



## SOLUTION DE RÉNOVATION GLOBALE POUR MAISONS DU NORD

### Maisons de ville en brique - R+1



#### La typologie



- Maisons en brique en R+1 mitoyennes ou semi-mitoyennes
- Ajout d'extension au fil des années et des évolutions de l'habitat
- Réhabilitation partielle
- Chauffage gaz ou fioul

\*Voir fiche typologie



#### Principales problématiques adressées et grandes orientations de la solution



- Redistribuer les espaces de vie pour allier confort d'utilisation et confort thermique/visuel.
- Mettre en œuvre des matériaux isolants biosourcés pour maîtriser la consommation d'énergie et l'impact environnemental du bâtiment tout en respectant les atouts du bâti ancien.
- Prendre en compte les gisements d'économie d'énergie déjà exploités et les perspectives d'amélioration des éléments en place.
- Réaliser une extension en ossature bois rapportée sur la façade arrière de la maison et mutualiser les travaux de rénovation et d'extension.
- Intégrer les besoins liés au vieillissement de la population et aux personnes à mobilité réduite.

\* La "fiche typologie" apporte des éléments de description de la typologie et également la description d'une maison spécifique ayant servi à la conception de la solution globale.



« Nous proposons une réhabilitation totale de « la maison du Nord » et de ses extensions. Ce type d'habitat est très répandu en région Hauts de France et même au-delà. Notre intervention améliore la qualité des espaces à vivre, tout en améliorant le confort visuel et thermique. La transformation proposée engage des économies d'énergie réelles favorisant la basse consommation. Il est proposé de respecter le bâti ancien tout en améliorant le confort thermique des espaces existants. Il est privilégié de redistribuer les espaces de vie favorisés par la création d'une extension confortable durable et très économe. Notre approche standardisée de l'éco-rénovation facilite l'appropriation du projet de réhabilitation aussi bien pour le propriétaire que pour les entreprises de réhabilitation dans l'objectif de mutualiser la réhabilitation à l'échelle d'un quartier. »

Maxence FRANCE,  
Consultant bâtiment durable CD2E

#### Le groupement CD2E - HABITER 2030

##### Maxence FRANCE – Consultant bâtiment durable et efficacité énergétique – CD2E

Consultant bâtiment – expertise technique en efficacité énergétique des bâtiments de la conception à l'exploitation des bâtiments  
[www.cd2e.com](http://www.cd2e.com)

##### Béatrice Auxent Présidente Habiter 2030

L'association HABITER 2030 fédère les acteurs de la réhabilitation autour de projets concrets, pour réfléchir aux modalités de massification de la réhabilitation durable de l'habitat ancien.

##### Vincent DUCATEZ

Architecte DPLG  
Maître de conférences des ENSA et membre d'Habiter 2030

##### Denitsa Hristova

Architecte libéral – relevé et plans

##### JULIEN GOUDARD ORIGIN RENOVATION

Entreprise de rénovation durable de l'habitat

Industriels et fournisseurs sollicités :  
VISSMAN – WALL UP – ISOHEMP – FREEHEAT CALEOSOL

#### Les partenaires

Région Hauts de France – ADEME – MEL (Métropole Européenne de LILLE) – CALL (Communauté d'agglomération Lens Liévin) – L'ensemble des adhérents d'HABITER 2030 et du CD2E

## ZOOM SUR SUR LA DÉMARCHE GLOBALE

Sur la base d'un audit technique de l'habitation, le projet prend en compte l'utilisateur et l'historique du bâtiment. Certains gisements d'économie d'énergie sont déjà exploités et pris en compte, voire améliorés dans la solution. La solution de rénovation embarque la déconstruction et la reconstruction d'une extension en ossature bois rapportée sur la façade arrière de la maison sur 2 niveaux favorisant une redistribution globale des espaces de vie. Cette extension dotée des matériaux isolants les plus locaux et biosourcés apporte à l'habitation initiale une réduction importante des consommations d'énergie en exploitation.

Le niveau de consommation après travaux en base est le niveau BBC en rénovation. La solution de rénovation offre également une variante dite Classe CD 150 kWh/m<sup>2</sup>.an en travaillant uniquement sur l'extension d'habitation sans réduire le gisement d'économie d'énergie sur l'existant.

Nous proposons également une variante bâtiment passif où nous proposons d'exploiter l'ensemble des gisements d'économie d'énergie avec des matériaux bio.

Une attention particulière est donnée au choix des matériaux proposés respectant la qualité du bâti et la qualité de l'air intérieur avec notamment la mise en œuvre de béton de chanvre sur les murs de l'existant et de l'extension. Un travail global de conception et de réalisation d'un plan étanche à l'air est également vecteur de confort thermique, de confort acoustique et d'économie d'énergie.



Façade sur RUE et Perspective de la maison existante

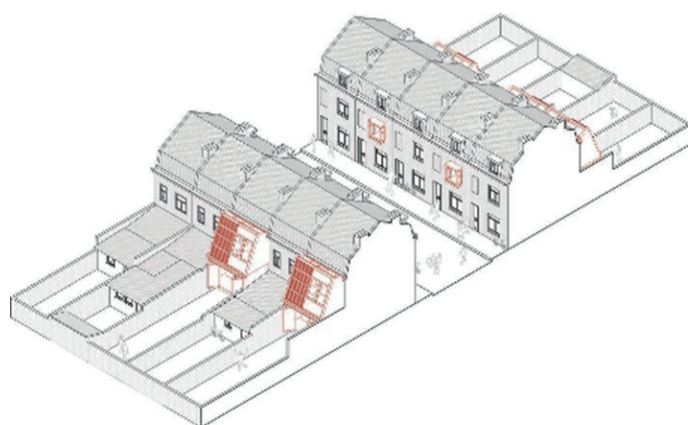


Perspective de la redistribution des espaces



Mise en œuvre du Chanvre par l'intérieur - rehafutur

Dans le cadre de rénostandard, la rénovation globale de la maison de ville du Nord se focalise uniquement sur une unité de logement. La maison de ville s'insère majoritairement dans un ensemble de maisons au sein d'un îlot, d'une rue. L'ambition du groupement est de déployer les travaux en mutualisant la mise en chantier à l'échelle d'une rue, d'un îlot voire d'un quartier. Dans cette perspective, la préfabrication des extensions et la production d'énergie renouvelable en autoconsommation sont envisageables et réalisables en ossature bois avec remplissage en béton de chanvre.



## DESCRIPTION GLOBALE DE LA SOLUTION

### ENVELOPPE



#### MURS

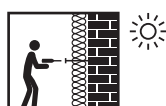
##### Principe

Dans le cadre de la rénovation (existant), isolation thermique par l'intérieur à base de blocs de béton de chanvre et finition enduit.

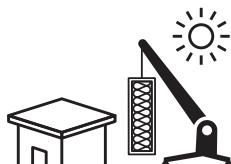
Dans le cadre de l'extension (neuf), panneaux préfabriqués à ossature bois composés d'un panneau Fermacell intérieur et de blocs en béton de chanvre.

##### Mise en œuvre

Dans le cadre de la rénovation, l'ensemble des éléments sont fixés mécaniquement sur mur support et assemblés manuellement par mortier sur site.



Dans le cadre de l'extension, les panneaux préfabriqués sont fixés mécaniquement au support et entre eux.



#### TOITURE EXISTANTE (rénovation)

##### Principe

La toiture existante est un complexe composé de chevrons bois entre lesquels est mis en œuvre en double couche, un isolant métisse à base de textile recyclé.

Dans le cas où une rénovation serait envisagée, un isolant en panneaux à base de fibre de bois remplacerait l'isolant actuel.

##### Mises en œuvre

L'isolation existante est déposée, la charpente et la membrane sont conservées. La première couche d'isolant est mise en œuvre entre les chevrons et la seconde couche, croisée devant les chevrons. Les 2 couches d'isolants et la membrane pare-vapeur sont mises en œuvre par l'intérieur ainsi que les parements de finition intérieure.



#### TOITURE NEUVE (extension)

##### Principe

Complexe de toiture composé de solives bois contreventées du côté intérieur, intégrant une isolation en béton de chanvre (ou fibres de bois) entre les solives et un écran de sous toiture rigide à base de fibres de bois et d'une couverture un zinc.

##### Mise en œuvre

L'ensemble des éléments sont assemblés sur site (panne, poutre, panneaux de contreventement et écran de sous toiture rigide).



#### MENUISERIES

##### Principe

Dans le cadre de la rénovation (existant), remplacement des menuiseries vétustes, et aux performances dégradées selon l'audit technique.

Dans le cadre de l'extension (neuf), les menuiseries verticales sont réalisées en bois aluminium double vitrage côté serre et intérieur sur serre.

##### Mise en œuvre

Les anciennes menuiseries seront déposées et les nouvelles seront posées en applique sur la face intérieure de la maçonnerie.



#### PLANCHER BAS

##### Principe

Isolation du plancher bas par une couche de blocs en béton de chanvre mis en œuvre à chant sur un massif drainant.

##### Mise en œuvre

Le plancher existant est retiré. Un massif drainant est réalisé à base de cailloux avec un drain et les blocs en béton de chanvre sont posés dessus. Une chape est ensuite réalisée.

## DESCRIPTION GLOBALE DE LA SOLUTION

### SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

#### CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE



- Le système de chauffage et les radiateurs eau chaude pourront être conservés.
- La production d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire réalisée par la chaudière gaz à condensation est conservée. La production sanitaire peut être couverte par une production d'eau chaude par capteur solaire thermique.
- Les radiateurs disposent d'une régulation avec tête thermostatique.
- L'extension sera desservie par un plancher chauffant raccordé à la chaudière : Plancher chauffant à chape mince à diffusion homogène par tôle Aluminium rapportée et isolant en fibre de bois recyclable.

#### Variante passive :

- Le choix du système de chauffage est porté sur la mise en œuvre d'un réseau de radiateur basse température associé à une pompe à chaleur raccordée au circuit primaire solaire.
- Production d'eau chaude sanitaire : capteur solaire thermique + appoint pompe à chaleur

#### VENTILATION



- Caisson d'extraction
- Débits extraits régulés par les bouches hygrorégulables en fonction de l'humidité ambiante
- Le caisson d'extraction de ventilation se situe dans l'armoire technique

#### Variante passive : ventilation double flux

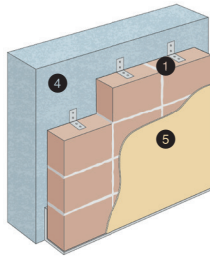
- Centrale de ventilation mécanique double flux haut rendement
- Moteurs de ventilateurs à débit régulé à aubes inclinées vers l'arrière
- Fonctionnement silencieux
- Pose murale (tampons anti-vibratoires) ou au sol sur châssis

## ZOOM SUR LES INNOVATIONS

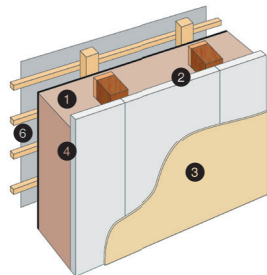


### MURS

Dans le cas de la rénovation (bâtiment principal), le système constructif envisagé est la mise en œuvre de blocs de béton de chanvre côté intérieur recouverts d'un enduit. La finition intérieure, dans les deux cas, est un enduit de type chaux / argile / billes de perlite.



Dans le cas de l'extension, le système constructif envisagé est la mise en œuvre de panneaux préfabriqués à ossature bois avec un isolant en bloc de béton de chanvre. Les panneaux à ossature bois comportent un voile travaillant type FERMACELL côté intérieur. Un bardage ventilé type bardage zinc est mis en œuvre sur un pare-pluie.



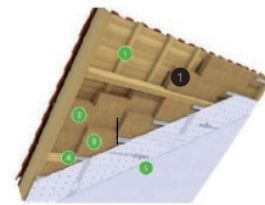
Ces systèmes constructifs présentent néanmoins un certain nombre d'éléments innovants :

- ① Isolant biosourcés à base de blocs préfabriqués en béton de chanvre mis en œuvre en isolation thermique par l'intérieur et dans des panneaux à ossature bois préfabriqués
- ② Panneau à ossature bois préfabriqué en atelier
- ③ Finition intérieure avec enduit sur panneau de contreventement
- ④ Absence de pare-vapeur
- ⑤ Combinaison enduit isolant / blocs de béton de chanvre
- ⑥ Compatibilité pare-pluie / blocs de béton de chanvre

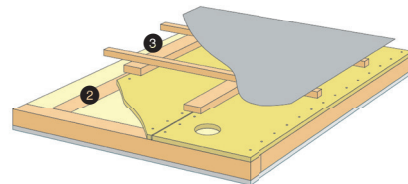


### TOITURE

Dans le cas de la rénovation de la toiture, le système constructif envisagé est la mise en œuvre d'un isolant en fibre de bois en 2 couches croisées à partir de l'intérieur. La première couche d'isolant (200 mm) est entre les chevrons et la seconde couche d'isolant (60 mm) est devant les chevrons. La membrane bitumineuse d'étanchéité à l'eau sera conservée ou remplacée par une membrane HPV.



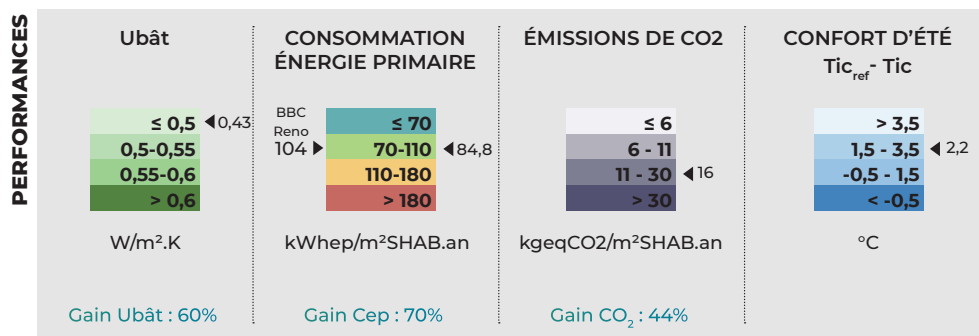
Dans le cas de l'extension (toiture neuve), le système constructif envisagé est la réalisation d'une ossature bois sur site. Cette ossature bois est fermée par un panneau Fermacell côté intérieur et par un panneau rigide en fibres de bois côté extérieur (type sarking). Un isolant à base de fibres de bois est insufflé dans la cavité. Une couverture en zinc est mise en œuvre sur des voliges sur contrelattes.



Ces systèmes constructifs présentent néanmoins un certain nombre d'éléments innovants :

- ① Mise en œuvre d'isolants biosourcés en panneaux de fibres de bois en double couches croisées
- ② Mise en œuvre d'un isolant à base de fibres de bois insufflé dans les panneaux de couverture
- ③ Utilisation d'un complément d'isolation à base d'un panneau isolant rigide en fibres de bois et assurant la fonction d'écran de sous-toiture

## INDICATEURS DE PERFORMANCE APRÈS RÉNOVATION (SOLUTION GLOBALE)



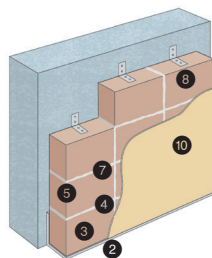
- Les indicateurs de performance ont été calculés :
  - selon la méthode de calcul THBCE de la RT2012 et ses conventions,
  - les émissions de CO2 sont obtenues à partir des consommations d'énergie calculées et des coefficients de conversion de E+C-,
  - pour la maison diagnostiquée qui a servi de base à la conception de la solution globale (voir fiche typologie correspondante), ces indicateurs présenteront des différences d'une maison à l'autre de la typologie.
- Le seuil BBC rénovation est évalué pour la zone climatique H1a et altitude <400m.

## ZOOM SUR LA MISE EN ŒUVRE



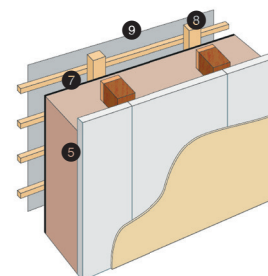
### MURS EXISTANTS

- ① Dépose des enduits existants et nettoyage des murs.
- ② Pose, si nécessaire, d'un feutre bituminé pour éviter les remontées d'humidité
- ③ Mise en œuvre du premier lit de blocs de béton de chanvre sur un mortier et pose des équerres à l'avancement
- ④ Mise en œuvre du mortier colle sur une épaisseur de 3 mm (joint mince entre bloc)
- ⑤ Pose du rang suivant
- ⑥ Le jeu entre le mur existant et les blocs de béton de chanvre doit être rempli à l'avancement de chaux/chanvre
- ⑦ Mise en œuvre du mortier sur le bloc précédant
- ⑧ Pose de la dernière rangée de blocs de chanvre qui peuvent être découpés afin de limiter l'espace restant entre le bloc et le plafond
- ⑨ Comblement de l'espace restant (limiter à un maximum de 2 cm) à l'aide du mortier et d'un isolant souple ou d'une mousse de collage
- ⑩ Pose d'un enduit isolant



### MURS NEUFS

- ① Réalisation des modules de façade en atelier
- ② Pose d'une nappe drainante sur le mur en brique mitoyen.
- ③ Réalisation de l'étanchéité à l'air sur la lisse basse
- ④ Pose de la lisse d'assise au-dessus d'un feutre, fixée par des chevilles dans le gros œuvre
- ⑤ Pose et réglage des panneaux préfabriqués
- ⑥ Les panneaux sont liaisonnés entre eux
- ⑦ Mise en œuvre d'un film pare-pluie côté extérieur
- ⑧ Pose du lattage et du voligeage mis en œuvre depuis l'extérieur
- ⑨ Pose du revêtement zinc



### L'ŒIL DU CSTB

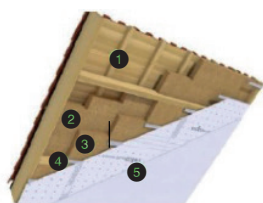
Les blocs de chanvre ainsi que leur mise en œuvre ne sont pas visés dans les Règles professionnelles d'exécution Edition 2012 – Construire en Chanvre. Une évaluation spécifique de type ATec ou ATEX pour la mise en œuvre de bloc de chanvre en ITI et ITE est généralement requise.



### TOITURE EXISTANTE

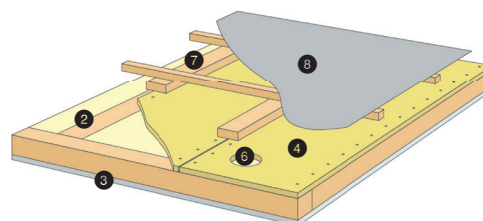
Dans le cas d'une rénovation de la toiture existante :

- ① Dépose du complexe d'isolation existant y compris les plaques de plâtre. Vérification de l'état de la membrane « écran sous de sous-toiture » et de la charpente
- ② Mise en œuvre de la première couche d'isolant en panneaux de fibres de bois entre les chevrons
- ③ Mise en œuvre de la seconde couche d'isolant
- ④ Pose des éléments de fixation
- ⑤ Pose d'une membrane pare-vapeur par collage



### TOITURE NEUVE

- ① Pose de la panne muralière
- ② Mise en œuvre des pannes intermédiaires
- ③ Pose des panneaux de contreventement type Fermacell (côté intérieur)
- ④ Mise en œuvre des panneaux rigides à base de fibre de bois (côté extérieur)
- ⑤ Pose de la membrane pare-vapeur par collage ou agrafage
- ⑥ Insufflation de la fibre de bois dans les cavités ou béton de chanvre
- ⑦ Pose du lattage et du voligeage mis en œuvre depuis l'extérieur
- ⑧ Pose du revêtement zinc

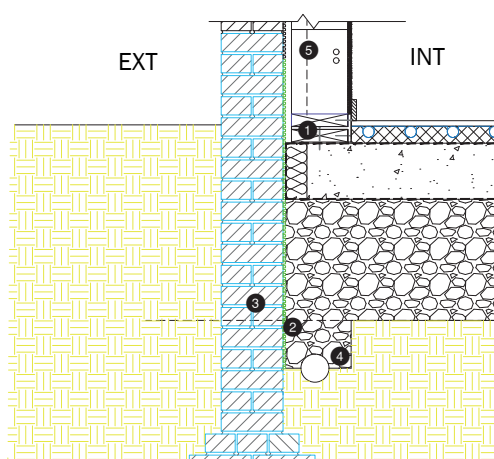


## ZOOM SUR LES INTERACTIONS PRINCIPALES

### TRAITEMENT DE LA JONCTION ENTRE LE PLANCHER BAS ET LES MURS

Pont thermique  $\psi = 0,2 \text{ W}/(\text{m.K})$

- ① Lisse d'assise isolée
- ② Nappe drainante
- ③ Mur existant
- ④ Contreventement intérieur
- ⑤ Isolant en bloc de béton de chanvre



En pied de façade, le panneau préfabriqué est positionné sur une lisse d'assise isolée (1) par une languette de liège expansé. La lisse d'assise est protégée des remontées capillaires par d'une nappe drainante (2) sur la longrine et de joints. L'étanchéité à l'air est réalisée côté intérieur en ajoutant un adhésif entre la chappe et le panneaux préfabriqué (avant l'enduit).



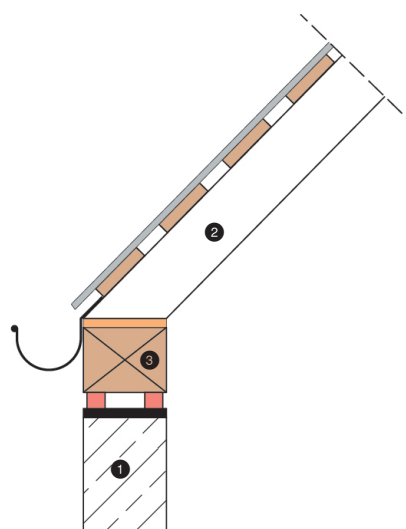
**L'ŒIL  
DU CSTB**

En pied de bardage, une grille anti-rongeur est nécessaire. Afin de traiter de manière optimale ce pont thermique, l'utilisation d'une grille en PVC ou non-traversante est nécessaire.

### TRAITEMENT DE LA JONCTION ENTRE LES MURS EXISTANTS ET LA TOITURE

Pont thermique  $\psi = 0,07 \text{ W}/(\text{m.K})$

- ① Mur existant
- ② Complexe de toiture
- ③ Éléments de jonction entre le mur existant et le complexe de la toiture



## POINTS DE VIGILANCE



### MURS

- ❶ L'utilisation de blocs de béton de chanvre en isolation thermique par l'intérieur est à justifier vis-à-vis de la durabilité et à valider pour ce type d'utilisation.
- ❷ L'utilisation de blocs de béton de chanvre en isolation de panneaux à ossature bois préfabriqués est à justifier vis-à-vis de la durabilité et à valider pour ce type d'utilisation.
- ❸ En l'absence de membrane pare vapeur, l'absence d'accumulation d'humidité dû aux transferts hygrothermiques est à vérifier. La valeur Sd des éléments mis en œuvre dans le module est une caractéristique principale à vérifier.



### L'ŒIL DU CSTB

- La mise en œuvre de panneaux préfabriqués en mur permet un gain de temps en phase chantier. Il y a lieu de s'assurer de la continuité des plans d'étanchéité (air et eau) entre les éléments notamment par l'ajout de membranes et d'adhésifs (compatibilité des adhésifs avec les différents supports à vérifier).
- La valeur Sd représente la résistance à la diffusion de vapeur d'une couche de matériau. Cela représente l'épaisseur d'air équivalente exprimé en mètre équivalent de la couche de matériau. Plus la valeur est faible, plus le matériau est perméable à la vapeur d'eau. Il est recommandé d'utiliser un revêtement extérieur ayant un Sd cinq fois plus faible que le revêtement ou le support intérieur.
- L'étanchéité à l'air au niveau de l'enduit intérieur et des jonctions aux ouvrages est un point important à considérer notamment vis-à-vis des compatibilités entre les différents composants.



### TOITURE

- ❶ L'utilisation d'un isolant « biosourcé » de type métisse à base de fibres recyclées, dans ce type de système constructif n'est pas prévue par les DTU et nécessite de justifier l'absence de risque d'accumulation d'humidité et de développement fongique.
- ❷ L'isolant biosourcé à base de fibres de bois insufflées n'est pas prévue par les DTU et nécessite de justifier l'absence de risque d'accumulation d'humidité et de développement fongique.
- ❸ La mise en œuvre d'un isolant rigide en fibre de bois complémentaire côté extérieur du module préfabriqué n'est pas couvert par les NF DTU de la série 40 et nécessite une justification de reprises de charge du fait de sa fonction structurelle
- ❹ La conservation de la membrane bitumineuse comme écran souple de sous-toiture est à vérifier par un calcul des transferts hygrothermiques. La valeur Sd de la membrane est une caractéristique principale à considérer dans l'étude.



### L'ŒIL DU CSTB

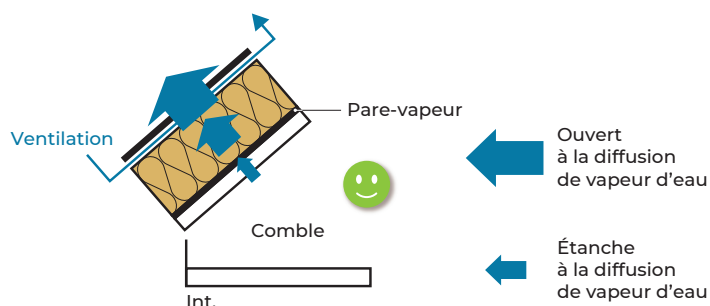
- Un écran de sous-toiture utilisé, est considéré comme HPV (hautement perméable à la vapeur d'eau), d'après le NF DTU 40.29 dès lors que sa valeur Sd < 0,1m.
- La valeur Sd représente l'épaisseur d'air équivalente exprimé en mètre. Plus la valeur est faible, plus le matériau est perméable à la vapeur d'eau.
- Les systèmes d'isolation à base d'isolants biosourcés insufflées ne sont pas considérés comme des techniques constructives courantes. Il est important de soigner leur mise en œuvre afin de garantir leurs performances ainsi que leur durabilité. S'appuyer sur des solutions couvertes par une évaluation technique (Avis Technique ou ATEX) permet de limiter les risques de contre-performance.
- Les isolants biosourcés à base de fibres textile recyclées ont déjà fait l'objet d'évaluation technique. Il est possible de vérifier l'existence d'une évaluation technique en cours de validité via le site [www.evaluation.cstb.fr](http://www.evaluation.cstb.fr)



## PRINCIPES GÉNÉRAUX À RESPECTER

### 1. Diffusion de vapeur

Pour éviter l'accumulation d'humidité ou le développement fongique dans la paroi, il convient de respecter un principe de décroissance de l'étanchéité à la vapeur d'eau des composants de l'intérieur vers l'extérieur. La mise en place d'éléments pare-vapeur placés du côté intérieur permet de respecter ce principe. Attention en particulier lorsque la solution d'isolation se superpose à une isolation existante. Par exemple, dans le cas de la pose d'un isolant surfacé sur une couche isolante existante perméable, il convient de respecter la règle 2/3 (nouvel isolant) – 1/3 (isolant existant) en termes de résistance thermique.



### 2. Isolants «biosourcés»

La mise en œuvre d'isolant biosourcé en isolation rapportée à l'extérieur n'est pas considérée comme une technique constructive courante et n'est généralement couverte par aucun DTU ou règles professionnelles. Dans ce type d'application, des évaluations techniques peuvent être formulées (ATEX, ETPM ou avis technique) afin qu'un comité d'experts évalue son aptitude à l'emploi dans l'application visée.

Il s'agit en particulier d'évaluer l'absence de risque lié à l'humidité, sa tenue mécanique, sa durabilité, son impact sur la sécurité des occupants (sécurité incendie). La liste des produits ou procédés couverts par une telle évaluation est consultable sur le site <https://evaluation.cstb.fr/>

### 3. Préservation des lames d'air ventilées

Le maintien d'une lame d'air fortement ventilée en sous face de couverture et/ou derrière un bardage est indispensable pour préserver les composants des risques liés à l'humidité (corrosion des éléments de fixations, condensation et dégradation de la performance thermique, développement fongique, etc.). Toutes les précautions doivent être prises afin d'éviter son obstruction.

### 4. Spécificité des supports creux en zones sismiques

Sur les supports existants creux, aucun système d'accroche de systèmes d'isolation ou de panneaux préfabriqués n'est compatible dans les zones sismiques. Il convient dans ce cas de recréer les conditions d'un support plein (fixation dans les parties pleines ou remplissage des supports par du béton). Dans tous les cas des tests d'arrachement assortis d'un coefficient de sécurité sont recommandés.

### 5. Parois vitrées et confort d'été

Dans le cas d'une mise en œuvre de surfaces vitrées importantes, l'ajout de protections solaires du côté extérieur est indispensable afin d'éviter la pénétration du rayonnement solaire en été. Ceci est d'autant plus important que le niveau d'isolation des parois du bâtiment a été amélioré. En effet, le risque d'accumulation de chaleur est dans ce cas beaucoup plus important.

## LIMITE ACCOMPAGNEMENT CSTB

L'accompagnement dans RENOSTANDARD ne constitue pas une preuve de l'aptitude à l'emploi des solutions. Il s'agit d'avis d'experts du CSTB qui ne se substituent pas à un avis formulé par un comité d'experts de type : comité de normalisation, commission d'ATEX, règles professionnelles, groupe spécialisé. Donner aux acteurs une information fiable et éclairée pour les aider dans l'exercice de leurs responsabilités.

