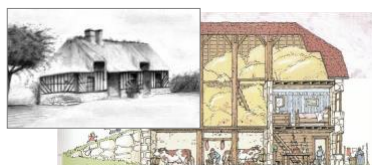


Archi : JM.Haquette

Fin des années 90

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

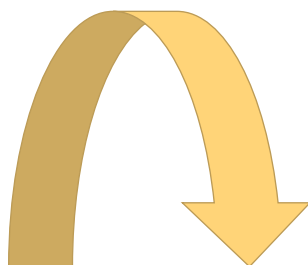
Dès les années 70



Années 2000



La Damassine. Archis : atelier HaHa

Gaujard
Technologie
SCOP

Bâtiment frugal ???

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

8



En France, le sujet « biosourcé »

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

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

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

9



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 « biosourcé »

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

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

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

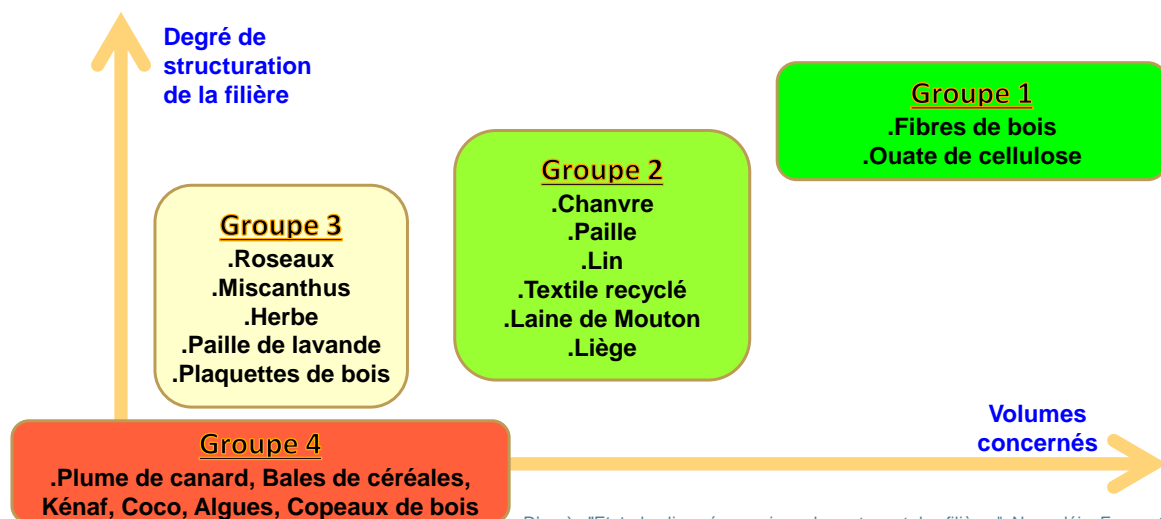
9

10

2. De nombreux matériaux et filières

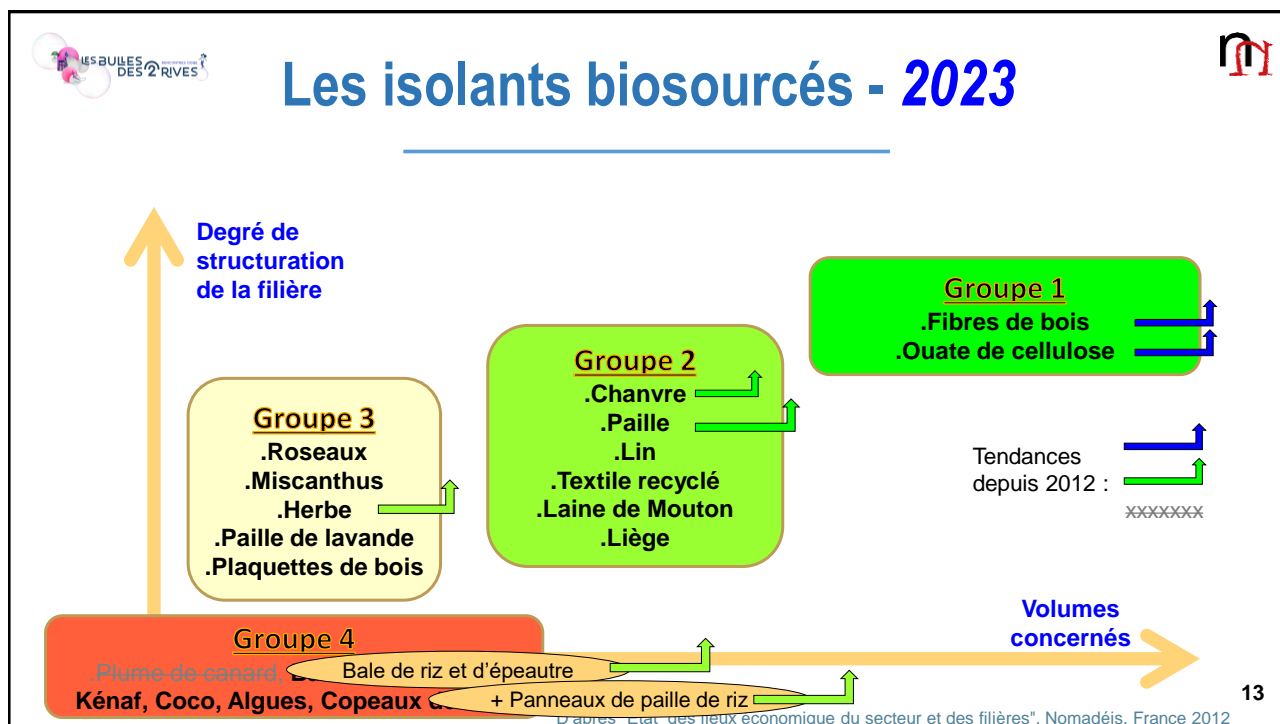
11

Les isolants biosourcés - 2012



12

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





**Avec parfois
des relais régionaux, et
souvent une mission dévolue
à la promotion des biosourcés
au sein des centres de
ressources "Bâtiment durable"**

**Cliquez pour avoir les
CdR "BD" régionaux**

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

15



3. Un premier intérêt indéniable

16


 Rappel

Lutter contre le réchauffement climatique



Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnels du bâtiment :

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

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

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

18

19


 Rappel

Lutter contre le réchauffement climatique



Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnels du bâtiment :

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

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

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

18

20



Utiliser des matériaux à "bon" bilan carbone est une des pistes offertes aux professionnel(le)s du bâtiment pour lutter contre le dérèglement climatique !

Lutter contre le réchauffement climatique

Plusieurs pistes complémentaires sont accessibles aux professionnels du bâtiment :

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

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

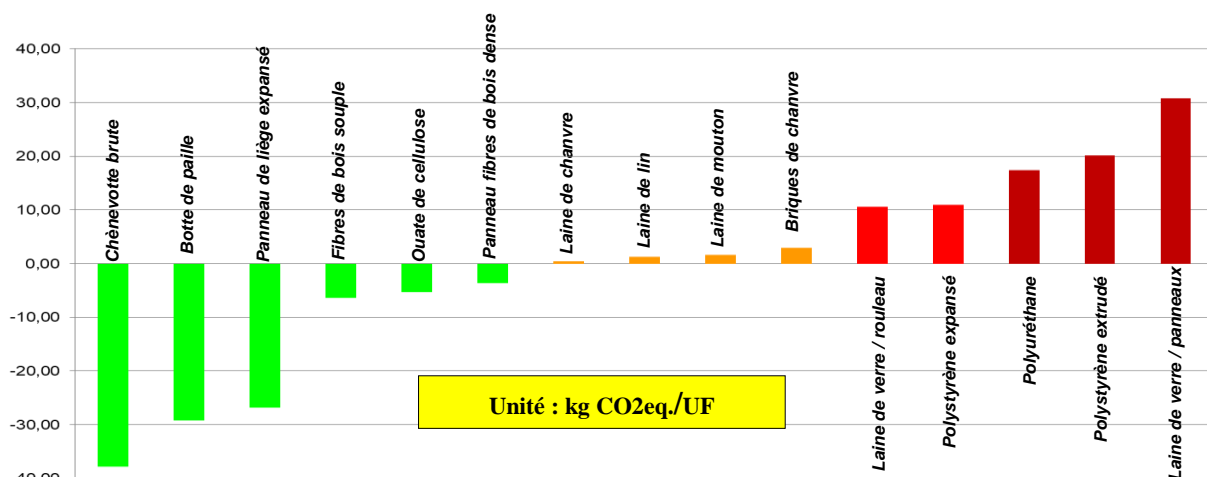
- Utiliser des énergies peu productrices de GES
- Utiliser des matériaux dont la fabrication génère peu de GES
- Utiliser des matériaux "puits de carbone"

13

21

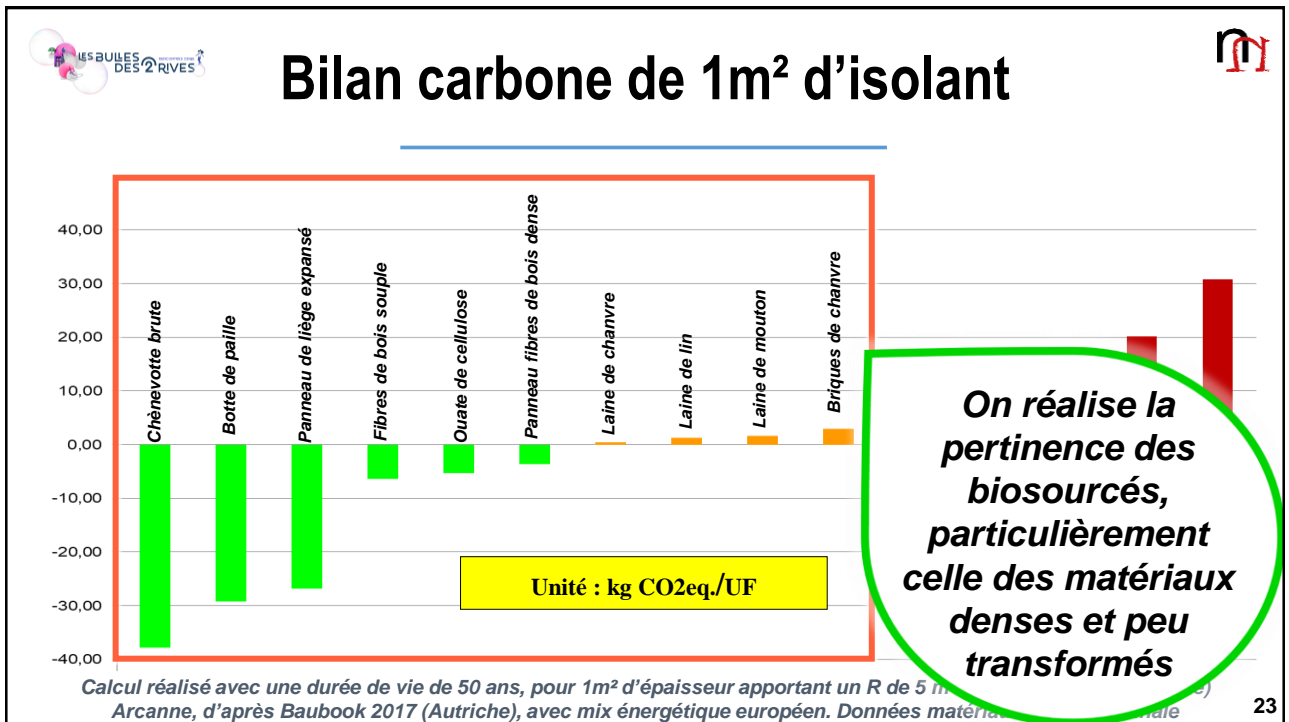


Bilan carbone de 1m² d'isolant



Calcul réalisé avec une durée de vie de 50 ans, pour 1m² d'épaisseur apportant un R de 5 m²K/W. (Unité Fonctionnelle) Arcanne, d'après Baubook 2017 (Autriche), avec mix énergétique européen. Données matériaux : cf. diapo finale

22



Au vu de l'explosion à venir du marché de l'isolation, c'est aujourd'hui qu'il faut faire le choix des isolants biosourcés !

→ D'où la **RE2020** et son calcul "bilan carbone"

→ D'où l'actuelle pétition ([Lien pétition](#))

Bilan carbone de 1m² d'isolant

Unité : kg CO₂eq./UF

Calcul réalisé avec une durée de vie de 50 ans, pour 1m² d'épaisseur apportant un R de 5 m². (Unité Fonctionnelle)
Arcanne, d'après Baubook 2017 (Autriche), avec mix énergétique européen. Données matériaux : UF, diagonale

24

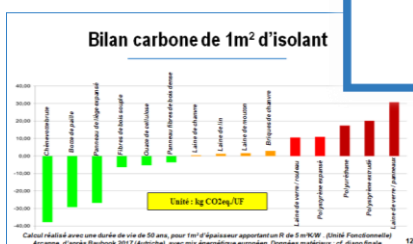
De nombreux échanges
ont eu lieu sur le tchat à ce sujet.

Pour en savoir plus :

- suivre la future bulle des deux rives ([lien](#))
- suivre la formation « Les biosourcés » ([lien](#))
- visiter la page “biosourcés” d’Arcanne* ([lien](#))
- lire “L’isolation thermique écologique” ([lien](#)).

Suite au tchat !

... Et je confirme que, d’après les infos dont je dispose aujourd’hui, je n’ai aucune information dont je sois certain qui confirmerait qu’au kg et pour une isolation identique, la laine de verre aurait un moins mauvais bilan que la laine de roche.



* Les éléments présents sur le site d’Arcanne, principalement sa base de données “isolants”, vous permettront de réaliser, mais pour de très nombreux autres isolants, le même diagramme que celui de la page précédente. (Voir également la dernière diapo de ce pdf)

25

4. De nombreux autres atouts

26



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 et savoir-faire locaux...)
- leur **énergie grise** est souvent meilleure que celle des solutions concurrentes
- leurs **durabilité** et **gestion de fin de vie** sont souvent pertinentes, comme leur **aspect sanitaire** (matériaux plutôt plus faciles à appréhender, même si la plupart nécessite de réelles protections lors de leur mise en œuvre - voir fiches de sécurité)

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

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

27



Suite au tchat !

Plusieurs échanges du tchat semblaient regretter que je n'aie pas parlé de déphasage thermique, qui est effectivement beaucoup plus important avec des isolants biosourcés denses qu'avec les isolants conventionnels (polystyrènes, polyuréthane, laines minérales...)

S'il est vrai que je n'ai pas proposé de focus sur le déphasage, je cite néanmoins son incidence dans le premier alinéa du second § de la diapo précédente. De plus je parle d'hygroscopicité diapo 59. (C'est une des caractéristiques qui influe sur le déphasage, comme d'ailleurs sur le fait que le lambda des BS se dégradent moins que celui des isolants conventionnels lorsque la température s'élève).

Mais on ne peut parler de tout en 1h30 !

Néanmoins j'ai également précisé que la problématique du confort d'été est plus à appréhender pièce par pièce que paroi par paroi.

28



Isolants BS, d'autres intérêts

Outre leur très bonne note carbone :

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

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

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

30

➔ Si des **tendances** (souvent positives à très positives) **sont repérées, cette famille** (des isolants BS) **n'est pas une famille homogène.**

Isolants biosourcés, d'autres intérêts ?

Outre leur très bonne note carbone :

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

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

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

26

29

Isolants biosourcés – 1^{ers} rappels

1. Un sujet qui n'est pas nouveau
2. De nombreux matériaux et filières
3. En 1^{er} intérêt indéniable : un bilan CO2 séduisant
4. De nombreux autres atouts, mais plus ou moins marqués selon les matériaux et produits (la famille des isolants biosourcés n'est pas homogène)

30

Mais, n'y aurait-il pas un « mais » ?



Isolants biosourcés - Fin de l'intro



1. Un sujet qui n'est pas nouveau
2. De nombreux matériaux et filières
3. Un bilan CO2 séduisant, en 1^{er} intérêt indéniable
4. De nombreux autres atouts, mais plus ou moins flagrants selon les matériaux et produits (la famille des isolants biosourcés n'est pas homogène)

30

31

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 ?

32

Les isolants biosourcés, il paraît que ça brûle ?

33

Le comportement au feu

Sauf exception ils sont classés "E" (résiste à une attaque brève de petites flammes tout en limitant la propagation de la flamme).

→ Bien qu'ils soient beaucoup moins sensibles que d'autres matériaux (polystyrènes, polyuréthanes...), leur emploi impose le **respect des règles constructives d'usage**.



Essai comparatif de 4 isolants. (IDEM 2018)

Cliquez sur
l'image pour
voir le film



L

34

Feu et biosourcés :

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

Le comportement au feu

Sauf exception ils sont classés "E" (résiste à une attaque brève de petites flammes tout en limitant la propagation de la flamme). De fait, bien qu'ils soient beaucoup moins sensibles que d'autres matériaux (polystyrènes, polyuréthanes...), leur emploi impose le respect des règles constructives d'usage.



Essai comparatif de 4 isolants. (CER 2010)



34

Pour en savoir plus :

- 3 conférences d'Olivier Gaujard :
"Bois et BS et sécurité incendie"

38

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 »...)
- La 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)
- 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.
- Pour les ERP, le respect de l'article AM8 (règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux ERP), à savoir qu'ils doivent être protégés côté intérieur par un écran jouant son rôle protecteur durant au moins 15mn pour les parois verticales et les sols, et 30mn pour les autres parois.

40

Suite au tchat !

**De nombreuses questions
ont été posées sur le tchat à ce sujet.
Plusieurs ont leur réponse dans la diapo 40, et
vous avez les conférences d'Olivier Gaujard citées
diapo 38. Mais je vous glisse en complément ce
document que je laisse lors de mes formations :**

L

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 »...)
- La 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 plâtre, lambris ou panneaux bois, panneaux de particules liées au ciment... avec épaisseur adaptée)
- 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.
- Pour les ERP: le respect de l'article AM8 (règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux ERP), à savoir qu'ils doivent être protégés côté intérieur par un écran jouant son rôle protecteur durant au moins 15mn pour les parois verticales et les sols, et 30mn pour les autres parois.

43

41

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

50

Hygro-vulnérabilité

. Excepté le liège, imputrescible, la vulnérabilité à l'eau est réelle, mais :

- elle varie selon les matériaux (comme pour le bois selon les essences, de la laine de chanvre, plus comparable à du chêne, à la paille, plus sensible, tel le sapin ou l'épicéa) ;
- les plus sensibles, ne le sont pas plus que d'autres matériaux très courants (placo...)



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

52

Documents techniques de référence accompagnant la mise en œuvre de très nombreux isolants biosourcés



53



→ Attention, pour le choix de la membrane, ne pas suivre la proposition de base des Avis Techniques des biosourcés en isolation intérieure !

Car ces textes demandent des pare-vapeurs fermés ($S_d \geq 18m$), alors que l'on sait cette solution beaucoup moins robuste qu'avec des membranes hygrovariables ou la membrane orientée !



COMMISSION CHARGÉE
DE FORMULER
LES AVIS TECHNIQUES

54



Suite au tchat !

Depuis le webinaire, plusieurs acteurs se sont étonnés de m'entendre 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 pouvant osciller d'environ 25 à 0,25m) génère une solution constructive plus robuste qu'avec un pare-vapeur conventionnel ($S_d \geq 18m$).
(En premières références : cf. documents diapo 57)

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

→ Attention, pour le choix de la membrane, ne pas suivre la proposition de base des Avis Techniques des biosourcés en isolation intérieure !

Car ces textes demandent des pare-vapeurs fermés ($S_d \geq 18m$), alors que l'on sait cette solution beaucoup moins robuste qu'avec des membranes hygrovariables ou la membrane orientée !



58

55

[illegible]

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 Sd) **pour décréter ce qui fonctionne de ce qui ne fonctionne pas.**
2. Celles/ceux qui s'appuient sur les nouvelles méthodes de simulation (Wufi®, Delfino®... 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.

AOC
Association pour l'Observation et la Connaissance
des Ombres et des Humidités

**HUMIDITÉ DANS
LA CONSTRUCTION**
12 ENSEIGNEMENTS
À CONNAÎTRE

Éditions
L'Éditions
L'Éditions

Éditions
L'Éditions
L'Éditions



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

21

LES BULLES DES 2 RIVES

Si la plupart des IBS sont (plus ou moins) 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*.**

Rappel

Les isolants biosourcés, il paraît que ça pourrait ?

** C'est-à-dire que, comme le bois ou les enduits terre, ils ont une propension naturelle à fixer en eau de la vapeur en fonction du taux d'humidité de l'air, ce qui augmente leur capacité thermique (déphasage...), permet une inertie hydrique, fait que leur conductivité thermique (λ) se dégrade moins à forte température...*

58

LES BULLES DES 2 RIVES

ils sont ouverts à la diffusion de vapeur d'eau, ils sont de légèrement à fortement capillaires, et de légèrement à fortement hygroscopiques.

→ Ce sont ces comportements qui sont mis en avant pour justifier que les isolants biosourcés sont plus adaptés au bâti ancien que les isolants conventionnels (qui sont effectivement non capillaires et non hygroscopiques).

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

59

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

60

L'assurabilité professionnelle

Cet argument n'est plus recevable pour :

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

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



COMMISSION CHARGÉE
DE FORMULER
LES AVIS TECHNIQUES



afnor
NORMALISATION

61



L'assurabilité profes

Cet argument n'est plus recevable pour

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

**C'est à la filière
ou à l'industriel de
vous renseigner sur
le sujet.**

(Cette situation n'est pas du tout
spécifique aux seuls isolants
biosourcés)

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

62



L'assurabilité profes

Cet argument n'est plus recevable pour

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

**C'est à la filière
ou à l'industriel de
vous renseigner sur
le sujet.**

(Cette situation n'est pas du tout
spécifique aux seuls isolants
biosourcés)

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

54

**... Sauf que les acteurs
souhaitant promouvoir les
matériaux les moins transformés et
les moins onéreux, qui sont de plus les
plus vertueux, ne peuvent, faute de
moyens, que très difficilement assurer
cette prestation. C'est là une situation
regrettable et à faire évoluer pour
réussir la transition écologique
du bâtiment. (Cf. diapo 72)**

63

L'assurabilité professionnelle



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



Mais plus généralement, en "porte d'entrée" : l'ensemble de leur collection "12 enseignements à connaître"



67



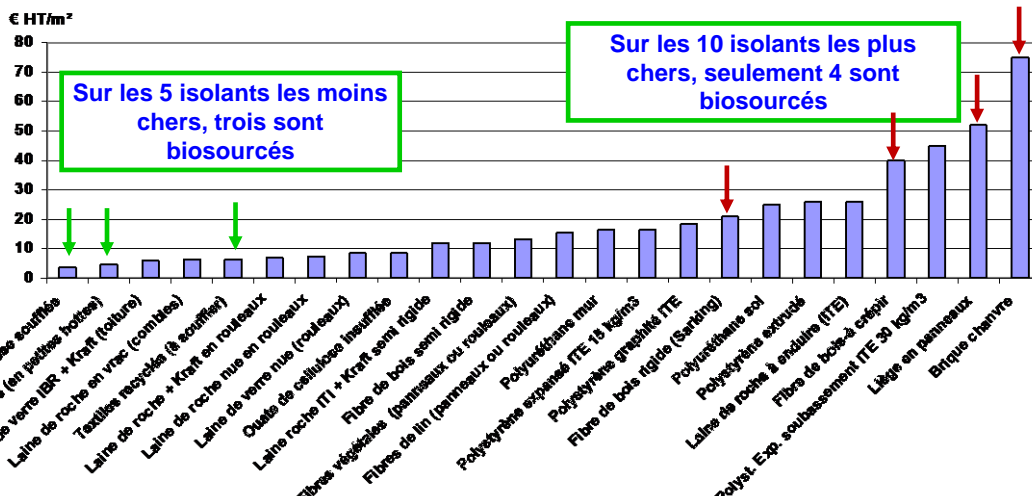
**Ok, mais
les isolants
biosourcés, c'est
beaucoup plus
cher, n'est-ce
pas ?**

68

Coût des isolants biosourcés

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

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



69

Coût des isolants biosourcés

Si le prix à l'achat est plus élevé pour environ un isolant biosourcé sur 2, vis-à-vis des autres isolants, les études nous montrent que **ce surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis.**

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



Etude de référence sur le sujet
(CéRéMA Ouest)

70



Coût des isolants biosourcés



Si le prix à l'achat est plus élevé pour environ un isolant biosourcé sur 2, vis-à-vis des autres isolants, les études nous montrent que **ce surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis.**

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



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



Vous verrez également en seconde partie de conférence que les solutions "vrac" ou peu transformées (partie gauche du tableau diapo 90) peuvent aller dans la majorité des volumes à isoler.

... Et ce sont les solutions peu onéreuses et à très bon bilan environnemental !

La problématique des isolants BS n'est donc pas liée au prix de l'isolant, mais au changem.^t d'habitude de mise en œuvre et surtout, au portage de son développem.^t.

Et effet, il ne peut être que (semi) public, car les solutions les plus opportunes, du fait qu'elles repèrent des matériaux peu transformés et peu onéreux, n'intéressent pas suffisam.^t les acteurs privés.

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

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

77

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 contactez directement le fabricant.
- **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>

78

LES BULLES DES 2 RIVES

m

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

→ Besoin de points ressources dédiés (Les centres de ressources BD s'affairent à remplir cette mission. Voir diapo 15)

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 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, 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>

79

LES BULLES DES 2 RIVES

m

En guise de conclusion

80



81

**Gardons une
approche objective, et
n'oublions pas que le 1^{er}
critère de choix pour un
matériau est de connaître son
"adaptation à l'usage", mais
également, pour vous
professionnel.le.s : son
assurabilité.**



69

82



Isolants biosourcés (Conclusion)

Des matériaux séduisants, divers, connus depuis plusieurs décennies pour la plupart, et qui concourent à sauvegarder l'habitabilité de la planète,

, et qui comme les autres ont des + et des –

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

83

9 mars 2023 • Partie 1/2

Questions / Réponses

SCOP
les 2 rives

Intervention de **Samuel Courgey**
Expert technique bâtiment & environnement, Association ARCANNE, auteur d'ouvrages de référence, formateur DDQE




9 mars 2023 • Partie 2/2

Temps 2:
Focus sur les matériaux
et les mises en œuvre
particulièrement
séduisantes

Intervention de **Samuel Courgey**
Expert technique bâtiment & environnement, Association ARCANNE, auteur
d'ouvrages de référence, formateur DDQE

SCOP
les 2 rives



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

89

	Chènevotte 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, 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 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)

90

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.

Ouate de cellulose

Chènevotte

Laine de chanvre brute. Eco-Pertica

Balles de riz
Bâtir en balles

91

34

. Pour l'isolation entre niveaux, si on garde des isolants sensibles à l'eau (BS autre que le liège, mais également laine minérale peu dense...), on étanchera les sols des pièces humides (revêtement de sol/plinthes étanches, pente, siphon de sol)

. Pour les combles non aménagés, choisir un matériau ou une finition limitant les risques de déplacem.^t de l'isolant

. Vérifier la capacité de portance des plafonds.
(Ces solutions vont de 10 à 100 kg/m²)

Isolation horizontale (pour toitures, combles, balcons, terrasses, etc.)

Balles de riz, de sarasin 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-Percos
Balles de riz
Riz en balles

. Ces mises en œuvre générant peu de contrainte à l'isolant, de nombreuses solutions alternatives peuvent séduire pour les chantiers "frugaux"
(Mais bien vérifier qu'elles seront assurées)

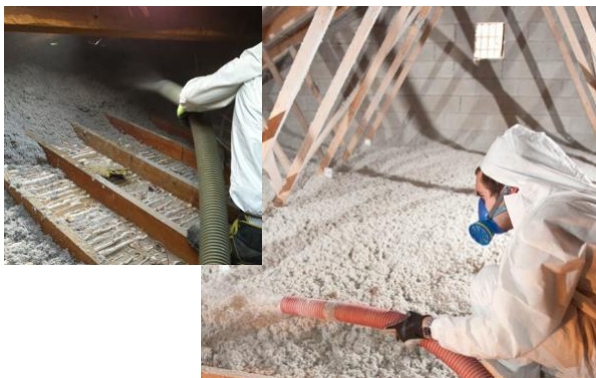
92

Pour greniers et 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



93

Pour greniers et combles non aménagés



. Bottes de paille



Photo S. Vouillot

. Vérifier l'adéquation avec l'assurance incendie.

(Dans certains cas il faudra recouvrir la paille : plancher, barbotine de terre...)

- . Pour les sols ne pouvant supporter une véritable charge (ici de 35 à 50kg/m²), on préférera une solution moins lourde, telle la ouate de cellulose, 2 à 3 fois plus légère.

94

. 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)

96

. Isolation par le dessous (rampant et plafond)

. 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-Perlica)

97

. Vrac : vérifier leur compatibilité vis-à-vis de la l'inclinaison de la toiture. (Afin d'éviter

les tassements : respecter les densités conseillées et demandes de poser des traverses)

. Avant de trancher le choix du matériau, vérifier si les plafonds peuvent supporter la surcharge occasionnée. (Les solutions oscillent entre 40 à 200 kg/m³)

. Particulièrement pour le vrac, on préférera des pare-pluies rigides.

98



. 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)



99

. Isolation de coffres (pour murs, rampants, ITE)

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



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



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



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

100



. Remplissage (entre ossature), finition enduite (murs)

- . Bottes de paille et "Bétons" végétaux légers 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®

101



. 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®



102



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



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

. Seules les mises en œuvre "projection machine" et briques sont citées, car les autres mises en œuvre de conglomérats chanvre 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 porteurs ou non à base de copeaux de bois, miscanthus... (FIXOLITE®, NATURBLOC®)

103



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



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

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

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

et :

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

, et un article téléchargeable :



104

. 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

106

. Pareil à de nombreux isolants conventionnels, les **panneaux de fibres de bois denses**

(= produits usuellement utilisés pour l'isolation starking et les ITE enduites) **ne peuvent se justifier en forte épaisseur.** (A partir d'une certaine isolation, les centimètres ajoutés demandent plus d'énergie à être produits que ce qu'ils vont générer en économie de chauffage)

→ Si vous souhaitez une isolation très performante, il vous faut donc ajuster le choix du matériau en tenant compte de son énergie grise.



107



La damassine (25)
ERP, 2010

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



Bottes de paille
AMACO

Bottes fixées par sangles sur mur
maçonné. ParisHabitat, 2021

. Si l'**enduit sur botte de paille** est maîtrisé*, attention à :

- bien gérer les éventuels changements de supports (pose de trame...), et bien mettre un matériau en interface entre toute pièce de bois ou d'ossature et l'enduit ;
- vérifier la pérennité de la paille sous enduit sur les façades à la pluie battante dans les régions humides (Bretagne & Normandie), et sur les façades nord qui recevraient la pluie.
(Certaines vallées de montagne)

* Voir principalement les « [Règles pro de la construction paille](#) »

112



. Isolation intérieure de murs maçonnés

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



Laine de chanvre
Biofib®



Isolation intérieure
Métisse®



Ouate de cellulose
projetée sur mur pisé

Claude Lefrançois



113

. Pour le choix du matériau, 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 54 à 56)

. Excepté éventuellement le liège : pas d'isolant biosourcé (comme d'ailleurs de nombreux autres isolants) **sur les murs potentiellement humides** (avec remontées capillaires, murs non protégés de la pluie...)

114

Isolation intérieure de murs maçonnés

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



121

. Il est à préciser que la quasi-totalité des points d'attention et autres « conseils » proposés dans ce diaporama ne sont pas spécifiques aux seuls isolants biosourcés !

Isolation intérieure de murs maçonnés

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



121

114

115

. Isolation int. 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"

117

. Sont estimés "fragiles",
principalement les murs faits
de bauges ou d'adobes, les murs
en pisé, et les murs maçonnés
hourdés au mortier de terre.

- . Pour le choix des ouates de cellulose,
voir l'avis technique de chacune.
- . Pour le choix des bétons de chanvre :
voir les « Règles pro Chanvre » mais
également les docs techniques des
fabricants proposant les couples
"liant-chènevotte"



118

. Enduits isolants

. Pour l'intérieur ou l'extérieur. Solution de remplacement (« par défaut ») lorsque l'on ne peut pas isoler, pour des raisons techniques, patrimoniales...

Parnatur®
(ParexLanco®)

Chaux adjuvée
+ chènevotte

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



Haga biotherm®
(HAGA®)

Chaux adjuvée +
granulés de liège

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



122

. 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)

123

Isolation intérieure de murs maçonnés

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



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 vrac



122

. 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 le présent diaporama :**

- 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.

124

. Réalisation de murs / cloisons (auto)porteuses

. Briques isolantes, voire bottes de pailles

Briques de chanvre



Cloison de doublage
ISOHEMP®



Cloison séparative



Murs en bottes de paille
porteuses Twiza

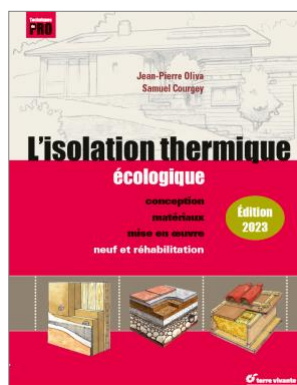
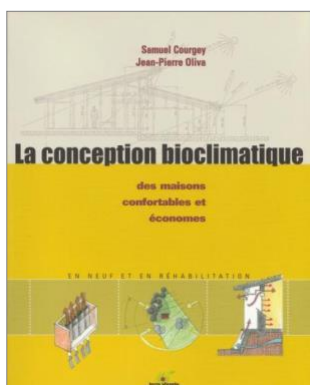


,et avec grosses bottes

125



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



Chaque image contient un lien internet actif

128



**La nouvelle version
de *l'isolation thermique
écologique* est désormais
disponible ou commandable
chez les bons libraires !**

(Donc merci d'éviter Am.... !)

Pub... Pub... Pub... Pub... Pub... Pu



Chaque image contient un lien internet actif

107

129

Plus d'infos
sur la page « biosourcés » du
site www.associationarcanne.com

, avec entre autres une base de données
« isolants » et une autres « matériaux »

Et pour réagir à ce diaporama : envoyez vos
réflexions, compléments, critiques... à :
arcanne.ass@wanadoo.fr

... mais en précisant bien en objet de
mail « Bulle biosourcée »

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

Le diaporama contient la confidentialité 2023

107

130

9 mars 2023 • Partie 2/2

Questions / Réponses

Intervention de **Samuel Courgey**
Expert technique bâtiment & environnement, Association ARCANNE, auteur
d'ouvrages de référence, formateur DDQE



LES BULLES DES 2 RIVES

RENCONTRES DDQE

Les prochains rendez-vous :

Bulle des 2 Rives
Prochaine thématique : Impact carbone des matériaux biosourcés et focus sur le terre-chaivre

Salon Passibat' 2023
Le 29 mars : Table ronde « Comment franchir le cap du BBC vers le Passif avec les biosourcés en rénovation ? »
 & suite à cette Bulle #16
Formation « Les biosourcés comme alternatives aux matériaux conventionnels »
 & **Ressources pour aller + loin**
 Vidéos séminaire « Réhabilitation biosourcée des logements collectifs »

Retrouvez tous les webinaires sur la chaîne **YouTube** de la Scop les 2 Rives et sur scop-les2rives.eu

SCOP les 2 rives

L'actualité de la Scop les 2 Rives



→ Les formations certifiantes et labellisées DDQE
 PARIS - LYON - STRASBOURG - DIJON - CAEN

DDQE Développement Durable et Qualité Environnementale en aménagement du territoire, urbanisme, architecture et construction

2 jours de formation / mois pendant 8 mois & un voyage d'études de 3 jours
 Une invitation à la réflexion collective pour se positionner sur les sujets de l'écologie du cadre bâti et aménagé, avec une approche systémique et globale.

Pour ... **S'affranchir** des modèles conventionnels
 ... **Transformer** les pratiques pour pousser les curseurs plus loin
 ... **Construire** des alternatives en-viables

RDV le 27 mars à midi pour notre 1^{er} webinaire découverte de la DDQE

SCOP les 2 rives

L'actualité de la Scop les 2 Rives

→ Les formations courtes écologie du bâtiment (1 à 2 jours)

À Lyon, Strasbourg, Paris, Dijon, Caen, et à distance

Avec Samuel Courgey :

- Réhabilitation énergétique
- Humidité dans les parois

Et aussi :

- RE2020 et bas carbone biosourcé
- Réemploi & bas carbone
- Construire en terre crue
- Construction paille
- Passif biosourcé
- Cycle « acoustique »
- Bioclimatique urbain : sol, eau, climat
-

Les voyages d'études DDQE

- Bas carbone, vivre ensemble et habitat participatif en France et en Allemagne
- Territoire en transition, au Vorarlberg en Autriche

SCOP
les 2 rives

Caractéristiques des matériaux retenues pour le calcul des bilans "CO2"

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

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