

# ITE – ITI avec des isolants biosourcés

15 solutions technologiques  
pour le confort d'été

## SOMMAIRE

Résumé .....	3
Description physique de la solution .....	4
Sur quel(s) principe(s) la solution agit sur le confort d'été .....	5
Maturité de la solution : Traditionnel ou innovant .....	6
Domaine d'emploi .....	8
Performance technique intrinsèque : Indicateurs de performances .....	10
Performance technique intrinsèque : Durée de vie .....	10
Performance technique intrinsèque : Impact environnemental .....	11
Coûts .....	12
Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Sécuriser la mise en œuvre de la solution	12
Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Considérer les locataires .....	14
Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Dimensionnement de la solution .....	15
Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Commissionnement de la solution .....	15
Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Exploitation et maintenance de la solution	15
Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Quid des autres exigences essentielles ?	16
Points d'attention pour réussir l'appropriation de la solution de la part des locataires .....	16
Performances type à l'échelle de l'ouvrage : Performance constatées par RENOPTIM (expé/lab)...	16
Annexe : la collection Solutions technologiques pour le confort d'été .....	17

## ITE – ITI avec des isolants biosourcés

Fiche rédigée en 2023

Cette fiche est extraite d'une collection de fiches « Solutions technologiques pour le confort d'été » élaborées dans le cadre du programme Profeel et du projet RENOPTIM, piloté par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et l'USH (Union Sociale pour l'Habitat). Cette collection est destinée aux professionnels des travaux qui devront dans le cadre d'opérations de rénovation de bâtiments de logements collectifs en France métropolitaine, prendre en compte le confort d'été dès la définition du projet. L'objectif est d'éclairer *la maîtrise d'ouvrage sur* le confort d'été en amont de la définition des travaux, via 15 solutions décrites précisément, qui contribuent au confort thermique d'été. NB : le détail de la collection figure en annexe. Le parti pris de cette collection est par solution technologique. Pour autant les auteurs ne souhaitent pas laisser à penser qu'une unique brique technologique est susceptible de corriger l'inconfort d'été d'un bâtiment existant.

Ce document ne peut se substituer aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés...) normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, « CPT »).

### Résumé

---

Les isolants thermiques biosourcés sont des isolants thermiques issus de la biomasse animale ou végétale. Ils présentent une conductivité thermique plus élevée que les isolants thermiques conventionnels ce qui peut se compenser par une épaisseur mise en œuvre plus importante. L'inertie thermique par kg de matière de ces isolants est généralement supérieure aux isolants conventionnels. Cependant la **comparaison d'un isolant biosourcé à un isolant non biosourcé pour être conclusive du point de vue thermique et particulièrement pour le confort d'été doit se faire systématiquement à l'échelle d'un logement et non pas d'une paroi**. Le contenu carbone de ces isolants est généralement plus faible que les isolants non biosourcés. Cette qualité est à mettre en regard du bilan global du bâtiment considéré pour conclure sur l'impact dans un projet donné. En cas de mise en œuvre avec un bardage, on sera attentif au choix du matériau du bardage pour ne pas effacer cet avantage carbone du matériau. Le caractère **hygroscopique et organique des matériaux biosourcés impose une protection à l'eau** ou au risque de condensation rigoureuse lors du stockage, de la mise en œuvre et en exploitation.

## Description physique de la solution



Un matériau biosourcé est un matériau issu de la biomasse d'origine animale ou végétale telle que le bois, la paille, le chanvre ou la chènevotte, la ouate de cellulose, le liège, le coton, la laine de mouton...etc. Par ailleurs, certains isolants biosourcés (ex coton, ouate de cellulose) sont issus du réemploi et de la revalorisation des déchets de co-produits, tels que le textile recyclé, le papier, le carton... etc. Généralement des adjuvants pour résister au feu et aux moisissures sont ajoutés ainsi qu'un liant pour les isolants fibreux afin de lier les fibres entre elles. Ils se présentent sous les formes d'isolants souples ou semi-rigides, isolants rigides, isolants en vrac, ou en bloc telles que les structurations de paille.

Au sens de l'arrêté du 19-12-2012 relatif au contenu du label « bâtiment biosourcé », la biomasse est définie comme une matière d'origine biologique, à l'exception des matières de formation géologique ou fossile. Un produit de construction biosourcé est un produit « incorporant majoritairement une même matière biosourcée végétale ou animale ». D'autres définitions plus ou moins rapprochées des biosourcés sont présentées dans le texte de la norme EN 16785 1&2 qui détermine le matériau biosourcé en fonction de sa teneur en produit biosourcé. La norme NF EN 16575 (2014) donne des détails sur le vocabulaire des biosourcés.

Ces matériaux sont différents des matériaux géo-sourcés qui sont issus de ressources d'origine minérale.

Les matériaux biosourcés ont la spécificité physique d'être hygroscopiques. Ils sont constitués d'un réseau de pores présentant une affinité avec l'humidité de l'air environnant en la captant, la stockant et la restituant. Le caractère hygroscopique est à l'origine de l'augmentation spontanée de la teneur en eau dans le matériau lorsque l'air ambiant se charge en humidité. Cela augmente la conductivité thermique du matériau comparé à son état sec ( plus la conductivité thermique est élevée plus le matériau laisse passer la chaleur et donc moins il isole thermiquement).

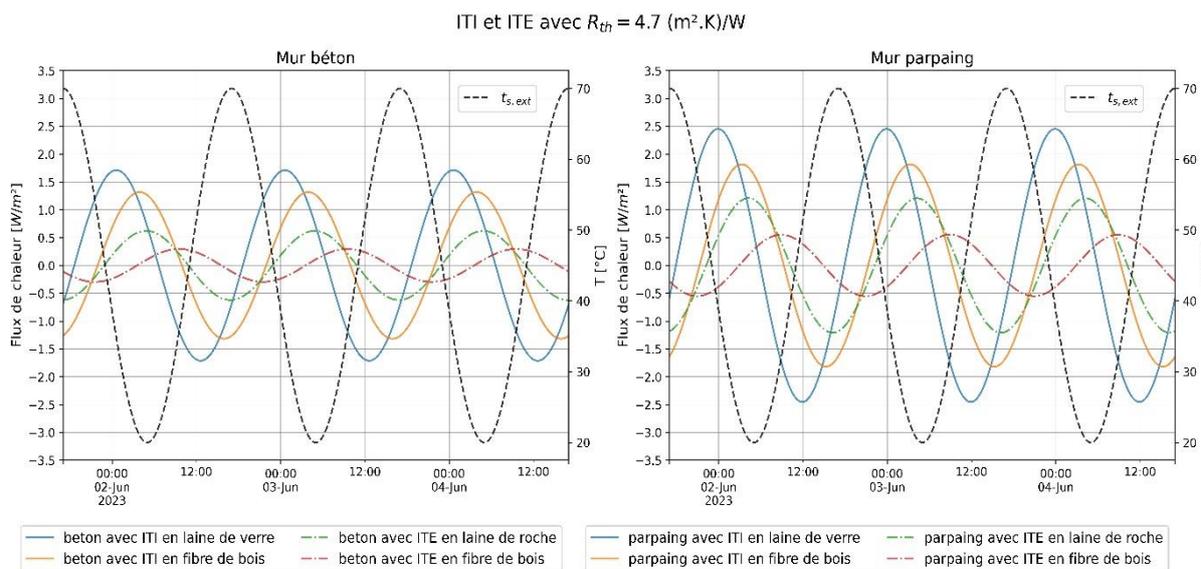
Dans la mise en œuvre et le stockage de ce type de matériaux, il convient de les mettre à l'abri de l'eau liquide afin d'éviter tout risque de dégradation prématurée notamment les moisissures.

## Sur quel(s) principe(s) la solution agit sur le confort d'été

Toutes choses étant égales par ailleurs, l'apport de l'isolant sur une paroi opaque est de modifier le flux de chaleur causé par les sollicitations météorologiques (la température extérieure et le flux solaire incident) traversant cette paroi. Il y a deux effets simultanés et inséparables : l'atténuation de l'amplitude des flux thermiques entrants dans le logement et l'accroissement du décalage dans le temps (déphasage).

La figure ci-dessous illustre cette atténuation et ce déphasage, à l'échelle d'un mur seul, pour deux types de structure support (béton 160 mm et parpaing) en ITE ou en ITI, pour un isolant biosourcé ou en laine de verre ou en laine de roche cela à **iso résistance thermique**.

L'ensemble est sollicité par une simple oscillation de température extérieure de période 24 heures (calcul suivant la norme ISO 13786). Dans ce cadre simplificateur, l'**avantage qualitatif** des isolants biosourcés relativement à l'atténuation et au déphasage s'explique par leur inertie thermique totale plus élevée que les isolants non biosourcés. En effet leur chaleur spécifique par unité de masse est sensiblement plus grande et leur épaisseur plus forte pour compenser leur conductivité thermique plus élevée. On ne perdra pas de vue que sur les échelles de temps qui intéressent le confort thermique d'été (1h, 24h, 1 semaine) à iso résistance thermique et pour un mur en béton, l'alternative ITE / ITI est le facteur principal d'impact en faveur de l'ITE en raison de la conservation de l'inertie thermique de la maçonnerie du coté intérieur au logement avec l'ITE.



Cependant, l'impact sur le confort d'été d'un logement donné doit s'apprécier **quantitativement** comme la résultante de l'ensemble des transferts thermiques entre l'extérieur et l'intérieur d'un logement: les parois opaques isolées en ITI ou ITE, les baies et leurs protections solaires, les ponts thermiques, les planchers haut et bas, la ventilation ainsi que l'ensemble des sources de chaleurs externes et internes : l'occupation, la température extérieure, les flux solaires incidents (ces derniers ne pouvant se réduire à de pures oscillations de 24 heures comme schématisées ci-dessus). **Seule l'approche à l'échelle du bâtiment ou du logement permet de conclure objectivement au cas par cas sur la performance thermique en été comme en hiver.**

## Maturité de la solution : traditionnel ou innovant

---

L'usage des isolants biosourcés en France remonte au début des années 90 et à ce jour, ces isolants demeurent considérés comme innovants malgré un retour d'expérience de plus d'une trentaine d'années.

Hormis pour le liège, la fibre de bois et la ouate de cellulose dans certains emplois bien définis, la plupart des DTU ne se positionnent pas spécifiquement sur les isolants biosourcés mis à part le DTU 45.11 pour le soufflage de la ouate de cellulose en combles perdus et le DTU 31.2 en cours de révision (juin 2024) pour intégrer la fibre de bois en tant qu'isolant traditionnel pour les cas de mise en œuvre en mur à ossature bois. Dès 2001, la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a créé le Groupe Spécialisé n° 20 intitulés « Produits et procédés spéciaux d'isolation » pour faciliter l'instruction de ces produits dans le cadre de l'Avis Technique. Ceci a favorisé le développement de systèmes d'isolation innovants en fiabilisant l'évaluation de leurs performances vis-à-vis de l'ouvrage pour que l'ensemble des acteurs notamment les maîtres d'ouvrages, les maîtres d'œuvre, les entreprises de pose et assurances aient confiance dans des produits bien évalués.

Depuis les premiers Avis Techniques formulés le 18 septembre 2001 par le GS n° 20 concernant la ouate de cellulose, près d'une quarantaine d'Avis Techniques ont été attribués à des procédés d'isolation thermique variés à base de fibres végétales telles (le chanvre, le coton, le bois, la paille de blé...etc.), de produits d'origine animale (laine de mouton, plumes...etc.), ou issus de produits recyclés (papiers, vêtements... etc.).

Ces évaluations techniques restent volontaires et on peut en citer plusieurs pour des isolants biosourcés ayant déjà fait l'objet d'une évaluation volontaire Type (ATEX, ATec, certification, ETE) : cellulose, laine de mouton, chanvre, coton, bloc de chanvre, panneau de paille compressée, liège, fibre de bois...

Ces évaluations ont pour but d'apporter aux acteurs de la construction des informations fiables sur la maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et la durabilité des composants (matériaux, procédés, élément du bâtiment), dans un domaine d'emploi et des conditions de mise en œuvre bien définis.

Parmi les produits biosourcés utilisés à ce jour, certains relèvent d'évaluation obligatoire (marquage CE), mais la majeure partie des industriels ont réalisé des évaluations volontaires pour leurs produits isolants (ATec, Certification type ACERMI). Le tableau ci-dessous présente la liste des évaluations déjà appliquées pour les produits biosourcés.

Produits biosourcés couverts par une Norme ou par un ATE :

Évaluation	Matériau	Référence et produit
Normes (élaborées dans le cadre de la DPC)	Laine de bois Fibre de bois-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norme EN 13168 : Produits manufacturés en laine de bois (WW)</li> <li>• Norme EN 13171 : Produits manufacturés en fibres de bois (WF)</li> </ul>
	Liège	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NF EN 13170 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en liège expansé (ICB) – Spécification.</li> </ul>
Norme (non harmonisée à ce jour)	Cellulose	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NF EN 15101-1 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Isolation thermique formée en place à base de cellulose (LFCI) - Partie 1 : spécifications des produits en vrac avant la mise en place</li> <li>• NF EN 15101-2 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Isolation thermique formée en place à base de cellulose (LFCI) - Partie 2 : spécifications des produits mis en œuvre</li> </ul>
Marquage CE selon l'ETE (Agrément Technique Européenne) - (Volontaire)	Cellulose	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une dizaine de références commerciales</li> </ul>
	Lin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 références commerciales environs</li> </ul>
	Chanvre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 références commerciales environs</li> </ul>
	Laine de mouton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 références commerciales environs</li> </ul>
	Liège (vrac)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0</li> </ul>
	Paille (botte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0</li> </ul>
Marquage CE selon la norme produit harmonisée (obligatoire) <sup>1-</sup>	Fibre de bois	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une dizaine de références commerciales</li> </ul>
	Laine de bois	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 références commerciales environs</li> </ul>
	Liège	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 références commerciales environs</li> </ul>
<p>1- Le marquage CE est obligatoire pour la mise sur le marché européen d'un produit de construction. Il atteste qu'un produit de construction est en conformité avec les exigences essentielles des directives européennes, dont la Directive Européenne Produits de construction (DPC 89/106/CEE). Un produit de construction peut être marqué CE s'il est conforme, soit à une Norme harmonisée, soit à un Agrément Technique Européen (ATE)</p>		

## Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi précis est défini dans l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application, qui précise notamment les sollicitations en termes d'humidité, de température, incendie et sur le plan mécanique et de la conformité aux exigences réglementaires du code de la construction et de l'habitation. La description de la mise en œuvre (par application visée) y compris pour les principaux points d'attention est analysée vis-à-vis des règles de l'art ou de leur adaptation spécifique.

Le tableau ci-dessous **résume une première approche des principales compatibilités de mise en œuvre** par famille d'isolant biosourcé pour la rénovation thermique des bâtiments. **Il est directement issu du « Guide de la rénovation de parois à l'aide de matériaux biosourcés » publié par le CODEM ®-en 2021.** Suivant ces travaux, l'ensemble des produits présentés ci-dessous disposent d'un document justifiant soit l'aptitude à l'emploi, soit de labels et/ou certification parmi lesquels on peut citer : les ATec et ATEx, les règles professionnelles (pour la paille et le béton de chanvre), soit des déclarations environnementales et sanitaires (FDES, émission COV), soit des certifications (ACERMI), soit des labels (produit biosourcé pour le bâtiment PEFC et FSC) ou des PV d'essais (acoustique et feu).

Famille d'isolant	Ancienneté de la structure rénovée	Type de structure rénovée	ITE Enduit	ITE Bardage	ITI	ITR	
Souple ou semi-rigide : laines (chanvre-bois-paille de riz, herbe, mouton, lin, vêtements recyclés...	<1948	Briques ou pierres hourdées	X	✓	✓	X	
		Ossature bois / colombage / pan de bois / galandage	X	✓	✓	✓	✓
	> 1948	Monomurs	X	✓	✓	X	
		Béton / bloc béton	X	✓	✓	X	
Rigide : Fibres de bois et liège	<1948	Briques ou pierres hourdées	✓	✓	✓	X	
		Ossature bois / colombage / pan de bois / galandage	✓	✓	✓	✓	✓
	> 1948	Monomurs	✓	✓	✓	✓	✓
		Béton / bloc béton	✓	✓	✓	X	
Vrac : ouate de cellulose, fibre de bois, fibre de chanvre, Coton, liège, balles de céréales	<1948	Briques ou pierres hourdées	X	✓	✓	✓	✓
		Ossature bois / colombage / pan de bois / galandage	X	✓	✓	✓	✓
	> 1948	Monomurs	X	✓	✓	✓	✓
		Béton / bloc béton	X	✓	✓	✓	✓

Famille d'isolant	Ancienneté de la structure rénovée	Type de structure rénovée	ITE Enduit	ITE Bardage	ITI	ITR	
Bétons végétaux : béton de chanvre (seule technique courante de BV couverte par des règles pro) béton de lin, de colza...	<1948	Briques ou pierres hourdées	✓	✓	✓	✓	✓
		Ossature bois / colombage / pan de bois / galandage	✓	✓	✓	✓	✓
	> 1948	Monomurs	✓	✓	✓	✓	✓
		Béton / bloc béton	✓	✓	✓	✓	✓
Paille : technique courante couverte par des règles pros, essentiellement paille de blé en botte	<1948	Briques ou pierres hourdées	✓	✓	X	✓	✓
		Ossature bois / colombage / pan de bois / galandage	✓	✓	X	✓	✓
	> 1948	Monomurs	✓	✓	X	✓	✓
		Béton / bloc béton	✓	✓	X	✓	✓

L'usage de ces procédés est destiné à une installation côté intérieur ou extérieur des parois : – Parois verticales de construction maçonnées ou à ossature, – Parois inclinées de rampants de toitures (intérieur), – Planchers/plafonds de combles perdus, – Planchers intermédiaires, – Planchers bas.

Les mises en œuvre peuvent être différentes selon les climats (plaine, montagne, bord de mer), – types de parois et de structure, position de l'isolation, matériaux et produits en contact, température d'utilisation, etc. – hygrométrie du local sous-jacent, – agressivité ou non de l'ambiance intérieure, – atmosphère extérieure (si lame d'air ventilée sur l'extérieur) selon cahier 3194\_V3 du CSTB.

Le tableau ci-dessous donne les principales techniques d'isolation biosourcée, ayant fait l'objet d'une évaluation technique reconnue favorable pour le domaine de la rénovation thermique des bâtiments dont le logement collectif dans le respect de la structure support visée dans le document d'évaluation technique. Ce tableau n'est pas exhaustif et valable à date de publication de cette fiche solution (juin 2024).

Isolant biosourcé	Référence de l'ATec ou ATEEx ?	Application	ITE/ITI
Fibre de bois-Panneaux rigide	Oui	Mur ou comble	ITE/ITI
Fibre de bois (panneaux rigides ou semi-rigide)	Oui	Mur	ITE
Laine de chanvre en vrac	Oui (ATEEx)	Combles perdus	ITI
Liège (panneau expansé)	Oui	Mur	ITE
Ouate de Cellulose en vrac ou rouleaux ou panneaux	Oui	-Murs à ossature bois- combles rampants	ITI
Composite coton/chanvre/lin ou jute en plus (panneaux ou rouleaux)	Oui	Mur et comble	ITI
Textile en vrac	Oui	Comble	ITI

## Performance technique intrinsèque : Indicateurs de performances

Le tableau ci-dessous présente, à l'état sec, les valeurs indicatives de certaines propriétés thermo hydriques des familles d'isolants biosourcés. Concernant la chaleur spécifique, il n'existe pas de cadre normatif pour les matériaux biosourcés : la **prise en compte de l'impact de l'humidité par les méthodes standards est en cours d'investigation**.

Caractéristique technique principale à l'état sec	Isolants souples ou semi-rigides	Isolant Rigide	Vrac	Bétons végétaux	Paille
Conductivité thermique $\lambda$ (W/m.K) à	0.036 à 0.041	0.038 à 0.05	0.038 à 0.041	0.1 à 0.7	0.048 à 0.08
Épaisseur pour un $R=5$ ( $m^2.K/W$ ) en [mm]	160 à 205	180 à 250	190 à 205	350 à 500	240 à 400
Masse volumique $\rho$ ( $kg/m^3$ )	12 à 80	100 à 270	10 à 60	250 à 700	80 à 120
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau $\mu$	0.5 à 5	3 à 10	1 à 3	7.8	1.15

Les caractéristiques indiquant la performance de chaque technologie de rénovation biosourcée sont évaluées lors de l'instruction du dossier d'avis technique en concordance avec le domaine d'emploi visé. Les caractéristiques ainsi évaluées conformément à des normes sont listées dans le CPT 3713\_V3.

Le produit biosourcé doit conserver ses propriétés : mécaniques, thermiques, résistance au développement fongique, résistance vis-à-vis des développements biologiques (insectes, champignons, microorganismes), anti-termites durant toute la durée de vie du bâtiment.

## Performance technique intrinsèque : Durée de vie

En raison de leur caractère hygroscopique, la durabilité des matériaux biosourcés est tributaire du risque hygrothermique (développement fongique et condensation). Globalement, on peut estimer que le retour d'expérience sur la durabilité des isolants biosourcés est en cours d'acquisition.

L'évaluation de la durabilité des performances dans le temps doit tenir compte d'un retour d'expérience suffisant. Les protocoles d'essais existants à ce jour permettent de caractériser la durabilité des produits vis-à-vis du développement fongique, insectes, mites, termites, mais ne permettent pas l'évaluation de la durabilité des adjuvants nécessaires pour anticiper ces risques.

Au niveau national, les documents de référence pour l'évaluation de la résistance à la croissance fongique des isolants biosourcés sont le CPT 3713\_V3 et le fascicule de documentation (FD P-20-651). Une étude a été réalisée par le FCBA et le CSTB pour déterminer les conditions réelles de température et d'humidité relative pour l'évaluation de la résistance ou la sensibilité des matériaux vis-à-vis d'une contamination fongique en s'inspirant de la norme EN 15101-1 (annexe F) et de la norme NF EN 846.

Ces protocoles permettent de statuer sur la résistance ou la sensibilité intrinsèque des matériaux isolants vis-à-vis des moisissures. Cependant ils ne prennent pas en compte la détermination de cette propriété des matériaux lors de leur vie en œuvre (durée de service) ni l'évaluation de l'impact des procédures de mise en œuvre sur la vulnérabilité du matériau ni les différentes conditions climatiques rencontrées suivant les applications (parois isolantes diverses, rampants de toiture, etc.).

Ce protocole « Évaluation de la résistance des matériaux isolants vis-à-vis de la croissance des moisissures » attribue deux qualifications aux isolants :

- Les isolants résistants aux moisissures à 95% d'humidité relative, qualifiés HR95% : utilisation possible pour des humidités inférieures ou égales à 95 % HR.
- Les isolants résistants aux moisissures à 85% d'humidité relative, qualifiés HR85% : utilisation possible pour des humidités inférieures ou égales à 85 % HR.

Cette qualification est (ou sera) mentionnée dans les Avis Techniques ou documents Techniques d'Application ou ATEX des produits isolants biosourcés. On invite donc le lecteur à rester attentif au contenu de ces documents.

## Performance technique intrinsèque : Impact environnemental

L'analyse des données environnementales disponibles sur la base INIES, à date de rédaction, permet d'obtenir des ordres de grandeur d'impact carbone. Ces points de repère sont à mettre en perspective avec l'impact des autres gestes de rénovation et de la stratégie carbone définie par le maître d'ouvrage à l'échelle du parc.

NB : les émissions de gaz à effet de serre indiquées ci-après sont exprimées pour 50 ans d'utilisation, en comptabilisant les éventuels remplacements de composants au cours de cette période.

Pour un matériau donné, on observe une quasi-proportionnalité entre la résistance thermique et l'impact carbone sur son cycle de vie.

L'impact des principaux isolants non biosourcés pour une résistance thermique d'environ 3,5 m<sup>2</sup>K/W est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Matériau principal	Impact carbone sur 50 ans (kgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )
Polystyrène expansé (PSE) ou extrudé (XPS)	[5;15]
Laine de verre	[2;10]
Laine de roche	[5;25]
Polyisocyanurate (PIR)	[10;15]
Polyuréthane (PUR)	[10;20]
Verre cellulaire	[15;20]

Pour la même résistance thermique, l'impact carbone des isolants biosourcés de la base INIES (en novembre 2023) est au maximum de 5 kgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> en retenant les FDES réalisées avec la norme la plus récente.

Dans la plupart des cas, l'évaluation de l'impact carbone est donc favorable aux isolants biosourcés.

On n'oubliera pas que pour évaluer l'impact de la solution complète, il faut également comptabiliser les composants suivants :

- En ITE
  - Bardage ou enduit.
  - Système de fixation (ossature, chevilles, etc.) et de départ.
  - Membrane éventuelle (pare-pluie dans une ITE sous bardage).
- En ITI
  - Parement intérieur
  - Système de fixation (ossature, plots de mortier adhésif, etc.)
  - Membrane pare vapeur ou hygro-régulante

Pour l'ITE, on notera que le choix d'un bardage à forte charge en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2$  est susceptible de rendre marginal l'avantage du matériau biosourcé.

Pour l'ITI, des FDES de systèmes complets incluant un parement en plaque de plâtre, une ossature et une membrane pare-vapeur indiquent un impact équivalent à celui de l'isolant augmenté d'environ  $7 \text{ kgCO}_2\text{eq/m}^2$ .

En rénovation, le temps de retour carbone d'un isolant, quel que soit sa nature peut être court au regard des émissions évitées de  $\text{CO}_2$  liées à la réduction des consommations du bâtiment notamment pour les bâtiments utilisant de l'énergie fossile.

## Coûts

---

Non disponible.

## Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Sécuriser la mise en œuvre de la solution

---

La mise en œuvre des isolants biosourcés est traitée au cas par cas dans les Avis Techniques associés à chaque technique d'isolation. Néanmoins, quelques points génériques peuvent être listés ci-dessous :

Pour une mise en œuvre de qualité, comme pour l'ensemble des isolants biosourcés ou pas, il est indispensable que les entreprises choisies soient formées à la mise en œuvre de ces isolants qui peut être très différente d'un isolant à un autre.

L'emballage des produits doit permettre de les protéger de la pluie : pendant le transport et le stockage, pendant la mise en œuvre jusqu'à la mise en place de l'étanchéité à la pluie du bâtiment. Le stockage des produits avant mise en œuvre doit aussi permettre d'empêcher la remontée capillaire. Les palettes complètes et filmées ne sont pas gerbables, mais elles sont stockables à l'extérieur.

Contrôler les éventuelles sources d'humidité dans la structure à rénover avant de débiter les travaux. En cas de paroi humide, il est nécessaire de traiter la cause d'humidité avant de réaliser l'isolation.

Les isolants biosourcés mis en œuvre par voie humide apportent de l'humidité supplémentaire à la structure rénovée et nécessitent des périodes de séchage relativement importantes selon la formulation. Il est donc conseillé de favoriser les périodes propices au séchage pour leur mise en œuvre et de ventiler régulièrement et suffisamment les espaces rénovés.

La mise en œuvre des revêtements de finition doit attendre que l'isolant sèche complètement pour éviter des dommages liés à l'accumulation d'eau dans la structure.

Il est nécessaire, de bien questionner les problématiques liées à l'humidité (notamment en ITI) en sollicitant une étude hygrothermique en amont pour l'utilisation des bonnes membranes (frein vapeur et pare-pluie).

Vérifier les effets possibles de l'humidité induits sur les ouvrages adjacents (humidification des supports, etc. conséquences sur les revêtements imperméables à la vapeur d'eau).

La rénovation avec des isolants biosourcés nécessite de mettre en place des épaisseurs plus importantes comparé à des isolants conventionnels afin d'atteindre des niveaux d'isolation thermique équivalents.

Éviter tout percement de la membrane pare-vapeur par le passage des gaines et conduits techniques. Après travaux il sera nécessaire de s'assurer que la membrane pare-vapeur ne soit jamais percée.

Par ailleurs, l'utilisation des isolants biosourcés n'est pas incompatible avec d'autres isolants. Cependant des études par simulation hygrothermique dynamique peuvent s'avérer indispensables pour statuer de la performance thermique de l'ensemble au cas par cas en fonction de leur condition de mise en œuvre et de vérifier le risque hygrothermique dans l'ensemble et aux interfaces entre les composants du procédé.

De plus, notons quelques points spécifiques :

La Pose d'un système d'étanchéité à la vapeur est indispensable + Ventilation sous couverture Pare-vapeur : -  $S_d \geq 18$  m en climat de plaine -  $S_d \geq 57$  m en climat de montagne ou zone très froide.

La paille en bottes (36 x 46 x 80 cm ou 26 x 46 x 80 cm) est utilisable en ITE de logements collectifs R+3, elle peut être mise en œuvre dans une ossature bois en remplissage derrière un écran thermique. Le rôle de l'écran protecteur peut être rempli par une couche d'enduit terre/chaux de 40 mm. La paille est souvent enduite ou mise en œuvre sous forme de caissons avec bardage ventilé.

En cas d'une ITI en projection d'un béton biosourcé. Il est dans un premier temps nécessaire de déposer l'isolation existante pour préparer le support et garantir l'accroche du béton projeté. La mise en œuvre est possible jusqu'à 8 cm sans structure de maintien, au-delà, une ossature bois doit être rapportée sur le mur. L'ensemble des réseaux peuvent être repris dans l'isolant.

Si le sol est une source de remontées d'humidité, il faut alors régler le problème en créant un sol ouvert à la diffusion de vapeur d'eau. Pour cela, il sera peut-être nécessaire de déposer la dalle existante,

traiter le bois des ossatures en bois (huile de lin, traitement de pores), pour des solutions mises en œuvre par projection humide sur ce type de structure afin d'éviter les phénomènes de retrait et de gonflement du bois ainsi que le risque de formation de ponts thermiques.

En cas d'exposition des enduits au soleil ou au grand froid : la rupture de l'étanchéité à l'eau liquide doit être évitée.

## Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Considérer les locataires

---

Avant l'engagement des travaux :

Communiquer sur un chantier de rénovation avec isolants biosourcés ici peut être l'occasion à la sensibilisation des locataires à la décarbonation de leur espace de vie (Affichages sur place et communication des adresses de chantiers).

Apporter des preuves techniques sur la performance de la solution d'isolation et sur la plus-value sur le plan environnemental pour certains locataires qui peuvent être sceptiques quant au déploiement de ces solutions d'isolation.

Si nécessaires apporter des garanties sur l'aspect sanitaire en lien avec la question des adjuvants (voir plus bas).

Au cours de la période de réalisation des travaux (et de fait quel que soit la nature des isolants) :

Informez de la modification des plans de la circulation sur les chantiers dû aux travaux et mise en place des échafaudages cas d'une ITE. (Ces deux points ne sont pas spécifiques aux isolants biosourcés ;

Sensibilisation à l'utilité de la ventilation des logements dans le cas des rénovations mises en œuvre par voie humide ;

Sensibilisation des occupants à rester attentifs autant que possible à l'apparition de signes d'humidité sur les composants sous-jacents notamment pour le cas des rénovations par projection humide pour alerter.

L'environnement acoustique étant modifié, les locataires peuvent s'attendre à entendre, par contraste, plus les bruits de voisinage et moins ceux provenant de l'extérieur (ce point n'est pas spécifique aux isolants biosourcés).

Noter que certaines techniques d'isolations biosourcées en ITI peuvent s'avérer problématiques en milieu occupé en cas de projection humide ou de l'insufflation des isolants en vrac ;

L'application des produits en vrac peut être responsable de dégagement de particules fines (fibres, poussières...) pendant le chantier ce qui est problématique ; des mesures de protection du site rénové doivent être déployées.

L'application des produits en vrac à l'état humide nécessite des protections particulières des éléments adjacents (tableaux électriques, menuiseries, parquets...) ;

Comme tous les isolants, les produits isolants biosourcés font l'objet d'une évaluation sur le plan du respect des réglementations en matière de substances dangereuses (règlement REACH, directive biocide...). Les produits isolants, éventuellement traités pour satisfaire les contraintes de durabilité (traitement fongique), doivent faire la preuve de leur conformité à ces diverses réglementations. Le fabricant du produit doit apporter les preuves vis-à-vis de la conformité par rapport à la réglementation en vigueur et vis-à-vis du règlement REACH.

## Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Dimensionnement de la solution

---

L'évaluation de la contribution des isolants biosourcés (comme tous les autres isolants thermiques) au confort d'été doit se faire avec un outil de simulation énergétique capable de prendre en compte leurs propriétés intrinsèques, la dynamique des transferts de chaleur du logement ou du bâtiment, ainsi que tous les chemins thermiques qui lient l'extérieur à l'intérieur (baies, protection solaire, plancher plafond, ponts thermiques) la ventilation, les flux solaires incidents, la température extérieure ainsi que le comportement présumé des occupants. Tout cela doit être quantifié pour pouvoir conclure. Le cas échéant il sera nécessaire de prendre en compte l'évolution des caractéristiques thermiques intrinsèques du produit en fonction de l'humidité de l'air ambiant pour la performance en hiver.

**Les approches fondées exclusivement sur les propriétés d'atténuation et déphasage à évaluer à l'échelle d'une paroi sont excessivement réductrices.**

## Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Commissionnement de la solution

---

Nous recommandons de vérifier l'existence et la mise en œuvre des dispositifs de protection des éléments constructifs contre la pénétration d'eau liquide (appuis de fenêtre et seuils de portes, avancées de toiture, évacuation des EP...).

## Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Exploitation et maintenance de la solution

---

Les points les plus importants sont :

Maintenance régulière de la ventilation.

Vérifier les signes d'apparition d'humidité et/ou de moisissures sur les revêtements de finition.

Contrôle du cœur des matériaux en cas d'apparition de moisissures superficielles.

Entretenir régulièrement les descentes d'eau pluviales et les canalisations, une fuite même moindre risque d'être fatale pour l'isolation thermique biosourcée.

Contrôle régulier de la mise en œuvre et traitement des interstices pour prévenir l'apparition de rongeurs.

## Points d'attention pour réussir l'intégration de la solution : Quid des autres exigences essentielles ?

---

La densité de certains isolants biosourcés notamment les fibreux peut aussi être un atout pour la correction acoustique du bâtiment, cependant, cette capacité d'absorption acoustique décroît avec la rigidité.

La majorité des isolants biosourcés sont classés E en réaction au feu. Ils peuvent être utilisés en logements collectifs avec une ossature bois sous certaines conditions, définies dans l'appréciation de laboratoire "bois construction et propagation du feu par les façades" et dans l'Annexe Nationale de l'Eurocode 5, partie 1-2. Ils peuvent être mis en œuvre en remplissage entre les montants de l'ossature bois s'ils sont disposés derrière un écran thermique et respectent différents critères de mise en œuvre.

Comme pour tous les isolants non biosourcés, les caractéristiques mécaniques des biosourcés se présentant sous la forme de panneaux ou de feutres souples évaluées sont : la tenue au déchirement pendant la manipulation, la semi-rigidité en application verticale et selon les emplois : la cohésion, la compression, la flexion, le cisaillement ainsi que selon les montages : l'aptitude au collage et le comportement au droit d'une fixation ponctuelle.

## Points d'attention pour réussir l'appropriation de la solution de la part des locataires

---

Il n'y a pas de mesure particulière quant à l'appropriation de la solution par les locataires.

Cependant, la prise en compte du confort thermique d'été dans une opération de rénovation est une occasion très favorable à la sensibilisation des locataires aux gestes qui sont à leur portée et qui contribuent à l'amélioration du confort d'été dans leur logement, tel que l'ouverture et la fermeture des fenêtres, la gestion des apports internes. On pourra pour cela exploiter les vidéos de sensibilisation éditée par RENOPTIM.

## Performances types à l'échelle de l'ouvrage : Performances constatées par RENOPTIM (expé/lab) )

---

Pas d'expérimentation RENOPTIM.

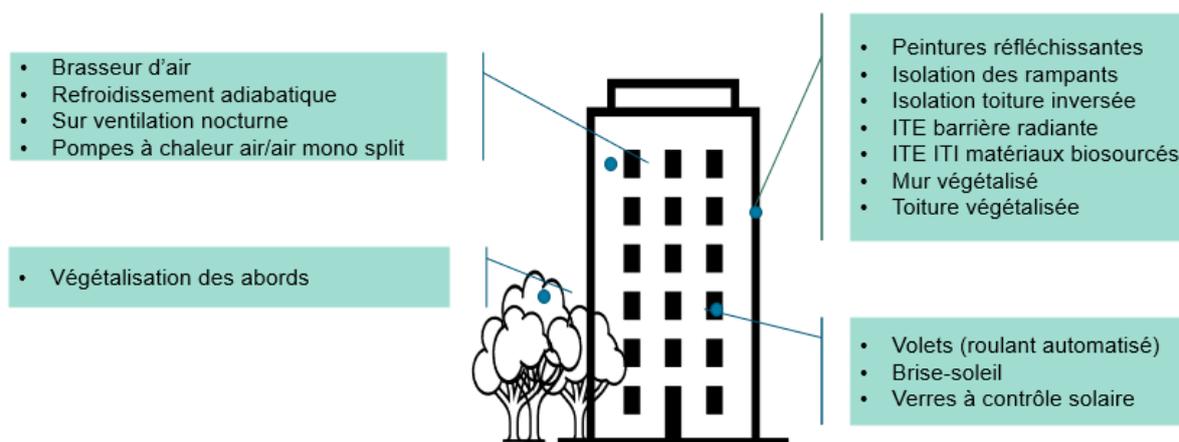
## Annexe : la collection Solutions technologiques pour le confort d'été

### De quoi s'agit-il ?

Cette fiche est extraite d'une collection de fiches « Solutions technologiques pour le confort d'été ». Cette collection constitue un livrable du projet PROFEEL2 RENOPTIM, piloté par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et l'USH (Union Sociale pour l'Habitat).

### Pour quel public et pour quel objectif ?

Cette collection est à destination des professionnels des travaux qui devront dans le cadre de la rénovation de bâtiments d'habitation collectifs en France métropolitaine prendre en compte dans la définition du projet le confort d'été. L'objectif est d'éclairer en amont de la définition des travaux *la maîtrise d'ouvrage sur le confort d'été à travers le parti pris de solutions technologiques qui concourent au confort thermique d'été*. 15 solutions technologiques (schéma ci-dessous) y sont décrites suivant plusieurs axes : les principes physiques suivant lesquels la solution agit sur le confort d'été, le domaine d'emploi, la maturité de la solution, les indicateurs de performances, la durée de vie, l'impact environnemental, la sécurisation de la mise en œuvre du commissionnement et de l'exploitation, et la prise en compte des locataires...



Les 15 solutions technologiques de la Collection : une fiche par solution

### Comment et quand cette collection a-t-elle été élaborée ?

### Quels sont les droits de diffusion de cette collection ?

Ces fiches sont libres de diffusion, sous réserve d'une part, de ne pas dénaturer le sens des propos développés et d'autre part, de mentionner « RENOPTIM, un projet PROFEEL CEE ».

L'analyse que tout lecteur fera des fiches ainsi que les décisions qu'il serait amené à prendre à la suite de cette analyse relèveront de sa seule responsabilité. Par conséquent, le CSTB et l'USH ne sauraient être tenus responsables de quelconques dommages subis par tout lecteur du fait de cette analyse des fiches.

## Avertissement

Ces documents ne peuvent se substituer aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés...) normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, « CPT »).

## Note des auteurs

Le parti pris de cette collection est par solution technologique. Pour autant les auteurs ne souhaitent pas laisser à penser qu'une unique brique technologique est susceptible de corriger l'inconfort d'été d'un bâtiment existant. La rubrique « Dimensionnement » de ces fiches insiste sur la nécessité d'une approche systémique qui doit considérer l'ensemble du logement pour quantifier les apports en matière de confort thermique d'été. Un outil, « SaaS RENOPTIM », en cours de développement à la date d'édition de cette collection, donnera accès à cette vision complète pour aider les professionnels dans leurs réflexions. Plus encore que pour le confort thermique d'hiver, le comportement des occupants en été est décisif. Or, certains occupants sous-estiment la relation de causalité qui existe entre le comportement quotidien et l'inconfort thermique d'été. Ainsi, pour les sensibiliser, les bonnes pratiques ont été mises en image dans 6 vidéos écogestes d'été à vocation pédagogique pour les occupants. Ces vidéos, gratuites peuvent être visionnées sur [proreno.fr](http://proreno.fr), la bibliothèque numérique de l'AQC : PRORENO : [Pro'Réno - La rénovation énergétique pour les professionnels](#).

En outre, il est recommandé de consulter les occupants lors de la définition du projet de rénovation pour bien établir le diagnostic du confort d'été (cf. dans ces fiches la rubrique « Considérer les occupants »), puis optimiser l'appropriation des solutions : les occupants sont les premiers experts de leur lieu de vie.

Enfin, les lecteurs sont invités à consulter le document "*Rapport d'état de l'art : Confort thermique estival, vulnérabilité du parc bâti à la surchauffe et comportements d'adaptation aux fortes chaleurs*", accessible gratuitement sur [proreno.fr](http://proreno.fr). Le confort thermique d'été est une problématique qui va devenir de plus en plus prégnante. Cet état de l'art développe les concepts et clés qui peuvent aider les professionnels à mieux appréhender le sujet.