

Préface à la présente édition

Voici 12 ans que le présent ouvrage, réécriture complète et à quatre mains d'un premier livre de Jean-Pierre Oliva, *L'isolation écologique*, a été publié par les éditions Terre vivante.

Depuis 2010 le monde du bâtiment poursuit sa mue. Trop lentement au vu de l'urgence climatique, mais tout de même dans une direction plus vertueuse.

Deux ans après l'écriture de cet ouvrage, une nouvelle réglementation thermique, la « RT 2012 » voyait le jour. D'après la communication qui l'a accompagnée à l'époque, elle devait être l'avènement du niveau « basse consommation », ou BBC. C'est-à-dire qu'elle ne devait autoriser que des bâtiments compatibles avec les défis du « facteur 4 ». Mais le truchement des coefficients a fait que, selon la région, le choix de l'énergie ou encore la proximité d'une zone bruyante, l'autorisation à consommer pouvait se retrouver 2 à 3 fois supérieures au niveau BBC. Quelle gabegie !

La RE 2020, RE pour « réglementation environnementale » remplace désormais la RT 2012. Au départ, son ambition était de nous rapprocher des bâtiments à énergie positive, ou BEPOS, c'est-à-dire qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment. À l'arrivée, globalement, les performances énergétiques affichées améliorent peu celles de la RT 2012... Encore une occasion manquée.

La RE 2020 apporte néanmoins une nouveauté en exigeant que la construction des bâtiments ne dépasse pas une certaine production de gaz à effet de serre. L'idée est séduisante ; l'initiale « E » vaut qu'on la remarque. Mais sa mise en place génère une nouvelle « usine à gaz ». Cela a pour conséquence de créer des emplois dans les bureaux d'études. Vu que la plupart des parents ambitionne d'avoir ses enfants devant un ordinateur plutôt que sur un chantier ou dans les champs, on accepte ce choix. Mais ne serait-il pas préférable de travailler à l'optimisation des projets, plutôt que de passer son temps à les étudier pour voir s'ils passent sous les fourches caudines de réglementations dont on ne sait plus à quoi elles correspondent ?

La première ambition de ce livre était d'exposer ce qui existe dans le domaine de l'isolation, d'expliquer « comment ça marche ? », et de contribuer ainsi à un mouvement qui permette à terme d'avoir des isolants bien choisis et bien posés. Avec, cerise sur le gâteau, des matériaux vertueux vis-à-vis de la nature. Avons-nous suffisamment expliqué que pour faire son office, il fallait d'abord et avant tout que l'isolant ne se tasse pas, et que sa pose gère finement ponts thermiques et étanchéité à l'air ? Nous l'espérons. Et le choix de mettre en avant de nouvelles générations d'isolants semble, à vous entendre, motiver des vocations. Cela nous comble. Le secteur du bâtiment propose des métiers intéressants, valorisants... et nécessaires. Et c'est d'abord d'acteurs de chantier dont nous avons besoin. De professionnelles et professionnels qui font ce choix par envie, et qui une fois sur le terrain prennent plaisir à faire leur travail de manière appliquée.

Cette version 2023 de *L'isolation thermique écologique* que vous tenez entre vos mains comporte de nombreuses actualisations. Mais moins que nous le pensions au départ, et ceci pour trois raisons principales :

- la grande majorité des évolutions techniques actuelles avait déjà été repérées par notre recherche d'alors ; photos et schémas ont donc peu changé ;
- les niveaux de performance proposés en 2010, calés sur la « basse consommation », restent valables. Notons néanmoins que les repères que nous propositions pour le passif sont de plus en plus souvent probants. D'ailleurs, nous conseillons désormais à toute personne ayant un projet de construction neuve de choisir le passif. De plus, les actrices et acteurs qui promeuvent ce standard l'ont fait évoluer, ce qui le rend désormais également très séduisant pour la rénovation. Surtout que, contrairement au BBC à la française, le passif utilise une méthode de calcul fiable ; c'est d'importance pour qui veut comprendre / maîtriser réellement son projet ;
- les notes « carbone » et « énergie grise » renseignées dans ce livre restent indexées sur la base des données



L'ISOLATION THERMIQUE ÉCOLOGIQUE



Jean-Pierre Oliva nous a quittés en 2014.
Finies les soirées à refaire le monde, les journées à récolter des infos, à échanger pour comprendre, et voir comment transmettre.

Construction & Développement Durable
arcane

Pour échanger sur le présent ouvrage, suivre les évolutions, ou découvrir la dynamique dans laquelle ont évolué Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey, rendez-vous sur www.associationarcane.com

autrichiennes Baubook®. En effet, l'approche française, avec ses FDES, n'a pas suffisamment évolué pour que nous révisions notre jugement d'alors et la prenions en référence. Sachant que notre objectif est ici de permettre une comparaison au plus juste des matériaux et solutions constructives présentés dans ce livre, pas de renseigner le calcul réglementaire.

Depuis 30 ans la part des matériaux à meilleur bilan environnemental croît, mais là encore trop lentement. Et face aux dérèglements climatiques, il apparaît de plus en plus incompréhensible de voir des personnes qualifiées continuer à utiliser les polystyrènes, laines minérales et autres polyuréthanes. Pourtant, s'il y a trente ans on présentait seulement qu'il y avait urgence, on sait désormais qu'il y a extrême urgence.

Pour parler des seuls matériaux biosourcés, leur croissance est régulière, avec de nouveaux produits : panneaux en paille de riz, terre chanvre... et de nombreux matériaux qui gagnent en maturité. On peut par exemple remarquer que la botte de paille est désormais utilisée pour construire des immeubles, ou des bâtiments recevant du public. Mais la plus grosse surprise vient d'un petit Poucet, qui fait réaliser à qui veut l'entendre que l'isolant ayant le plus fort potentiel à moyen et long terme est la balle de céréales...

Le bâtiment a besoin de professionnel(le)s motivé(e)s et compétent(e)s, comme nous tous, nous avons besoin de citoyen(ne)s inspiré(e)s, qui prennent des initiatives. Au moment où je boucle ses lignes, Antoinette Gillet se bat contre un mauvais cancer. C'est avec elle que nous avons défini le BBC pour la France, et que nous l'avons imposé en 2006 en label à un ministère qui ne le voyait à cette place qu'en 2020. Quatorze années de gagnées parce que deux élus, elle et Adrien Zeller, ont fait confiance à une bande de militants associatifs, qui par ailleurs avait accepté pour l'occasion de travailler avec le CSTB et des représentants d'industriels et de banques. Dans un monde qui perd ses repères, il faudrait croire que jouer collectif est passé de mode ? Que le politique / la Politique ne sont plus respectables ? Voire que, en réaction aux acteurs en place qui nous exaspèrent on pourrait s'autoriser à essayer le pire ? Pourtant, nous savons tous que si nous nous en sortons, ce sera en jouant collectif, réellement collectif.

Samuel Courgey, Surmont, 2023



LES MATÉRIAUX D'ISOLATION RAPPORTÉE



Les fibres de bois

Les fibres fines de bois sont obtenues par défibrage de chutes de bois résineux. Elles peuvent être utilisées à ce stade en vrac mais sont le plus souvent transformées sous forme de panneaux. Pour ce faire, une pâte épaisse est formée par adjonction d'eau, puis, après ajout d'adjuvants, coulée, laminée et séchée entre 120 et 200 °C.

Un autre procédé, mais à haute température, permet de n'utiliser que très peu d'adjuvant, voire aucun, la lignine du bois étant le principal agglomérant.

Pour les produits les moins denses souvent nommés « laines de bois¹⁴ », il existe un procédé de façonnage à sec, mais qui, lui, réclame plus d'adjuvants.

Présentations / Domaines d'utilisation

Les fibres de bois en vrac

Les fibres sont traitées avec du sulfate d'ammonium et du sel de bore. Elles se mettent en œuvre manuellement pour des remplissages ponctuels, mais plus généralement par insufflation. Les caractéristiques et méthodes de pose sont très proches de celles de la ouate de cellulose (voir p. 121).

Les panneaux de fibres

Les panneaux isolants à base de fibres de bois se trouvent sous de nombreuses présentations pour répondre à des fonctions multiples.



- Panneaux semi-rigides de fibres de bois à faible densité ($\rho \approx 40 \text{ kg/m}^3$). Servant à l'isolation entre ossatures (fiches M08, M. 12, T05...), ils sont parfois utilisés en composition avec d'autres matières, par exemple chanvre/bois/textiles.

- Panneaux rigides de moyenne densité ($\rho \approx 60$ à 120 kg/m^3) pour remplissage entre ossatures, mais également pour couches d'isolation thermique et/ou phoniques contre les bruits d'impact sous chapes ou planchers (fiche P02).

- Panneaux haute densité, supports d'enduits, de chapes ou de toiture. Ces panneaux sont souvent composites avec en couche externe un panneau pare-pluie* hydrophobe collé (fiches M04, T04...). D'autres panneaux composites comportent des couches de compressibilité décroissante pour pouvoir s'adapter aux supports irréguliers (voir p. 142 et 151).

- Parallèlement à ces produits isolants, de nombreux panneaux « techniques » existent tel les pare-pluie* pour sous-toitures ou murs à ossature bois. D'une épaisseur



À gauche Fibres de bois en vrac.

Photo J.-P. Oliva.

Au milieu Panneau de fibres de bois.

Doc. Steiko.

À droite Panneaux de fibres de bois (sarking*).

Doc. Gutex.

de 18 à 30 mm, ces panneaux semi-isolants, très ouverts à la vapeur, sont rendus hydrophobes par des adjonctions de bitume, de paraffine ou de latex. Généralement bouvetés*, ils assurent l'étanchéité à l'air côté extérieur (fiches M05, T03...).

- Enfin, d'autres fibres de bois plus ou moins rigides entrent en association avec des éléments structuraux pour en atténuer les ponts thermiques (fiche T03) ou phoniques, voire les supprimer.

Principales caractéristiques

Voir tableau ci-dessous.

- Difficilement inflammable (M2 à M4, Euroclasse E). Ne propagent pas la flamme, transmettent peu la chaleur (voir p. 78), n'émettent pas de gaz toxiques

Produit	Fibre de bois en vrac	Panneau semi-rigide faible densité	Panneau rigide moyenne densité	Panneau rigide-forte densité
Masse vol. (ρ) en kg/m^3	38 à 45	35 à 50	60 à 120	140 à 280
Conductivité thermique (λ) en W/mK	0,038 à 0,042	0,038 à 0,042	0,038 à 0,042	0,038 à 0,055
Chaleur spécifique (c) en J/kg.K	1 600 à 2 300	1 600 à 2 300	1 600 à 2 300	1 600 à 2 300
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)	1 à 2	1 à 2	3 à 5	3 à 5
Bilan par UF avec $\rho = 40^*-80^{***} \text{ kg/m}^3$; $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$				
Bilan CO_2 en $\text{kg CO}_2\text{eq}$	(1)	- 1,46*	- 9,58**	- 18,56***
Énergie grise en kWh	(1)	43*	61**	122***

(1) La fibre de bois en vrac n'étant pas renseignée dans la base de données de référence, nous pouvons juste extrapoler un meilleur bilan que les panneaux semi-rigides.

14. Selon les normes en vigueur (EN 13168 et EN 13171) et contrairement aux appellations usuelles, le terme « laine de bois » devrait être réservé aux panneaux que nous nommons « fibrage ».

LES ISOLANTS VÉGÉTAUX



À gauche Caissons porteurs remplis de fibres de bois. Doc. Lignatur.

À droite Panneaux pare-pluie. Doc. Pavatex.

spécifiques, sauf les produits adjuvants au bitume. Doivent être revêtus de parements incombustibles.

- Comportement à l'humidité : ouverts à la vapeur d'eau et bons régulateurs hygroscopiques. Putrescibles en cas d'humidité persistante.
- Non consommables par les rongeurs, difficilement dégradables si moyennes ou fortes densités.
- Bonne stabilité dans le temps, y compris sous charges si la densité est adaptée.
- Bonne contribution au confort d'été.
- Bonnes performances phoniques contre les bruits aériens et/ou les bruits d'impact selon la densité.

Impact sur l'environnement

- Bilan carbone de bon à excellent. énergie grise corrélée principalement à la densité des produits : de moyenne à très élevée.
- Matière première renouvelable, valorisant de plus des coproduits. La ressource est largement excédentaire, même si localement une concurrence peut s'installer avec le bois-énergie* (granules ou plaquettes).
- Pollutions principales : essentiellement celles des liants et adjuvants quand il y en a : bitume surtout, mais aussi fibres de texturation (polyesters...). Plusieurs fabricants substituent peu à peu à ces produits des adjuvants moins polluants (polyoléfines, paraffine...), voire naturels et biodégradables (fécule, amidon...).
- Réutilisable en fin de vie selon le type de pose. Sinon, valorisation en humus. Pour les présentations bitumées, dont le recyclage est difficile, la valorisation en énergie semble aujourd'hui la seule voie.

Impact sur la santé

Précautions à prendre en phase chantier, particulièrement pour les mises en œuvre en vrac et lors de la coupe des panneaux. Pas de nuisances connues excepté les gaz dégagés en cas d'incendie, particulièrement par les produits bitumés. Ceux-ci sont de toute façon à exclure à l'intérieur.

Appréciation

Si dans les matériaux « puits de carbone », les isolants en fibres de bois ont des concurrents dans leur présentation à faible densité, ils sont quasi incontournables dans les produits plus techniques (panneaux supports d'enduits, panneaux pare-pluie*, compléments d'éléments structurels préfabriqués...). Ces matériaux denses nécessitant beaucoup d'énergie à la production, les fabricants travaillent à la mise au point de matériaux de plus en plus légers pour un emploi donné. C'est par exemple le cas pour les toitures avec de nouveaux panneaux faible densité utilisables en pose sarking* (voir fiche T04).

Principaux fabricants

www.isonat.com (Buitex®)
 www.sotextho.com (Fibris®)
 www.gutex.de/fr (Gutex®)
 www.homatherm.fr (Homatherm®)
 www.kronofrance.fr (Kronospan®)
 www.pavatex.fr (Pavatex®)
 www.hofatex.eu (Hofatex®)
 www.steico.de (Steico®)
 www.unger-diffutherm.com (Unger Diffutherm®)
 www.unalit.fr (Unalit®)
 www.lignatur.ch (Lignatur®)
 www.celit.de (Celit®)

Les fibragglos

Les fibragglos¹⁵ sont des panneaux fabriqués à partir de fines lanières de bois résineux, minéralisées, puis enrobées, selon les fabrications, de ciment, de chaux hydraulique, de plâtre ou de magnésie.

Présentations / Domaines d'utilisation

Les panneaux sont de différentes épaisseurs (de 15 à 100 mm) et leurs faces peuvent recevoir un enduit, ou rester apparentes et surfacées pour offrir un effet décoratif et acoustique.

Vu leur lambda très moyen, les panneaux de fibraglo ne sont pas considérés comme de véritables isolants, mais peuvent apporter des compléments à un système d'isolation :

- en tant que supports d'enduits sur murs à ossature bois (fiches M12 et M14) ou isolations par l'extérieur (fiche M05). Dans cet usage, les panneaux doivent être d'une épaisseur minimale de 25 mm et issus d'une fabrication spéciale, préalablement séchés en usine pour éviter tout retrait ;
- comme fonds de coffrages en sous-faces de dalles ou en parements intérieurs. Le fibraglo est alors destiné à rester apparent, principalement pour ses qualités acoustiques.

¹⁵ Dont la dénomination officielle (ou plutôt normalisée) est « laine de bois », voir note p. 106.



LES TECHNIQUES DE MISE EN ŒUVRE

Isolation sous bardage ventilé

M05

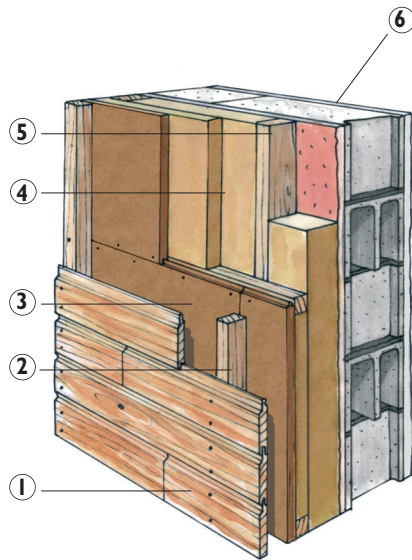
Doublage de murs par la pose d'un isolant et d'un parement en bardage bois ou panneaux de vêtue. En construction neuve ou en réhabilitation.

Exemple de base

Fixation sur mur existant d'une double ossature bois dans laquelle est fixé un isolant semi-rigide. Cet ensemble, fermé par un panneau pare-pluie*, est protégé par un bardage bois. La lame d'air ventilée, nécessaire à la durabilité du bardage, est en outre bénéfique pour le confort d'été.

Caractéristiques thermiques et environnementales

Coef. de déperdition thermique U (W/m²K) / R (m²K/W)	0,23 / 4,41
Pertes dues aux ponts thermiques intégrés	8 %
Capacité thermique intérieure quotidienne (Wh/m²K)	16 (forte)
Capacité thermique intérieure séquentielle (Wh/m²K)	55 (forte)
Déphasage (heure) / Atténuation du flux de chaleur (%)	11 h / 20 %
Épaisseur supplémentaire pour atteindre le niveau « passif »	9 cm
Bilan « CO ₂ » du m² de paroi	-24 kg CO ₂ eq
Bilan « énergie grise » du m² de paroi	42 kWh



- 1 Bardage bois (≈ 2 cm)
- 2 Lattes supports bardage (4 cm minimum)
- 3 Panneaux par pluie en feutre de bois (≈ 2 cm)
- 4 Laine de chanvre (10 cm + 5 cm)
- 5 Ossature bois (10 cm + 5 cm)
- 6 Mur d'origine (ici agglomérés de ciment de 20 cm + 2 cm d'enduit à l'extérieur et 1 cm de plâtre à l'intérieur)



Plusieurs fabricants de tuiles terre cuite proposent des tuiles plates utilisables en vertical. L'énergie grise et le bilan carbone sont beaucoup plus élevés, mais la durabilité et le comportement au feu également. Doc. Koramic/Wienerberger.

Mise en œuvre / Principaux points sensibles

Outre les points spécifiques à l'ITE (voir p. 142) :

- Le panneau pare-pluie* doit être très ouvert à la diffusion de vapeur d'eau. Sur l'exemple de base, les agglomérés enduits font office de frein de vapeur.
- Choix des isolants : toutes les laines végétales, ou de mouton, sous forme de nattes ou de panneaux semi-rigides conviennent, à condition qu'elles soient de densité et élasticité suffisante et/ou puissent être fixées mécaniquement (agrafes...) sur l'ossature bois afin d'écarter tout risque de tassement. Des panneaux rigides sont également utilisables, de même que des isolants en vrac, mais en s'assurant pour ceux-ci qu'aucun tassement n'est possible.

Impacts sur la santé

Voir p. 143.

Bilan écologique

- Ressources : entièrement renouvelables pour le complexe isolant et le bardage, à l'exception des fibres de polyester des laines de chanvre.
- Fabrication des matériaux : bon bilan d'ensemble (voir également chapitre 2).
- Durée de vie : très longue pour la maçonnerie et pour le complexe isolant si l'étanchéité à l'eau est assurée dans le temps (attention entre autres au vieillissement des joints des entourages de baies). On considère habituellement qu'un bardage bois doit être refait tous les 30 à 50 ans, selon l'essence choisie, le climat, l'orientation, et la technique de pose (voir encadré p. 171).
- Gestion des déchets : peu de déchets en phase chantier. En fin de vie, le bardage et l'ossature bois peuvent être valorisés en bois-énergie*, l'isolant réutilisé, le mur, concassé et utilisé en remblai.

LES MURS ISOLÉS PAR L'EXTÉRIEUR

Avis général

Outre les avantages et limites spécifiques à l'ITE (voir p. 142) :

- Les résultats attendus de cette solution constructive seront au rendez-vous si la mise en œuvre présente tout le soin requis. Comme pour les ITE avec enduits, nous conseillons de la confier à des professionnels spécialisés qui établiront avant chantier des plans de détail des points spécifiques (haut et bas de murs, entourages des baies, etc.).
- Même si de nombreux bâtiments anciens ne peuvent accepter une telle « nouvelle peau » pour d'évidentes raisons esthétiques, la grande diversité des parements possibles (bardages bois, panneaux de bois, de fibre/ciment, terre cuite, enduit sur métal déployé...) est un atout esthétique pour de nombreux projets en réhabilitation.

Variantes et options possibles**Mise en œuvre d'isolants en vrac**

Sur supports irréguliers, un isolant en vrac s'adapte mieux au mur existant. Étant également moins coûteux que les isolants texturés, il permet d'installer de beaucoup plus fortes épaisseurs d'isolation pour un même investissement (voir également variante fiche M04).



Une structure bois en échelle réduit au maximum les ponts thermiques, et un film géotextile tendu entre les montants de chaque échelle maintient le compartimentage des caissons nécessaire à l'insufflation de cellulose. (Élément U*Psi de Lignotrend.) Doc. Lignotrend-Objectif Bois.



1. Fixation des montants bois et des précadres des menuiseries sur la façade avec platines métalliques.



2-3. Pose des panneaux pare-pluie* et remplissage d'un conglomérat léger à base de roseaux.



4. Pose des lattes support de bardage en diagonale pour améliorer le tirage thermique de la lame d'air (région très chaude en été).



5. Paroi finie en lames de douglas posées verticalement pour améliorer le drainage et la durabilité.

Isolation en roseaux broyés.

Plusieurs isolants végétaux disponibles localement peuvent être employés en isolation par l'extérieur, à sec, ou en conglomérat avec un liant hydraulique. Voir fiche « Rafles de maïs et autres résidus agricoles » p. 118 et annexe p. 249. (Réhabilitation des locaux du Marais du Vigueirat; architecte Atelier Ostraka; consultant Jean-Pierre Oliva.) Photos Atelier Ostraka.



LES TECHNIQUES DE MISE EN ŒUVRE

Isolation par insufflation

T06

Lorsqu'une isolation par le dessus n'est pas possible, l'insufflation d'un matériau en vrac peut être une solution économique et écologiquement satisfaisante.

Exemple de base

Ouate de cellulose insufflée dans des coffres, entre pare-pluie* rigide et frein de vapeur.

Caractéristiques thermiques et environnementales

Coef. de déperdition thermique U (W/m²K) / R (m²K/W)	0,12 / 8,25
Pertes dues aux ponts thermiques intégrés	14 %
Capacité thermique intérieure quotidienne (Wh/m²K)	6 (faible)
Capacité thermique intérieure séquentielle (Wh/m²K)	10 (faible)
Déphasage (heure) / Atténuation du flux de chaleur (%)	13 h / 24 %
Épaisseur supplémentaire pour atteindre le niveau «passif»	7 cm
Bilan «CO ₂ » du m² de paroi	- 34 kg CO ₂ eq
Bilan «énergie grise» du m² de paroi	167 kWh

Mise en œuvre / Points sensibles

- Bien que conseillé pour toutes les toitures comportant une isolation, un pare-pluie* en panneau rigide est ici encore plus nécessaire afin de pouvoir supporter sans déformations la pression de l'insufflation. Si l'on ne refait pas la couverture, voir encadré fiche T05 pour la pose d'un nouveau panneau.
- Concernant le choix du frein de vapeur, la règle du 5 pour 1 est à respecter. En réhabilitation avec des sous-toitures d'origine fermées ou dont le comportement est inconnu, l'utilisation d'une membrane hygrovariable et/ou la réalisation d'un espace ventilé sur l'extérieur au dessus de l'isolant s'impose (voir encadré page suivante).
- Ajuster la continuité des joues de coffres, particulièrement au passage des pannes.
- Pour éviter tout tassement, la masse volumique de la cellulose doit être de 50 kg/m³ minimum.
- La gestion des hauts de murs et la pose de la membrane d'étanchéité à l'air doivent être très soignées afin d'éviter tout pont thermique et inétanchéité à l'air.

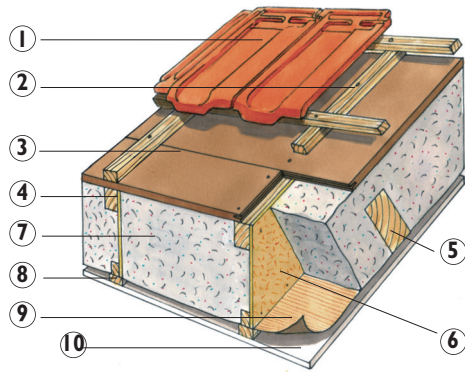
Impacts sur la santé

Voir p. 206.

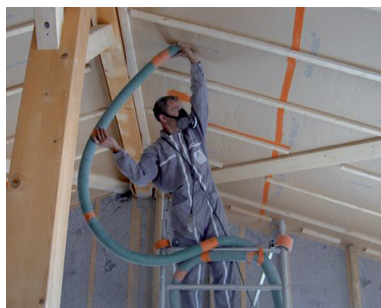
La quantité de poussières se dégageant lors de l'insufflation de la cellulose additionnée à la toxicité par inhalation du sel de bore imposent le port d'un masque de type P2 et une forte aération des locaux (voir également p. 123).

Bilan écologique

La meilleure solution quand on isole par-dessous (voir avis et bilan fiche précédente).



- 1 Couverture en tuile, compris liteaux
- 2 Contre-lattage (4 cm au minimum)
- 3 Panneaux pare-pluie* en feutre de bois (1,8 cm)
- 4 Chevrons*
- 5 Panne
- 6 Joux des coffres en panneaux de bois type OSB* + membrure* en liteau
- 7 Ouate de cellulose insufflée (34 cm)
- 8 Liteaux support plafond
- 9 Membrane assurant l'étanchéité à l'air et la régulation de vapeur d'eau
- 10 Plaque de plâtre (12mm)

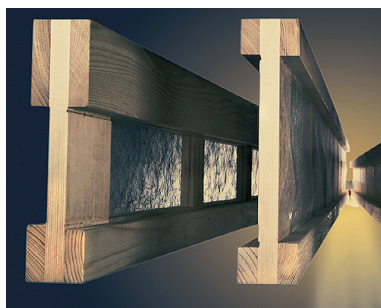


L'insufflation sur membrane d'étanchéité à l'air/frein de vapeur est facilitée si le film est translucide. De plus il doit être très résistant à l'arrachement. Photo B. Joliet.

LES RAMPANTS ISOLÉS PAR-DESSOUS

**Avis général**

Outre son bon bilan environnemental, la cellulose insufflée permet d'installer de très fortes épaisseurs d'isolation (jusqu'au niveau du passif) avec peu de surcoûts et de poids. D'une manière générale, quand elle est posée par des entreprises, c'est une solution qui rivalise en coût avec les solutions conventionnelles, pour peu que le chantier ait une certaine taille. On a d'ailleurs souvent intérêt, pour les petits projets, à faire des économies d'échelle en isolant avec cette même technique également les murs et les sols, opérations qui se feront « dans la foulée », et réduiront les coûts : l'installation et le repliement du chantier (déplacement, machine...) ne se faisant alors qu'une seule fois.



Des chevrons* évidés pour limiter les ponts thermiques mais munis d'une membrane tissée translucide assurant la séparation des caissons pour insufflation existent désormais sur le marché (voir également photo p. 147). Élément U*Psi Lignotrend®. Doc. Lignotrend.



Moyennant une pose ajustée, des panneaux d'OSB* peuvent remplacer la membrane pare-air* et frein de vapeur tout en assurant le contreventement. Mais l'insufflation derrière des panneaux opaques suppose un bon repérage des éléments d'ossature pour s'assurer que tous les espaces seront parfaitement remplis. Photo Y. Dewael.



On peut également procéder par projection de cellulose humide. Dans ce cas la pose des plafonds doit n'être effectuée qu'après un parfait séchage de la matière. Doc. Entreprise S.Tinel, in *La Maison écologique*, n° 51.

Intervention sous complexe existant étanche à la vapeur d'eau

Dans certains cas, la construction d'origine de la toiture ou bien une première réhabilitation a consisté à réaliser la couverture avec une mise en œuvre ne respectant pas le principe de la perspiration de la paroi, avec des plaques de sous-toiture de type fibrociment, Flexoutuile, Onduline, etc. ou avec des membranes elles aussi fermées à la vapeur (Mammouth®...).

Quand ces travaux sont de bonne qualité technique, la réfection de la couverture peut ne pas être à l'ordre du jour.

On se trouve également dans une situation similaire avec des toitures intégrant des panneaux non/ou insuffisamment ouverts à la vapeur à l'extérieur (de type CTBX* ou OSB*), et qui nécessitent pourtant un renfort d'isolation.

Pour faciliter l'extraction de la vapeur d'eau qui ne peut pas sortir par l'extérieur, mais également pour empêcher la vapeur d'eau de rentrer dans l'isolant en période froide, la pose d'une membrane hygrovariable sera préconisée, voire la réalisation d'un espace ventilé sur l'extérieur entre l'isolant et le matériau (ancien pare-pluie, panneau bois...) trop fermé à la vapeur. (Voir également § « Cas particulier de certaines parois existantes » p. 74.)