



SOLUTION DE RÉNOVATION GLOBALE POUR MAISONS DES 30 GLORIEUSES



La typologie



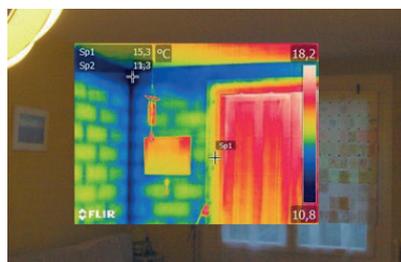
- Maisons Construites entre la fin des années 50 et le premier choc pétrolier
- Bâties par des maçons qualifiés avec des matériaux industrialisés
- Plutôt fonctionnelles, elles bénéficient d'un bon niveau d'éclairage naturel
- «Dans leur jus», elles ont un important gisement d'économies d'énergie
- Situées en périphérie des centre-bourgs elles sont attractives pour les jeunes couples

* Voir fiche typologie

Principales problématiques adressées et grandes orientations de la solution



Ces maisons sont les candidates idéales à une rénovation globale et performante. Pour cette typologie de maison, une maison rénovée de façon globale pourra être 4 fois plus performante que le bâtiment existant. Pour que le particulier accepte de financer les travaux, il est indispensable qu'il se rende compte de l'ampleur de l'amélioration thermique attendue. L'audit énergétique précis et argumenté par un thermicien professionnel explique tout cela au particulier avec de plus une estimation du coût des travaux.



Ces maisons sont qualitatives en termes de conception et de construction, mais toute l'isolation thermique est à créer.

C'est réellement l'occasion de BIEN faire.

* 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.



« Un artisan qui allie des compétences en menuiserie, charpente, isolation et étanchéité à l'air peut répondre de façon globale à un chantier d'isolation thermique de ce type. Charge à lui d'endosser le rôle de coordinateur des corps de métiers intervenant autour de l'isolation : le couvreur, le maçon, le plombier, l'électricien, le thermicien et éventuellement un architecte. La maison après travaux sera 3 à 6 fois plus économe qu'avant travaux. Pour le particulier qui en douterait, ce niveau de performance peut être vérifié de façon extrêmement fiable par le thermicien à l'aide d'une simulation thermique dynamique. Si des modifications de l'agencement des pièces ou si une extension est envisagée, le particulier pourra également faire appel à un architecte. Le thermicien et l'architecte sont tous les deux des prestataires de services "facilitateurs" grâce à leur offre (audits, préparation de plans, déclaration de travaux, maîtrise d'œuvre). »

Jean HOURANY, Ingénieur en efficacité énergétique du bâtiment, Thermicien-auditeur, Gérant de BATIDERM Ingénierie

Le groupement Baticok

ENTREPRISE COUILLARD Père et fils

- Menuiserie/Charpente/Isolation
Rénovateur BBC Normandie depuis 2015 - créée en 1978
Gérée par Julien COUILLARD depuis 2012
- Fabrication de menuiseries bois, charpentes, escaliers, agencements, rénovation thermique. Pose toutes menuiseries, isolation intérieure et extérieure, plâtreries, étanchéité à l'air, bardages
 - 20 rénovations BBC depuis 2015

BÂTIDERM INGÉNIERIE

- BET Efficacité énergétique du bâtiment
Auditeur normand depuis 2014
Créée en 2012
Gérée par Jean HOURANY, bénéficiant de 12 ans d'expérience en thermique et 16 ans d'expérience en R&D dans l'industrie
- Études thermiques, approche globale, mesures, simulation thermique dynamique
- www.batiderm.fr

NICOLAS KNAPP

- Architecte-Ingénieur
Membre fondateur de l'ARPE Normandie
- Acteur de l'éco-construction en Normandie depuis plus de 20 ans
 - Réduction de l'impact environnemental de la construction
 - Maîtrise d'œuvre en rénovation

Les partenaires

- Région Normandie
- EIRENO Entreprises d'Ingénierie en Rénovation énergétique globale
- Club normand des renovateurs BBC
- ARPE Normandie

ZOOM SUR LA DÉMARCHE GLOBALE

Une rénovation en une étape avec isolation de la toiture et isolation des murs par l'extérieur qui permettra de conserver leur inertie thermique, de supprimer le pont thermique du plancher intermédiaire et d'éviter la dépose du système de chauffage.

L'audit énergétique initial devra être complété pour permettre de valider ou non la solution de préfabrication. Ce diagnostic abordera alors 3 aspects : état structurel du bâti existant, possibilité d'accéder par engins (grue, camion), aspects économiques liés à la taille du chantier.



Solution avec préfabrication

Prérequis :

Audit énergétique classique*, renforcé avec

1. Diagnostic structurel initial (des outils tels que la caméra IR et le scan 3D sont fortement recommandés) :

- Repérage des zones d'accroche en béton,
- Vérification de planéité des murs,
- Test préalable d'arrachement,
- Si besoin, renfort structurel du support.

2. Vérification des possibilités d'accéder par engins (grue, camion)

3. Vérification si la taille du chantier est économiquement adaptée

Solution de mise en œuvre manuelle traditionnelle

***Audit énergétique classique** c'est à dire avec :

- Analyse des factures
- Relevés sur place et modélisation
- Recollement facture /modélisation par Simulation Thermique Dynamique
- Schéma de répartition des déperditions
- Scénarios de travaux dont scénario BBC
- Calcul des gains énergétiques
- Estimation du coût des travaux
- Préconisations sur la qualité des travaux et sur les mise en œuvre possibles
- Suivi post-audit :
 - calcul final sur la base des devis
 - transformation de l'audit en étude thermique finale
 - contrôle final d'étanchéité à l'air de fonctionnement de la VMC

Photos d'un chantier à base de panneaux préfabriqués en atelier



DESCRIPTION GLOBALE DE LA SOLUTION

ENVELOPPE



MURS + TOITURE (préfabrication)

Principe

Pose de panneaux préfabriqués de mur et de toiture à ossature bois dans lesquels est insufflée de la ouate de cellulose.

Mise en œuvre

Les éléments mis en œuvre à l'aide d'une grue et sont fixés mécaniquement au support depuis l'extérieur au moyen de systèmes d'ancrage pour les panneaux des murs, et des chevilles pour les panneaux de toiture.



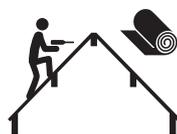
TOITURE (montage manuel)

Principe

Isolation par l'extérieur entre chevrons associée à un complément d'isolation entre solives et un écran HPV (Haute Perméabilité à la Vapeur d'eau) de type membrane souple assurant une fonction d'étanchéité à l'air.

Mise en œuvre

Sur site par l'extérieur selon un montage manuel traditionnel.



MENUISERIES

Principe

Remplacement ou conservation des menuiseries selon état avec déplacement dans le plan de l'isolation extérieure.

Mise en œuvre

Pose en tunnel dans un précadre en bois



PLANCHER BAS

Voir fiche BATICOK 1:

solution pour des pavillons à charpentes à fermettes



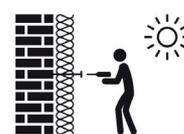
MURS (montage manuel)

Principe

Procédé d'isolation par l'extérieur de type bardage ventilé à ossature bois associant un isolant en fibre végétale et un bardage vertical ventilé à ossature bois (1 à 4 parois isolées, suivant besoin déterminé par l'audit).

Mise en œuvre

L'ensemble des éléments sont fixés mécaniquement sur support lourd en maçonnerie courante et assemblés manuellement sur site selon un principe de pose comparable au DTU 41.2.



SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

CHAUFFAGE



- Maintien ou remplacement de la chaudière gaz, ou mise en place d'une chaudière à granulés de bois, ou d'une PAC sans fluides Hydro-Fluoro-Carbonés.
- Conservation des émetteurs de chaleur.

Variante :

Poêle à bois et radiateurs d'appoint dans les pièces éloignées

VENTILATION



- VMC Simple flux hygro B
- Intégration de bouches d'entrée d'air hygrovariables dans les nouvelles menuiseries des chambres et pièce de séjour
- Gaine de rejet de l'air extrait par la VMC en toiture

ZOOM SUR LES INNOVATIONS



ENSEMBLE MURS ET TOITURE

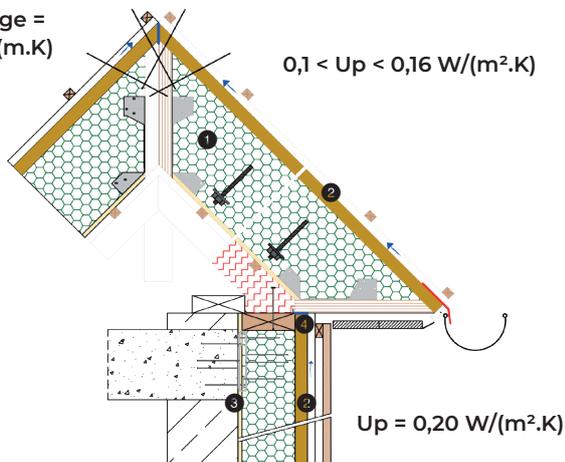
Rénovation globale à base d'éléments préfabriqués à ossature bois pour la toiture et les murs. Les panneaux sont réalisés en atelier sur le même principe consistant à insuffler un isolant en ouate de cellulose dans un coffrage intérieur en OSB et du côté extérieur par un panneau en fibre de bois.

Ce système présente les innovations suivantes :

- Insufflation d'un isolant biosourcé.
- Ecran de sous-toiture et pare-pluie rigide en fibre de bois.
- Panneau avec système d'ancrage en tête de façade et équerre d'appui en pied de façade.
- Gestion de l'interface entre les panneaux de mur et de toitures.

- 1 Ouate de cellulose
- 2 Fibre de bois
- 3 Système d'ancrage en tête de mur
- 4 Calfeutrement étanche

Psi faîtage =
0,06 W/(m.K)



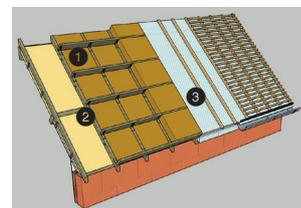
TOITURE (montage manuel)

Isolation en fibre de bois entre solives bois, fixée sur les chevrons existants au moyen d'équerres métalliques. Un écran de sous-toiture souple HPV (Haute Perméabilité à la Vapeur) vient envelopper l'extrémité des chevrons existants. Ce système présente les innovations suivantes :

- Isolant biosourcé en isolation par l'extérieur.
- Création d'un contre-solivage renforcé par des équerres.
- Prolongement de l'écran de sous-toiture jusqu'au mur existant.

- 1 Isolant biosourcé
- 2 Contre-solivage
- 3 Écran de sous-toiture HPV

0,15 < Up < 0,20 W/(m².K)



MURS (montage manuel)

Bardage ventilé à lame verticale en bois s'appuyant dans le principe de mise en œuvre sur le DTU 41.2.

Ce système présente les innovations suivantes :

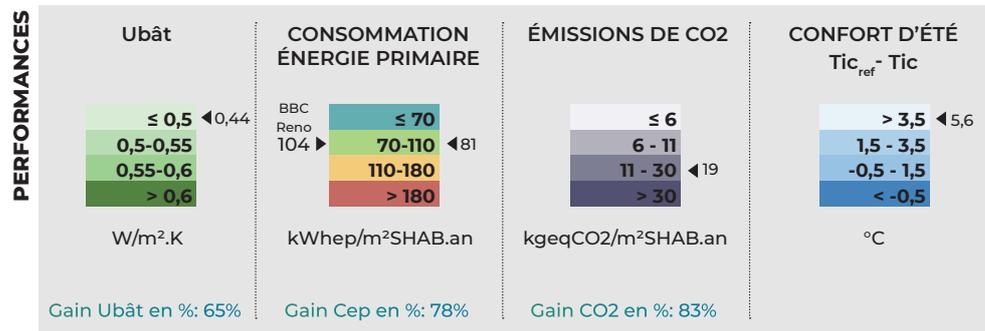
- Isolant « biosourcé » à base de fibres végétales.
- Pose d'une isolation en deux couches de 80 mm sans écrasement de la seconde couche par le montant vertical.
- Encapsulage de l'isolant et de l'ossature par une membrane pare-pluie HPV (Haute Perméabilité à la Vapeur).

- 1 Isolant biosourcé
- 2 Pose en deux couches croisées
- 3 Membrane HPV

0,23 < Up < 0,26 W/(m².K)



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.

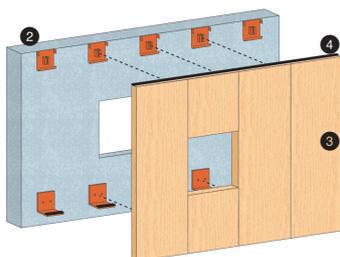
ZOOM SUR LA MISE EN ŒUVRE



ENSEMBLE MURS ET TOITURE

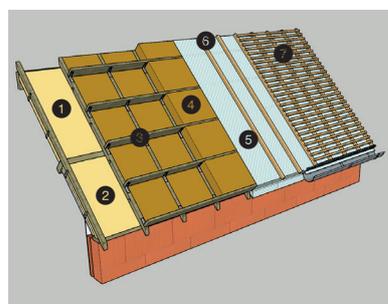
Travail préparatoire: diagnostic de la structure, vérification accessibilité, repérage des chaînages par caméra thermique, réalisation d'un relevé numérique dimensionnel, démontage des obstacles, dépose de la couverture

- ① Découpe des chevrons au niveau du plan inférieur de la sablière (cf zoom sur les interactions)
- ② Installation des organes de fixation pour les murs
- ③ Pose des panneaux de mur à la grue
- ④ Pose des bandes d'étanchéité souples sur le chant du pare-pluie rigide des panneaux muraux
- ⑤ Pose des panneaux de toiture par fixation mécanique au niveau du faîtage et au travers de la charpente avec réalisation d'une étanchéité entre les 2 pans de toit au moyen d'une bande d'étanchéité souple sur le chant de l'écran de sous-toiture rigide.
- ⑥ Réalisation de l'étanchéité entre panneaux muraux et de toiture (cf zoom sur les interactions).



TOITURE (montage manuel)

- ① Découverte totale, conservation de l'isolation existante si non dégradée
- ② Isolation entre chevrons
- ③ Pose de pannes 145x32 mm à l'aide d'équerres d'assemblage
- ④ Isolation entre pannes (isolant végétal en panneau)
- ⑤ Mise en place de l'écran de sous-toiture HPV avec enrobage des chevrons et traitement de l'étanchéité en pied de toiture
- ⑥ Pose des contre-liteaux
- ⑦ Pose de la couverture réemplois des tuiles/ardoises sauf contre indication selon leur état



MURS (montage manuel)

- ① Découpe des appuis de fenêtre en béton.
- ② Dépose des descentes d'eau pluviale et des volets battants.
- ③ Mise en place des équerres. La fréquence sera définie conformément au cahier du CSTB n°3316 afin de respecter les déformations maximales admissibles de l'ossature.
- ④ Embrochage de la première couche d'isolation sur les équerres dont la pose est optimisée pour ne pas créer de ponts thermiques.
- ⑤ Mise en place des ossatures verticales en respectant les règles de recouvrement et le réglage de la verticalité.
- ⑥ Renforcement éventuel du maintien de la première couche d'isolation par des vis de fixation.
- ⑦ Mise en place de la deuxième couche d'isolation entre ossature et fixation mécanique au travers de la première couche.
- ⑧ Mise en place de la membrane pare-pluie par des tasseaux fixés mécaniquement parallèlement aux montants verticaux.
- ⑨ Mise en place d'une contre-ossature horizontale
- ⑩ Fixation du bardage vertical sur la contre-ossature.



La mise en œuvre de panneaux préfabriqués en mur ainsi qu'en toiture permet un gain de temps en phase chantier. Il y a lieu de s'assurer de la continuité des

plans d'étanchéité entre les éléments notamment avec l'ajout d'adhésifs (compatibilité des adhésifs avec les différents supports à vérifier) mais

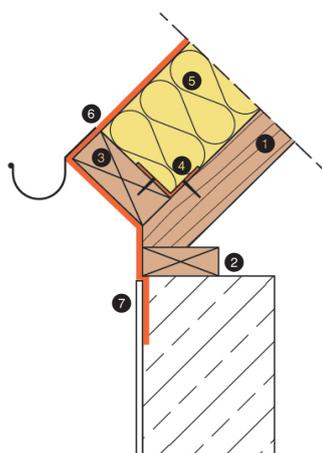
également au niveau des interfaces avec la toiture, les baies et des appuis de façade.

ZOOM SUR LES INTERACTIONS PRINCIPALES

TRAITEMENT DE LA JONCTION MURS/TOITURE (cas du montage manuel)

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

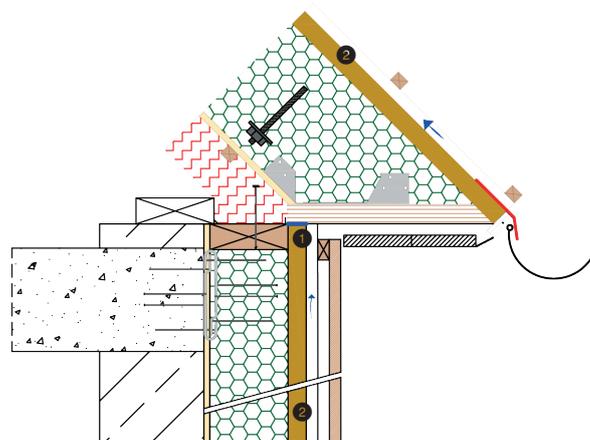
- ❶ Chevrons existants découpés
- ❷ Sablière
- ❸ Solives 45x145
- ❹ Equerre métallique
- ❺ Isolant fibre de bois
- ❻ Ecran HPV
- ❼ Raccord avec enduit mural



TRAITEMENT DE LA JONCTION MURS/TOITURE (cas des panneaux préfabriqués)

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

- ❶ Bande adhésive souple
- ❷ Isolant en fibre de bois de bois



• En tête de façade le calfeutrement entre le panneau préfabriqué de façade et le panneau préfabriqué de toiture est crucial. Il est réalisé au

moyen d'une bande adhésive souple posée sur le chant du pare-pluie rigide dont la durabilité aura un enjeu très important.

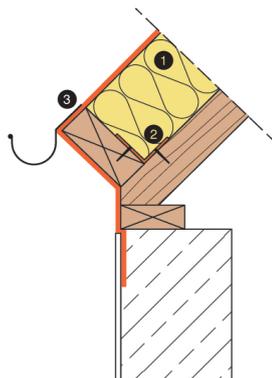
• Les panneaux de mur ne doivent reprendre aucune charge liée aux panneaux de toiture.

POINTS DE VIGILANCE



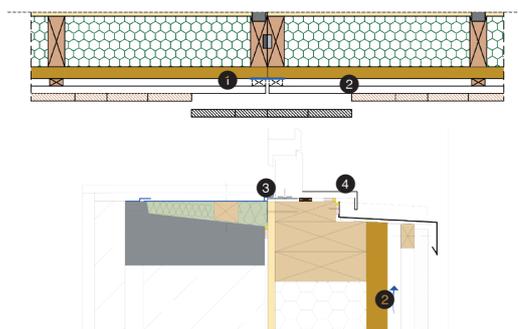
TOITURE (montage manuel)

- 1 L'utilisation d'un isolant « biosourcé » dans ce type de système constructif n'est pas couverte par un DTU et nécessite une attention particulière notamment vis-à-vis des risques liés à l'humidité (absence d'accumulation d'humidité et de développement fongique).
- 2 La solution proposée consistant à reconstituer un complément d'isolation par l'extérieur n'est pas une solution traditionnelle. Les modes de fixations des éléments rapportés doivent être vérifiés et validés pour une utilisation dans l'application visée (fixation sur une structure existante)
- 3 L'utilisation d'un écran souple sans lame d'air en dessous implique l'utilisation d'un écran HPV (Hautement Perméable à la Vapeur d'eau).

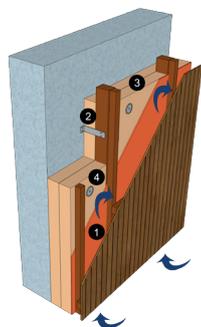


ENSEMBLE MURS/TOITURE

- 1 La mise en place de dispositions durables permettant d'assurer une étanchéité à l'air, à l'eau et au vent de l'ensemble des assemblages entre panneaux est fondamentale. Une attention particulière devra être portée au niveau des interfaces (encadrement de baie, pied de façade...).
- 2 L'utilisation d'un isolant « biosourcé » dans ce type de système constructif n'est pas couverte par un DTU et nécessite une attention particulière notamment vis-à-vis des risques liés à l'humidité (absence d'accumulation d'humidité et de développement fongique).
- 3 La fixation de la fenêtre sur le gros œuvre est à privilégier. Par ailleurs elle ne doit pas se faire à travers le dormant.
- 4 La fixation de la bavette métallique en appui doit être protégée par un rejet d'eau. Ici c'est le profil d'appui rallongé qui assure cette fonction.



MURS



- 1 La mise en œuvre d'un pare-pluie présente un risque de déchirement et d'obstruction de la lame d'air pouvant induire une accumulation d'humidité dans l'isolant ou la structure du bardage. La résistance au déchirement du pare-pluie est une caractéristique principale à vérifier.
- 2 Les règles d'espacement entre les équerres (selon cahier du CSTB n°3316) doivent être respectées afin de limiter la déformation de l'ossature sous l'effet du vent. Des tests d'arrachement sont recommandés sur les supports existants dont on ne connaît pas la résistance mécanique.
- 3 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 d'accumulation d'humidité et de développement fongique.
- 4 La fixation mécanique de l'isolant est importante pour éviter l'affaissement de ce dernier. La conséquence pourrait être une réduction de la section de la lame d'air et la création d'espaces d'air parasites entre les couches d'isolant. Le choix d'un isolant semi-rigide entre ossature contribue à limiter ce risque.



• Un écran HPV utilisée en toiture est considéré comme HPV d'après le DTU 40.29 dès lors que sa valeur $S_d < 0,1$ m.

• La valeur S_d représente l'épaisseur d'air équivalente exprimé en mètre. Plus la valeur est faible, plus le matériau est perméable à la vapeur d'eau.

• L'étanchéité à l'air au niveau des panneaux OSB et de leurs jonctions est un point important à considérer notamment vis-à-vis des compatibilités entre les différents composants.

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.

