



SOLUTION DE RÉNOVATION GLOBALE POUR MAISONS DE PÉRIPHÉRIES URBAINES (ANNÉES 50-60)



La typologie

- Maison individuelle R+1+combles
- Isolée ou en groupement
- Toiture à 2 ou 4 pentes en tuile
- Escalier d'accès extérieur à l'étage
- Matériaux : parpaing, enduit

* 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 et surélévation
- Apports solaires passifs par la création d'une serre bioclimatique
- Adaptation aux pratiques de l'habitat contemporain



« Cette typologie d'habitat est dotée de très faibles performances thermiques, à cause de ses matériaux de façades (parpaing plein) et ses fortes déperditions thermiques (surface de façade importante/ faible surface habitable). L'offre décline des scénarii établis en fonction des besoins et ressources des habitants, avec des solutions qui ne se limitent pas à une simple isolation thermique, mais interrogent la question de l'habitat individuel existant à adapter aux défis contemporains, avec la prise en compte des apports solaires, et dans une perspective de maison "passive". 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
- 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

Laboratoire de recherche AMP HESAM/MC, ENSA Paris-La Villette

- Yann Nussaume, professeur, co-directeur
- Laboratoire spécialisé dans la réhabilitation des tissus urbains pavillonnaires
- Recherche pour le Ministère de la Culture « Architecture du XX^e siècle, matière à projet pour la ville durable du XXI^e siècle »

Laurent Protois

- Architecte
- Maître-Assistant à l'ENSA Normandie, responsable du pôle Réhabilitation
- Spécialisé dans la réhabilitation de l'habitat ancien

SEREHO-Alain Tripier

- BET spécialisé dans les analyses sur l'habitat ancien

TANDEM URBAIN

- Entreprise de végétalisation de toitures



Requalification
scénario maximal

* 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 LA DÉMARCHE GLOBALE

UN HABITÉ « BIEN TEMPÉRÉ » ET PARTAGÉ

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 plusieurs appartements), et aux normes actuelles. Un choix qui peut apparaître doublement intéressant : il limite l'empreinte carbone en évitant des démolitions, mais il favorise également la conservation d'un certain patrimoine ordinaire, en le valorisant. Cette orientation reste toutefois dépendante de la commune et des décisions en matière de PLU. Les propositions des scénarios questionnent l'évolution de l'habitabilité de cette maison. Elles conduisent à le repenser dans une vision plus holistique comme une unité d'un tout, d'une parcelle, d'un quartier, d'un environnement dont les niveaux intérieurs sont susceptibles d'être redécoupés et dont les climats des espaces sont aptes à être modulés. En élargissant la problématique, elles amènent à se référer à la notion de « climat intérieur » à prendre en compte les pratiques et les milieux pour imaginer une « intelligence énergétique ».

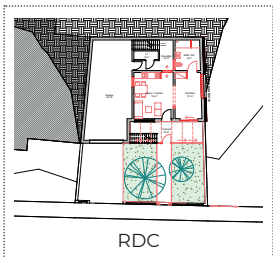
Les 3 scénarios proposés prennent en compte différents degrés d'occupation spatiale, de la plus minimale à la plus maximale, et proposent des solutions innovantes comme la surélévation de la maison, avec une toiture végétalisée, et la greffe d'une serre bioclimatique sur un ou plusieurs niveaux. La rénovation de cette maison des années 50/60 invite à les relire dans une perspective générale de changements climatiques et de limitation des consommations énergétiques en reconsidérant le rôle des habitants par rapport aux interventions architecturales dans l'objectif d'un habitat bien tempéré et partagé. Outre cette dimension écologique, il s'agit de passer d'un habitat « ordinaire » à un habitat « distingué », contemporain, qui réponde aux pratiques actuelles du logement et à la requalification du paysage urbain des périphéries de villes. L'important est de rendre les habitants acteurs de l'adaptation de leur logement au changement de température en fonction des journées et des saisons.

MAISON ORDINAIRE ANNÉES 50

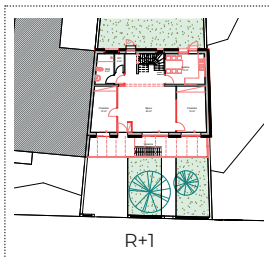
Scénario 1 – Travaux « au minimum » personnes à ressources limitées

Création d'un logement autonome en RdC (étudiant, personne âgée)
Création d'une serre bioclimatique en RdC et R+1

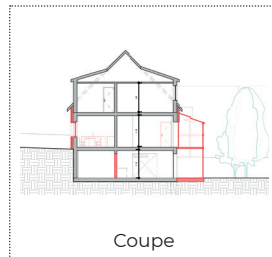
Toiture d'origine conservée



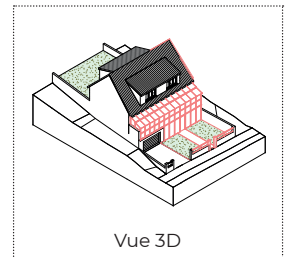
RdC



R+1



Coupe

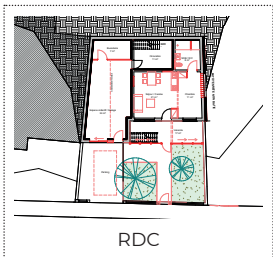


Vue 3D

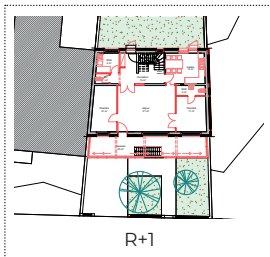
Scénario 3 – Travaux importants pour personnes à revenus élevés

2 logements : RdC, DUPLEX R+1 et R+2
Serre bioclimatique en RdC, R+1 et R+3

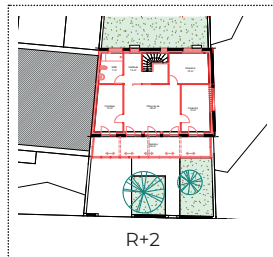
Suppression de la toiture existante
Surélévation en R+2



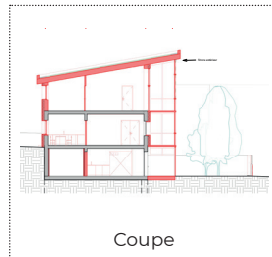
RdC



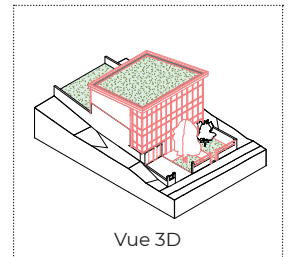
R+1



R+2



Coupe



Vue 3D

DESCRIPTION GLOBALE DE LA SOLUTION

ENVELOPPE



TOITURE

Principe

Selon le scénario de rénovation, dépose possible de la toiture existante, et création d'un étage supplémentaire isolé par des caissons de bois préfabriqués intégrant un isolant biosourcé fermé à l'extérieur par un CTBH, sur lequel est mis en œuvre un isolant support de la membrane d'étanchéité. Un système de végétalisation pré-cultivé est ensuite installé.

Mise en œuvre

Les panneaux préfabriqués sont transportés sur site et manutentionnés si nécessaire par une grue télescopique. Étanchéité réalisée de manière traditionnelle et répondant à la pose d'une végétalisation en toiture.



MENUISERIES

Principe

Les fenêtres existantes peuvent être conservées ou possiblement remplacées par des fenêtres pariéto-dynamiques à triple vitrage. Selon le scénario de rénovation envisagé, une serre bioclimatique peut être ajoutée sur la façade Sud à chaque niveau. Les menuiseries extérieures de la serre bioclimatique sont des portes-fenêtres à 3 rails coulissants, permettant une ouverture maximale en cas de surchauffe en été (possibilité également de pose de brises-soleil).

Mise en œuvre

Pose conforme au DTU 36.5. Une étanchéité à l'air est positionnée entre la menuiserie extérieure et le mur support existant. Les portes-fenêtres et fenêtres sont posées avec une bavette, un relevé et un seuil PMR.



MURS

Principe

Procédé d'isolation par l'extérieur par panneaux préfabriqués à ossature bois intégrant un isolant à base de polystyrène. Le panneau préfabriqué est complété pour une seconde couche d'isolant rainé-bouveté support de l'enduit extérieur (ETICS) fixé sur le panneau préfabriqué.

Mise en œuvre

Les panneaux préfabriqués sont transportés sur site et manutentionnés si nécessaire par une grue télescopique. Ils sont fixés mécaniquement sur support lourd en maçonnerie courante par équerres hautes et basses et par des chevilles chimiques. L'ETICS est alors posé de façon traditionnelle. Des joints élastomères sont posés entre panneaux.



SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

CHAUFFAGE



En fonction des installations existantes ; dans ce cas étudié, il existe déjà une pompe à chaleur.

VENTILATION



La ventilation du cas étudié est naturelle ; en cas de pose de fenêtres pariéto-dynamiques, une VMC sera nécessaire.

ZOOM SUR LES INNOVATIONS



SERRE BIOCLIMATIQUE

La mise en œuvre d'un concept de serre bioclimatique sur la façade Sud de la maison est un concept innovant en soit. Elle présente de plus dans sa conception d'autres points particuliers :

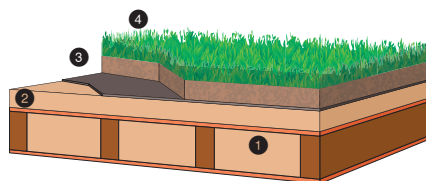
- assemblage de fenêtre coulissantes fixées sur une structure poteau/poutre en bois permettant une bonne ventilation grâce à l'ouverture possible des 2 tiers de surfaces,
- possibilité de gérer la ventilation de cet espace bioclimatique par une VMC indépendante,
- possibilité de claustras occultants.



TOITURE

La solution envisagée présente les innovations principales suivantes :

- Panneau à ossature bois préfabriqué en usine,
- Utilisation d'un isolant « biosourcé » dans le panneau préfabriqué,
- Mise en œuvre d'un isolant support d'une membrane d'étanchéité sur ce support léger,
- Mise en œuvre d'une végétalisation de toiture, avec substrats organiques légers.



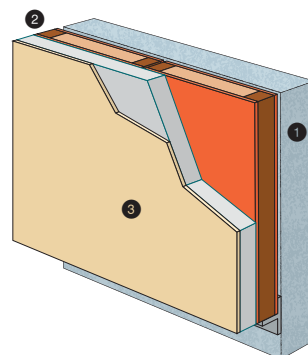
- 1 Panneau à ossature bois préfabriqué avec isolant
- 2 Isolation complémentaire support d'étanchéité
- 3 Membrane d'étanchéité adaptée à la végétalisation
- 4 Végétalisation pré-cultivée, dont substrat léger



MURS

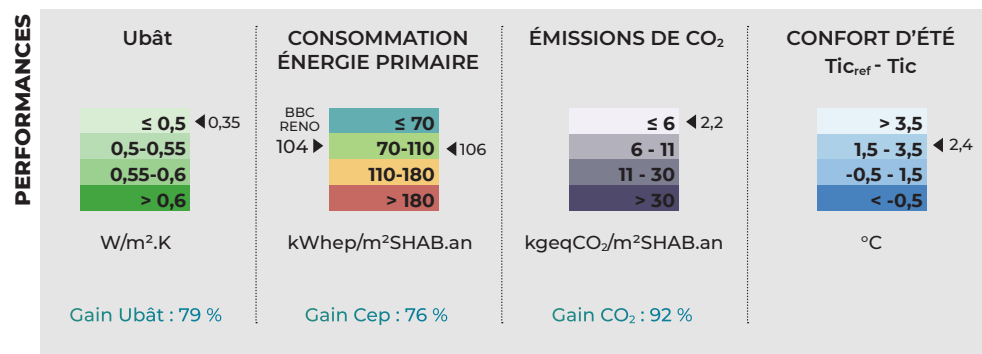
Le système constructif envisagé présente un certain nombre d'éléments innovants :

- pour le niveau RdC et R+1 : un panneau à ossature bois préfabriqué, fixé mécaniquement sur le mur support existant et intégrant un isolant polystyrène, sur lequel est mis en œuvre un isolant complémentaire extérieur support d'enduit (ETICS),
- pour le niveau R+2 : une surélévation constituée d'une double paroi à ossature bois assurant le clos et couvert et composée :
 - D'une partie structurelle à voile travaillant de type ossature bois contreventé et en appui sur la structure supérieure du bâtiment existant. Cette partie sert de support à la solution rapportée.
 - D'une partie rapportée sur la partie structurelle identique à la solution rapportée sur les murs existants du 1^{er} étage.



- 1 Mur support existant en parpaing plein (pour niveau RdC et R+1)
- 2 Panneau à ossature bois préfabriqué
- 3 Isolation complémentaire extérieure support d'enduit (ETICS)

INDICATEURS DE PERFORMANCE APRÈS RÉNOVATION (SOLUTION GLOBALE)

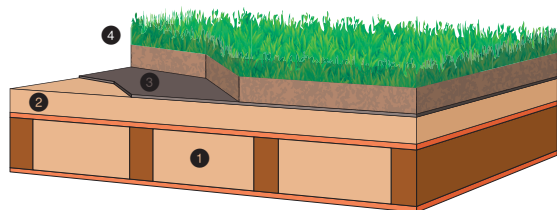


- Les indicateurs de performance ont été calculés :
 - selon la méthode de calcul THBCE de la RT2012 et ses conventions,
 - les émissions de CO₂ sont obtenues à partir des consommations d'énergie calculées et des coefficients de conversion de E+C-,
 - pour la maison diagnostiquée qui a servi de base 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



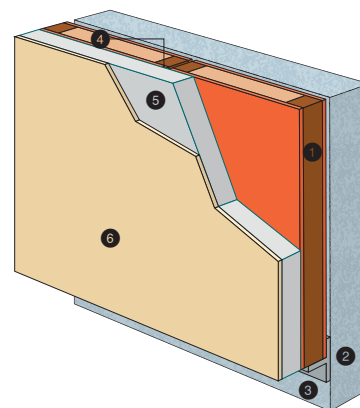
TOITURE



- ① Manutention du panneau préfabriqué en usine par une grue télescopique
- ② Mise en œuvre de l'isolant support d'étanchéité
- ③ Mise en place de l'étanchéité
- ④ Installation de la végétalisation précultivée conformément aux Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées



MURS

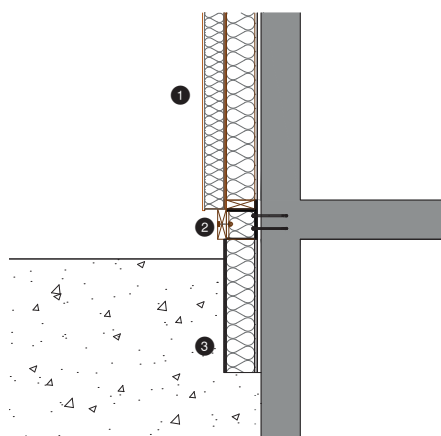


- ① Manutention du panneau préfabriqué en usine par une grue télescopique
- ② Mise en place des éléments de fixation du panneau à la structure (cassette de fixation, équerres d'appui en partie basse) dans le mur par chevilles chimiques
- ③ Fixation des panneaux sur les éléments de fixation du panneau à la structure
- ④ Mise en place du joint élastomère en panneaux
- ⑤ Fixation des isolants support d'enduit sur le panneau préfabriqué (ETICS)
- ⑥ Réalisation de l'enduit armé extérieur

ZOOM SUR LES INTERACTIONS PRINCIPALES

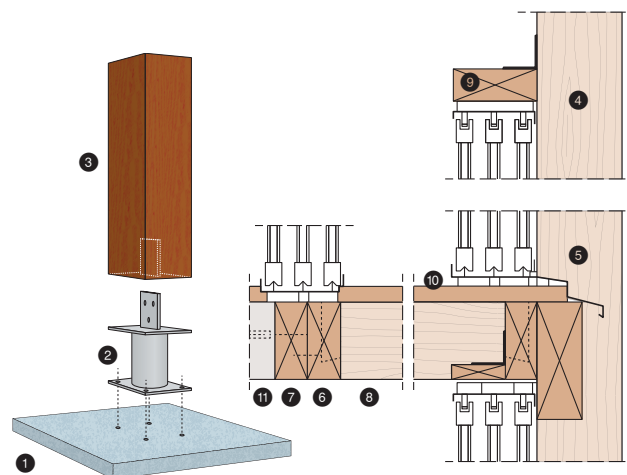
TRAITEMENT DE LA JONCTION ENTRE LES MURS ET LE PLANCHER BAS

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



- ❶ Constitution du caisson préfabriqué d'isolation rapportée sur mur existant :
 - enduit armé
 - isolant polystyrène ; épaisseur de 80 à 160 mm
 - ossature bois de caisson de 145 mm et isolation polystyrène entre montants
- ❷ Etrier-console métallique support des caissons préfabriqués d'isolation rapportée et des planchers de l'espace de captation bioclimatique
- ❸ Isolation enterrée de type polystyrène fixée en soubassement et sur une profondeur de 30 cm environ en fondation, avec protection par une plaque fibro-ciment

GREFFE DE LA STRUCTURE DE LA SERRE BIOCLIMATIQUE



- ❶ Dalle béton de 8 cm
- ❷ Pièce métallique d'appui chevillée dans la dalle
- ❸ Poteau en bois fixée à la pièce métallique d'appui
- ❹ Poteau lamellé-collé 160x160
- ❺ Poutre de rive 8,5x22,5
- ❻ 6x15 usiné appuis solives
- ❼ 6x15 fixé au mur
- ❽ Solives 6x15
- ❾ Raidisseur étage
- ❿ Platelage 27 mm
- ⓫ Chaînage en béton armé



• 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 lié au décaissement.

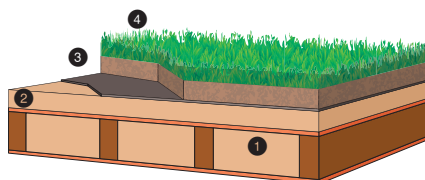
• L'utilisation d'une équerre d'appui noyée dans l'isolant est nécessaire pour obtenir un traitement optimal du pont thermique.

POINTS DE VIGILANCE



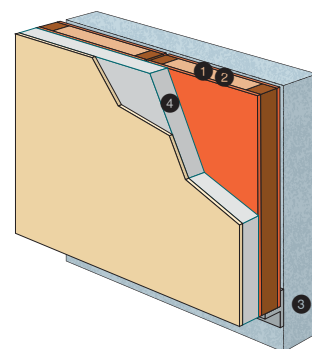
TOITURE

- 1 L'utilisation de caisson préfabriqué n'est pas traditionnelle en support d'étanchéité de toitures terrasses. Une étude pour évaluer les risques liés à l'humidité (développement fongique, condensation) est nécessaire.
- 2 Le traitement de la continuité de l'étanchéité d'une part et du pare-vapeur d'autre part à l'interface avec la paroi verticale devra être étudié
- 3 Le système de végétalisation doit être conforme aux Règles Professionnelles. En partie basse, dans la zone d'évacuation des eaux pluviales la mise en place d'une zone stérile est recommandée. Un point d'attention est identifié sur la continuité d'étanchéité autour des évacuations d'eaux pluviales et le traitement de la traversée de façade. Les conditions de reprise de charges des caissons préfabriqués doivent être vérifiées.



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

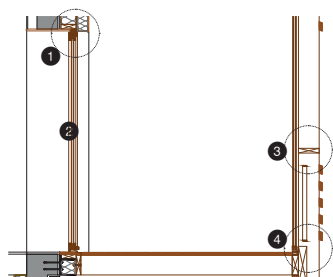


sur site et des essais d'arrachement. En zone sismique, la fixation dans des supports creux n'est pas prévue dans les référentiels de dimensionnement (eurocode).

- 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 L'étanchéité à l'air et à l'eau entre la fenêtre et le panneau préfabriqué mais également entre le panneau préfabriqué et le mur existant doivent être assurées. En cas de mise en œuvre de nouvelles fenêtres au niveau du panneau d'isolation extérieur préfabriqué rapporté, le Cahier du CSTB 3709-v2, précise les solutions de pose recommandées.
- 2 La mise en œuvre de fenêtres pariéto-dynamiques impose l'installation d'une ventilation mécanique ou une ventilation naturelle assistée en s'assurant que les entrées d'air autoréglables ont un débit de 30 m³/h. La ventilation naturelle

est dans ce cas à proscrire sous peine de s'exposer à un risque majeur d'embuage.

- 3 Les déformations de la structure de la serre bioclimatique liées notamment au vent et au poids propre devront être limitées. En effet, les fenêtres ne doivent pas toucher le garde-corps en cas de vent fort et les fenêtres coulissantes autorisent peu de déformations : risque de blocage des coulissants ou risque de dégonder les ouvrants (sécurité des personnes).
- 4 La jonction entre l'appui des menuiseries de la serre bioclimatique et la structure doit permettre à l'eau de s'écouler vers l'extérieur.



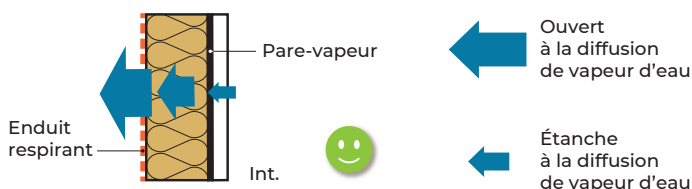
Un niveau de mur enterré, le risque principal réside dans les remontées capillaires potentiel les du fait de la présence d'eau de ruissellement et/ou de la nappe au voisinage du mur.

La mise en œuvre d'un isolant hydrophobe enterré ainsi que l'installation d'un drainage extérieur a minima en surface permet de limiter le risque.

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), aucuns systèmes d'accroche de systèmes d'isolations ou de panneaux préfabriqués n'est compatibles 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.

