

## SOLUTION DE RÉNOVATION GLOBALE POUR LONGÈRES EN MILIEU RURAL



### La typologie



- Maison par nature en longueur
- En site essentiellement rural
- Hauteur RdC + Combles
- Murs en pierre (silex, grès, granit..), pans de bois ou pisé

\* Voir fiche typologie

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



- Amélioration du confort bioclimatique et plus globalement de l'habitabilité
- Requalification de l'espace intérieur du logement
- Exploration des capacités d'extension par greffe
- Requalification du volume et de la façade
- Apports solaires passifs par la création d'une serre bioclimatique
- Adaptation aux pratiques de l'habitat contemporain

### Projet



« Cette typologie rurale constitue un patrimoine architectural considérable. Son potentiel thermique est important dans le cas des façades à murs de pierre épais, la façade principale étant le plus souvent orientée au sud. L'offre décline des scénarios en fonction des besoins et ressources des habitants, avec des solutions qui ne se limitent pas à une simple isolation thermique, mais répondent aux défis contemporains. L'utilisation des combles -avec différenciation possible entre usages d'été et d'hiver- ainsi que la prise en compte des apports solaires par la greffe d'une serre bioclimatique constituent les principales innovations. L'offre de projet implique une maîtrise d'œuvre architecturale, garantie d'une qualité de confort, associée à un thermicien et à des entreprises compétentes. »

Jean-Bernard Cremnitzer,  
architecte-urbaniste

### Le groupement TYPO+

#### Jean-Bernard Cremnitzer

- Architecte-Urbaniste
- Enseignant honoraire ENSA Paris-Belleville et Normandie
- 40 ans d'expérience en réhabilitation de l'habitat
- Recherches sur la typologie de l'habitat ancien (ANAH, PUCA)
- Lauréat du concours REHA 3 PUCA 2019

#### Jean-Pierre Moya Energie

- Architecte-thermicien, docteur en urbanisme
- Spécialiste de la réhabilitation bioclimatique
- Formateur aux acteurs du BTP sur la réhabilitation thermique
- Auteur de l'ouvrage « L'isolation thermique dans les bâtiments anciens », Ed. Le Moniteur

#### SEREHO - Alain Tripier

- BET spécialisé dans les analyses sur l'habitat ancien
- **Cuiller entreprise**
- Entreprise de construction spécialisée dans l'ossature bois

#### CAST

- Fabricant et entreprise spécialisée dans les vérandas

#### ACTIS

- Entreprise spécialisée dans les isolants thermiques alvéolaires réflecteurs

\* 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.

## ZOOM SUR SUR LA DÉMARCHE GLOBALE

### UN HABITAT RURAL VERNACULAIRE RÉPONDANT AUX PROBLÉMATIQUES CONTEMPORAINES

Les différents scénarios imaginés pour cette maison tant au niveau spatial que thermique tendent à montrer qu'il est possible de la rénover afin qu'elle puisse répondre à des attentes économiques et sociales (division possible en 2 unités d'habitation) et aux normes actuelles. Ce concept limite l'empreinte carbone en évitant des démolitions, et favorise la conservation d'un patrimoine architectural vernaculaire. Les 4 scénarios proposés prennent en compte différents degrés d'occupation spatiale, du plus minimal au maximal, avec notamment l'utilisation des combles en toutes saisons, et ce en fonction des différentes catégories de population concernées. Les critères de sélection du système d'isolation thermique ont été définis en fonction des objectifs du programme Rénostandard, avec une approche « multicritères » ; aucun matériau ne possédant à priori toutes les performances maximales, le choix sera établi en fonction de leurs caractéristiques, des situations climatiques, et de façon hiérarchisée. Il s'agit ainsi de :

❶ Optimiser le confort thermique (par isolants et serre bioclimatique génératrice d'apports passifs).

❷ Réduire les dépenses énergétiques (chauffage en particulier).

❸ Répondre aux défis environnementaux, avec par exemple la mise en place de systèmes passifs, l'utilisation de matériaux biosourcés, et/ou recyclables.

❹ Prendre en compte la dimension patrimoniale, en évitant par exemple de poser une ITE sur la façade Sud, et en sauvegardant les tuiles anciennes (dépose et repose prévue).

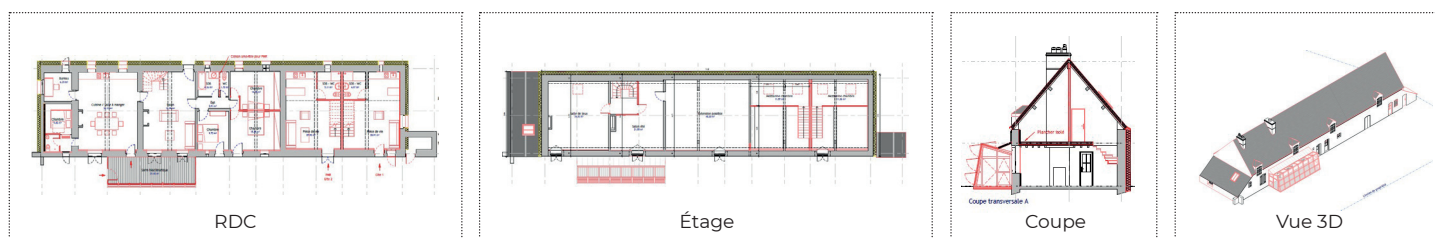
❺ Favoriser une massification des solutions techniques par la conception de composants pré-industrialisés, afin de réduire le temps de pose, de garantir une qualité, et si possible de réduire les coûts.

Les choix d'isolants sur les aspects thermiques intègrent les potentiels d'inertie des murs, avec notamment la façade principale, traditionnellement orientée au sud, et qui ne sera dotée que d'un correcteur thermique coté intérieur, préservant ainsi sa valeur patrimoniale. Les tuiles plates de l'existant sont déposées et réutilisées afin d'insérer l'isolation thermique des toitures. La serre bioclimatique, greffée sur la façade sud, constitue un espace de vie lumineux, particulièrement utilisable en mi-saison.

### LONGÈRE EN MILIEU RURAL : PRÉSENTATION DES SCÉNARIOS 3 ET 4

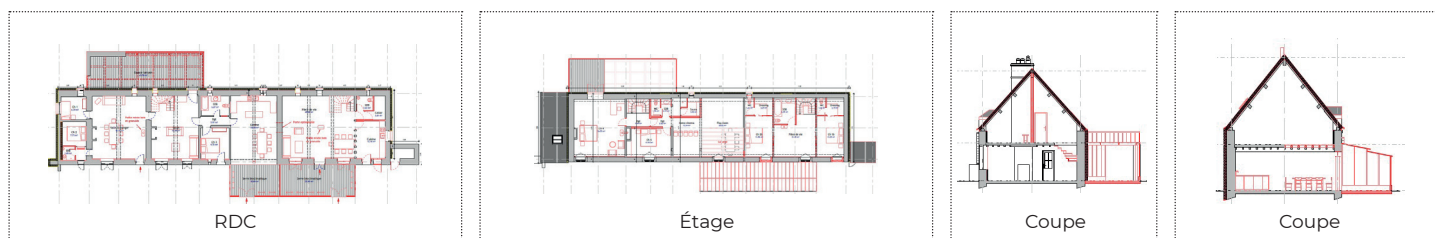
#### Scenario ❸ : travaux importants pour famille à revenus assez élevés

Aménagement du RdC et étage partiel – Serre bioclimatique  
Création de 2 gîtes en partie Est – Option espace tampon nord

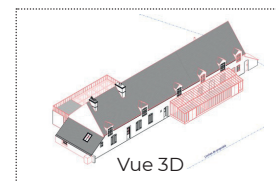


#### Scenario ❹ : travaux importants pour familles à revenus très élevés

2 logements à occupation permanente – Aménagement du RdC et étage en totalité – Occupation des combles en toutes saisons – Serres bioclimatiques Sud et option espace tampon Nord



En noir : état existant - En rouge : projet



## DESCRIPTION GLOBALE DE LA SOLUTION

### ENVELOPPE



#### TOITURE

##### Principe

Une seconde charpente, intégrant un isolant, est mise en œuvre par-dessus la charpente existante, ce qui permet de conserver la lisibilité des solives à l'intérieur.

##### Mise en œuvre

Les tuiles plates existantes sont déposées et réutilisées après pose de la charpente et de l'isolation. La nouvelle charpente prend appui au droit des arbalétriers existants.



#### MENUISERIES

##### Principe

Les fenêtres existantes peuvent être conservées ou possiblement remplacées par des fenêtres double vitrage standard. Selon le scénario de rénovation envisagé, une serre bioclimatique peut être ajoutée sur une partie de la façade Sud. Un espace tampon au Nord est également proposé. Des cellules photovoltaïques sont insérées dans le vitrage de la toiture de la serre côté sud.

##### Mise en œuvre

En gros-œuvre les ouvertures sur la façade existante seront réalisées par des portiques métalliques. Il sera prévu des fondations et un dallage pour le volume de la serre, ou en alternative un radier. La structure en bois et acier de la serre est posée sur la dalle béton et un muret de 30 cm de hauteur. Les composants fabriqués en usine seront assemblés sur site.



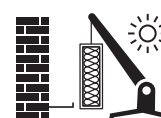
#### MURS

##### Principe

Selon les orientations des façades : procédé d'isolation par l'extérieur par panneaux préfabriqués à ossature bois, intégrant un isolant biosourcé complété pour une seconde couche d'isolant support de l'enduit extérieur (ETICS), ou un correcteur thermique côté intérieur.

##### Mise en œuvre

Les panneaux préfabriqués sont transportés sur site et manutentionnés si nécessaire par une grue télescopique et fixés mécaniquement sur le mur support.



## SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

#### CHAUFFAGE



- Poêles à insert, avec compléments par convecteurs électriques en salles de bains

#### VENTILATION



- Naturelle, sauf VMC individuelle dans les salles de bains

## ZOOM SUR LES INNOVATIONS



### OPTIMISATION DE L'ISOLATION PAR RAPPORT À L'ORIENTATION

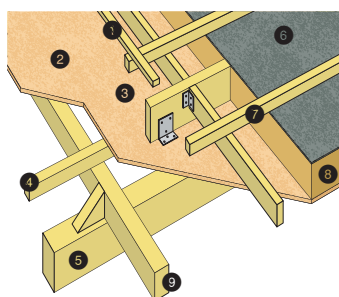
Les façades déperditives principales (Nord et Sud) sont isolées différemment en fonction des apports solaires potentiels. Ainsi : la façade Sud bénéficie de l'application d'un correcteur thermique intérieur chaux + chanvre visant notamment à éviter les effets de parois froides et améliorer le confort thermique. Cette solution permet également de conserver son aspect architectural d'origine. Les apports solaires sur cette façade Sud sont optimisés par la mise en œuvre d'une serre bioclimatique permettant d'accumuler la chaleur le jour pour la restituer la nuit. Les autres façades (Nord, Est ou Ouest) sont isolées avec un système innovant (voir rubrique «Murs»).



### TOITURE

La solution envisagée présente les innovations principales suivantes :

- Réalisation d'une isolation par l'extérieur de la toiture par la mise en œuvre d'un cadre bois isolé directement sur le platelage bois accessible après dépose de la couverture. Un isolant épais réfléchissant ou en fibre de bois est inséré dans le cadre.
- Réutilisation des tuiles d'origine en fonction de leur état



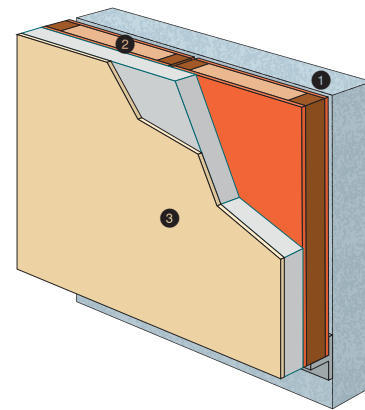
- 1 Liteau
- 2 Plateforme
- 3 Surélévation
- 4 Chevron
- 5 Arbalétier
- 6 Écran de sous-toiture
- 7 Contrelattage
- 8 Isolant
- 9 Panne



### MURS

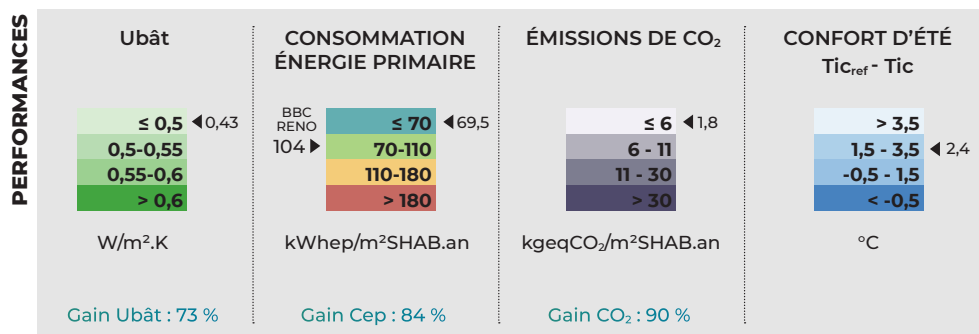
Sur les façades les moins exposées aux apports solaires (Nord, Est et Ouest), le système constructif envisagé présente un certain nombre d'éléments innovants :

- un panneau à ossature bois préfabriqué, fixé mécaniquement sur le mur support existant intégrant un isolant « biosourcé »,
- un isolant complémentaire extérieur « biosourcé » support d'enduit (ETICS)



- 1 Mur support existant
- 2 Panneau à ossature bois préfabriqué
- 3 Isolation complémentaire extérieure support d'enduit (ETICS)

## INDICATEURS DE PERFORMANCE APRÈS RÉNOVATION (SOLUTION GLOBALE)

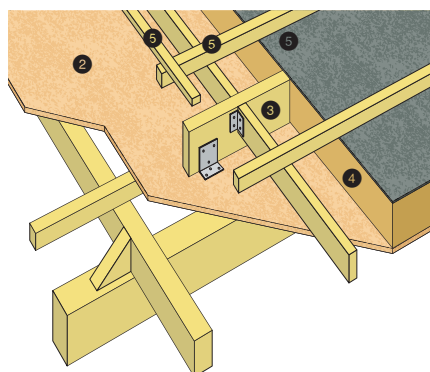


- Les indicateurs de performance ont été calculés :  
- selon la méthode de calcul THBCE de la RT2012 et ses conventions,  
- les émissions de CO<sub>2</sub> sont obtenues à partir des consommations d'énergie calculées et des coefficients de conversion de E+C-,  
- pour la maison diagnostiquée qui a 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



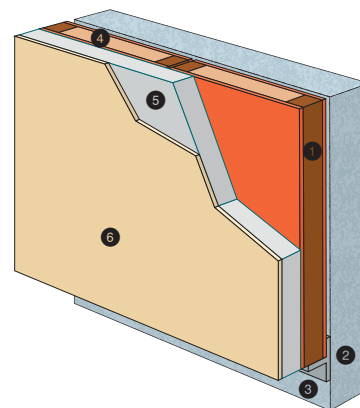
### TOITURE



- ❶ Dépose des tuiles et liteaux, tri, nettoyage pour réutilisation (non représenté)
- ❷ Pose d'un fond de support en bois ou autre sur le solivage existant, si l'existant est dégradé
- ❸ Pose d'une charpente complémentaire
- ❹ Insertion de l'isolant réflecteur ou fibre de bois
- ❺ Pose de l'écran de sous-toiture, pose des contre-lattages, pose des liteaux
- ❻ Pose des tuiles réutilisées et compléments si nécessaire (non représenté)
- ❼ Raccordement au murs et pignons (non représenté)
- ❽ Pose gouttière et descentes eaux pluviales (non représenté)



### MURS

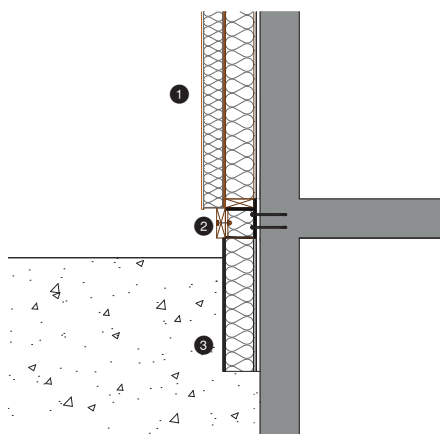


- ❶ Manutention du panneau préfabriqué en usine par une grue télescopique
- ❷ Mise en place des éléments de fixation du panneau à la structure (cassette de fixation, équerres d'appui en partie basse) dans le mur par chevilles chimiques.
- ❸ Fixation des panneaux sur les éléments de fixation du panneau à la structure.
- ❹ Mise en place du joint élastomère en panneaux
- ❺ Fixation des isolants support d'enduit sur le panneau préfabriqué (ETICS)
- ❻ Réalisation de l'enduit armé extérieur

## ZOOM SUR LES INTERACTIONS PRINCIPALES

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

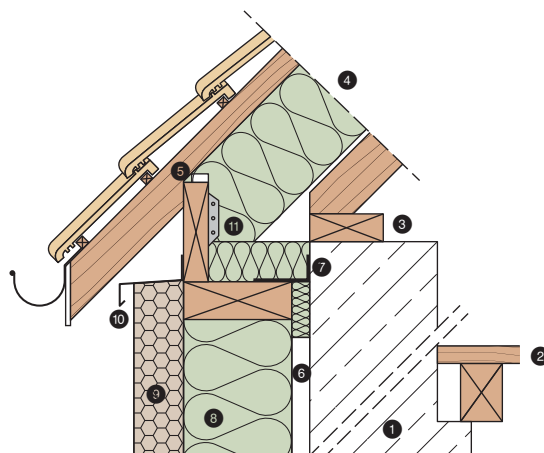
Pont thermique  $\psi = 0,2 \text{ W}/(\text{m.K})$



- 1 Constitution du caisson préfabriqué d'isolation rapportée sur mur existant :
  - enduit armé
  - isolant fibre de bois ; épaisseur de 80 à 160 mm
  - ossature bois de caisson de 145 mm et isolation biosourcée entre montants
- 2 Étrier-console métallique support des caissons préfabriqués d'isolation rapportée et des planchers de l'espace de captation bioclimatique :
  - ancrage par goujon dans l'épaisseur du chaînage existant
  - remplissage par isolant
  - habillage par madrier formant bandeau horizontal
- 3 Isolation enterrées de type polystyrène fixé en sous-bassement et sur une profondeur de 30 cm environ en fondation, avec protection par une plaque fibro-ciment

### TRAITEMENT DE LA JONCTION ENTRE LES MURS ET LA TOITURE (FAÇADE NORD)

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



- 1 Parois externes en maçonnerie
- 2 Plancher haut du RDC existant
- 3 Structure du toit existante
- 4 Surélévation toiture : isolation de 20 cm, écran de sous-toiture et pare-vapeur, par éléments bois 5x20 cm disposés suivant pente sur chaque arbas de ferme + pannes de 5x15 cm, entraxe maxi 1 m
- 5 Chevrons de 4x6 cm, entraxe 60 cm + litonnage
- 6 lame d'air de 30 mm pour réglage alignement panneaux de façade, fermée en partie haute et basse par bande isolante souple
- 7 Équerres supérieures de fixation panneaux
- 8 Panneaux constitués d'ossatures de 45x200 mm, isolant 200 mm, fermeture externe OSB 9 mm, traverse basse traitée Classe 4
- 9 Isolant externe en fibres de bois à la chaux
- 10 Profil supérieure avec rejet d'eau en zinc 60/100
- 11 Sabots aciers inox de liaison entre l'élément de 5x20 cm, disposés sur arbalétriers et les pannes



• La descente de l'isolation extérieure dans le sol peut être limitée à 30 cm. Au-delà, le gain thermique devient très faible. Ceci permet de limiter la contrainte de mise en œuvre liée au décaissement.

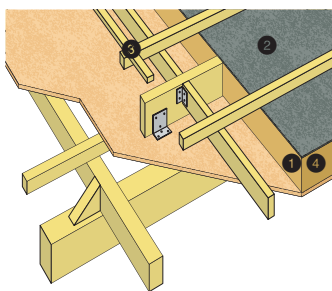
• L'utilisation d'une grille anti-rongeur non traversante ou en PVC est nécessaire pour obtenir un traitement optimal du pont thermique.

## POINTS DE VIGILANCE



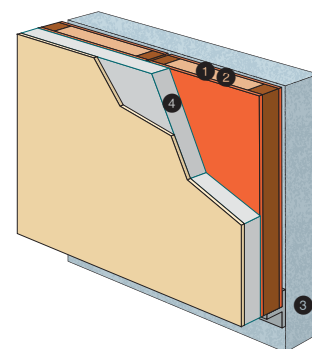
### TOITURE

- 1 Les isolants réflecteurs font l'objet d'Avis Technique précisant les conditions de mise en œuvre qu'il conviendra de vérifier.
- 2 La mise en œuvre d'une membrane pare-vapeur ( $S_d > 18$  m en plaine), indépendante de l'isolant utilisé, sur le platelage avant mise en œuvre de l'isolation extérieure, est recommandée. Le platelage seul n'est ni étanche à la vapeur d'air, ni étanche à l'air.
- 3 La présence d'une lame d'air extérieure ventilée continue sous la couverture est fondamentale pour limiter les risques liés à l'humidité.
- 4 En cas d'utilisation d'un isolant biosourcé, une attention particulière devra être portée sur les transferts d'humidité et le risque de développement fongique.



### MURS

- 1 Il est important de vérifier que la façade peut reprendre le poids de l'ossature y compris en considérant l'effet du vent, la capacité des fixations à retenir l'ossature ainsi que l'intégrité des panneaux. Les prescriptions sont décrites dans le Cahier des Prescriptions Techniques 3517 du CSTB.
- 2 Le transport et le levage des panneaux sont des étapes cruciales et leur description est nécessaire pour l'évaluation technique du produit.
- 3 La bonne tenue des chevilles de fixation dans un mur support existant ainsi que le risque de corrosion doivent être examinés notamment par une reconnaissance préalable du mur support sur site et des essais

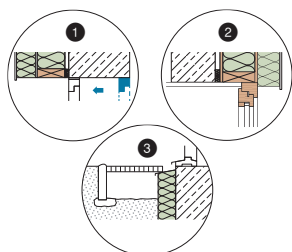


d'arrachement. En zone sismique, la fixation dans des supports creux n'est pas prévue dans les référentiels de dimensionnement (eurocode).

4 L'utilisation d'un isolant « biosourcé » dans ce type de système constructif n'est pas prévue par les DTU et nécessite de justifier l'absence de risque en lien avec l'accumulation d'humidité et l'absence de tassement vertical.



### MENUISERIES



- 1 Le retour d'isolant extérieur sur les encadrements n'est pas conseillé autour des fenêtres existantes au nord ayant un dormant en bois, pour éviter d'accumuler l'humidité. Le pont thermique qui en découle peut être limité en changeant les fenêtres ou en décalant les fenêtres existantes vers l'extérieur sur le cadre de l'ossature bois de l'ITE.
- 2 L'étanchéité à l'air entre la fenêtre, le panneau préfabriqué et le mur existant doit être assurée (Voir Cahier du CSTB 3709-v2).
- 3 Pour éviter toute stagnation d'eau devant le seuil au niveau du caillebotis de la façade

Nord, la mise en place d'un rejingot de 25 mm minimum avec une pente est conseillée.

4 La condensation sur les surfaces intérieures de la serre en simple vitrage est très probable, il conviendra donc de veiller à une bonne ventilation de cet espace et choisir des essences de bois de structure adaptées aux ambiances humides (non représenté).

5 Il conviendra de vérifier le bon dimensionnement, au vent notamment, des fenêtres et vitrages de la serre par son fabricant (selon DTU 39 et DTU 36.5 notamment), (non représenté).



### L'ŒIL DU CSTB

Sur ce type de maison, la présence d'un soubassement en silex (matériau non capillaire), d'un hérisson ventilé sous le plancher bas et de revêtements de sols perméables à la vapeur d'eau (tomettes, carreaux de

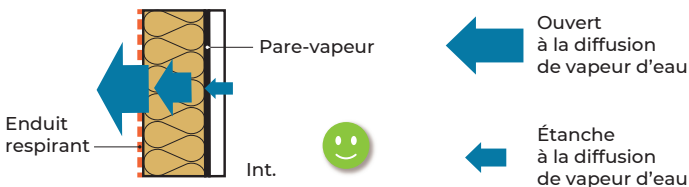
ciment...) limitent les risques de remontées capillaires. Néanmoins, un diagnostic est recommandé pour éviter de modifier significativement les équilibres existants, et une attention particulière doit être

portée à ce sujet si le revêtement de sol existant est remplacé par un revêtement trop imperméable et déformable ou sensible à l'humidité (revêtement PVC, linoleum, grand carreaux rectifiés...)

## PRINCIPES GÉNÉRAUX À RESPECTER

### 1. Diffusion de vapeur

Pour éviter l'accumulation d'humidité dans la paroi ou le développement fongique, 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'ouvrages 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 d'une 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. Panneaux préfabriqués

La mise en œuvre d'un panneau préfabriqué rapporté sur support existant n'est pas traditionnelle et doit faire l'objet d'une évaluation technique (Atex ou avis technique) afin qu'un comité d'experts évalue son aptitude à l'emploi dans l'application visée.

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

Sur les supports existants creux (ce qui n'est pas le cas dans la maison étudiée), aucun système d'accroche de systèmes d'isolations 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, la mise en place de protection solaire 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. Toutefois, cette solution est conçue pour un habitant « actif » qui tempère les apports solaires par l'ouverture et la fermeture des ouvrants de la serre.

## 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.

