



## SOLUTION DE RÉNOVATION GLOBALE POUR MAISONS DE LOTISSEMENT EN BANDE (ANNÉES 60)



### La typologie

- Maisons individuelles en bande
- Maisons construites dans les années 60-70 avec un fort besoin de rénovation
- Lotissement avec un nombre important de maisons identiques à rénover

\* Voir fiche typologie

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

Sur cette typologie, l'enjeu est de pouvoir proposer des solutions complètes de rénovation permettant d'atteindre un haut niveau de performance énergétique (objectif E=0) et économiquement pertinentes grâce à la préfabrication (façades, toitures, systèmes) et à la typologie en bande des maisons permettant l'économie de certaines façades mitoyennes.



« La logique est de proposer une solution complète de rénovation énergétique, à savoir les travaux mais aussi la garantie dans la durée. Les solutions développées sont adaptées à un ensemble homogène de maisons individuelles en bande ayant un fort besoin de rénovation. La réponse apportée est une solution complète (enveloppe et système) permettant d'atteindre un haut niveau de performance énergétique (niveau E=0) et un temps de chantier réduit (moins de nuisances pour les occupants) grâce à des solutions de préfabrication. »

Hugo VIGNERON, OPERENE

### Le groupement Es'Ope

#### ENTREPRISE CHANEL

Crée en 1962, l'entreprise est spécialisée sur les métiers de la façade (isolation, ravalement, peinture) et le second-œuvre  
[www.chanelrenovation.fr/](http://www.chanelrenovation.fr/)

#### ENTREPRISE ROSAZ ENERGIES

Crée en 1971, Rosaz Energies étudie, conçoit et réalise des installations électriques, thermiques et photovoltaïques en Région Auvergne-Rhône-Alpes.  
[www.rosaz-energies.fr/](http://www.rosaz-energies.fr/)

#### ENERTECH

Bureau d'études fluides engagé depuis 40 ans dans la transition énergétique des bâtiment, Enertech conçoit, rénove et met au point des bâtiments collectifs à faible charges d'exploitation et faible impact environnemental  
[www.enertech.fr/](http://www.enertech.fr/)

#### OPERENE

Spécialisée dans la rénovation énergétique performante, Operene conçoit et réalise des projets de rénovation énergétique en mobilisant des groupements de PME dans la Région Auvergne-Rhône-Alpes.  
[www.operene.fr](http://www.operene.fr)

### Les partenaires

**CEA (INES), Enertech, Eolya, IRFTS**

\* 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

Au-delà des avantages d'une rénovation énergétique globale, la principale innovation de cette solution repose sur l'utilisation d'éléments préfabriqués permettant d'obtenir les avantages suivants :

- Réduction des temps de chantier et des nuisances associées
- Assemblage en atelier (incluant l'intégration des menuiseries) ce qui améliore la qualité de réalisation

Ces solutions préfabriquées sont plus onéreuses que des solutions traditionnelles mais avec des caractéristiques thermiques plus élevées que des solutions traditionnelles.

L'enjeu de rénover un lotissement est d'obtenir un volume important à traiter afin de lisser les coûts d'étude et faire baisser les coûts de fourniture et pose des éléments préfabriqués.

Avant :



### Aspects esthétiques :

- Revêtements extérieurs personnalisables
- Nouvelles menuiseries (fenêtres, porte) et habillages intérieurs

### Aspects techniques :

- Enveloppe extérieur réalisée à partir d'éléments préfabriqués  
-> gain de temps, de qualité et réduction des nuisances sur chantier
- Systèmes énergétiques performants (ex : Ventilation double-flux en rénovation)

### Aspects environnementaux :

- Intégration possible d'isolants biosourcés
- Panneaux photovoltaïques en toiture

Après :



## DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA SOLUTION

### ENVELOPPE



#### MURS

##### Principe

Panneaux préfabriqués à ossature bois avec isolant en laine de verre intégrant un système de fixation et un calfeutrement périphérique en laine de roche (périphérie du panneau ainsi que des ouvertures).

##### Mise en œuvre

Les panneaux préfabriqués intègrent les menuiseries extérieures. Les panneaux sont fixés mécaniquement au support depuis l'extérieur par un système d'ancrage spécifique. Une intervention doit être prévue en intérieur pour la dépose de la menuiserie et la reprise des ébrasements.



#### TOITURE

##### Principe

Dépose et repose de la couverture en panneaux préfabriqués à ossature bois avec isolant en fibres de bois.

##### Mise en œuvre

Les panneaux préfabriqués sont mis en œuvre depuis l'extérieur du bâtiment après la dépose de la toiture existante. Les panneaux sont fixés sur les chevrons existants.



#### MENUISERIES

##### Principe

Remplacement des menuiseries.

##### Mise en œuvre

Les menuiseries sont posées en atelier dans le module de mur préfabriqué et éventuellement de couverture.



### SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

#### CHAUFFAGE



La solution proposée pour l'ensemble des systèmes est un « Module Energie », qui contient tous les éléments techniques apportés à la maison lors de la rénovation (Electrique, Hydraulique, Aéraulique). Le but étant de délocaliser dans ce module toute la production d'énergie, qui sera ensuite distribuée autour de la maison derrière les panneaux de bardage. Ce module se décline en fonction des besoins et des réseaux déjà existants dans la maison à rénover

Le module comprend une PAC avec ballon de stockage intégré, pour la production de chauffage et ECS, en plus du système de ventilation et d'éventuels onduleurs associés à une production PV.

#### VENTILATION



Ventilation mécanique double flux (DF)  
Il est prévu d'installer une VMC double flux d'un débit total de 180 m<sup>3</sup>/h pour chaque maison. Ce débit est supérieur aux exigences règlementaires et correspond à un taux de renouvellement d'air global de 0.6 vol/h afin d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur.

Le soufflage de la DF se fait à partir du module énergie, via des gaines passant derrière les panneaux de façade et se terminant avec des embrasures dans le cadre des fenêtres des pièces en question.

## ZOOM SUR LES INNOVATIONS

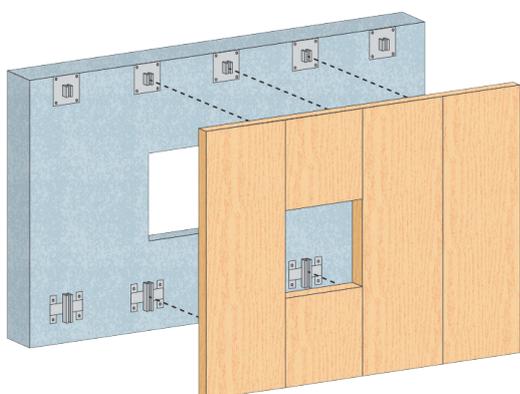


### MURS

Le système constructif envisagé est la mise en œuvre de panneaux préfabriqués à ossature bois avec un isolant en laine de verre. Ces panneaux intègrent les menuiseries. Le revêtement extérieur qui est un bardage ventilé sous Avis Technique est mis en œuvre sur site. Ces panneaux sont fixés à la structure existante par le biais d'un système d'ancrage spécifique en pied et en tête de panneaux (système type « porte-manteau »).

Ce système constructif présente néanmoins un certain nombre d'éléments innovants :

- Panneau préfabriqué avec intégration de menuiserie en atelier permettant d'assurer les étanchéités à l'air et à l'eau de l'ouvrage,
- Système d'ancrage spécifique des panneaux préfabriqués,
- Pare-pluie rigide en panneaux à base de bois de type RWH.
- Lame d'air non ventilée servant de vide technique entre le panneau et le mur existant.

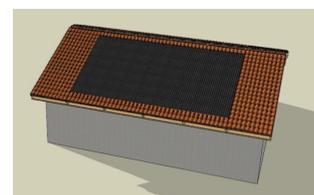
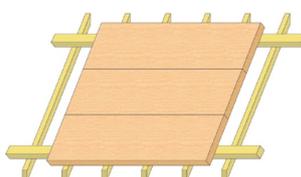


### TOITURE

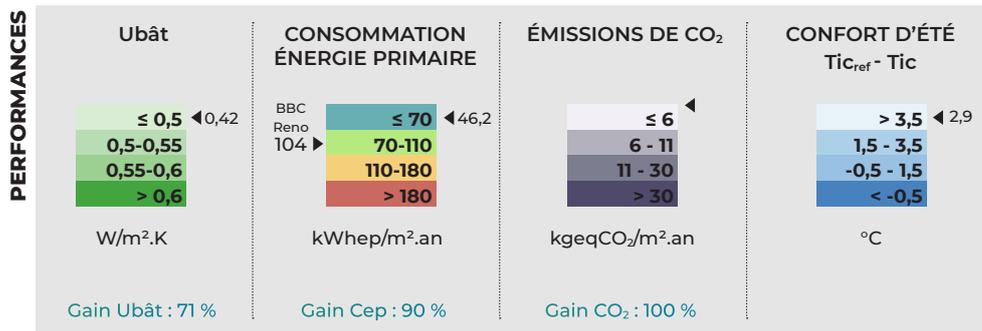
Le système constructif envisagé est la mise en œuvre de modules préfabriqués à ossature bois avec un isolant en fibres de bois en couverture. Les modules sont constitués de 2 parties, une zone isolée et une autre non isolée (partie en porte à faux en avancée de toiture). Les modules isolés sont constitués d'une première couche d'isolant en fibres de bois intercalée entre des chevrons reposant côté intérieur sur un panneau OSB et d'une seconde couche d'isolant rigide à l'extérieur constituée d'un isolant en fibres de bois rigide assurant également la fonction pare-pluie.

Ce système présente néanmoins un certain nombre d'éléments innovants :

- Préfabrication de panneaux de toiture pouvant intégrer des menuiseries,
- Utilisation d'un complément d'isolation à base d'isolant rigide en fibres de bois et assurant la fonction d'écran de sous-toiture,
- Mise en œuvre d'un isolant biosourcé à base de fibres de bois en isolation par l'extérieur.



## INDICATEURS DE PERFORMANCE APRÈS RÉNOVATION (SOLUTION GLOBALE)

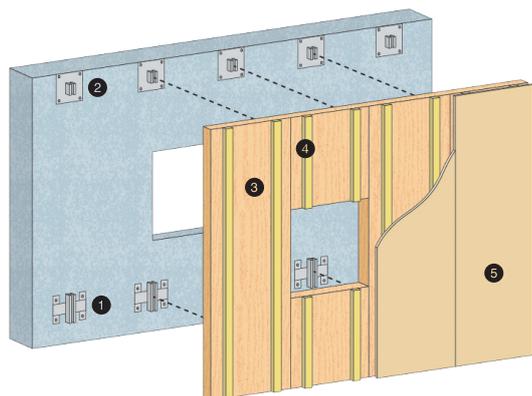


- Les indicateurs de performance ont été calculés :
  - selon la méthode de calcul THBCE de la RT2012 et ses conventions,
  - les émissions de CO<sub>2</sub> sont obtenues à partir des consommations d'énergie calculées et des coefficients de conversion de E+C-,
  - pour la maison diagnostiquée qui a 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 H1c et altitude >400m et <800m.

## ZOOM SUR LA MISE EN ŒUVRE



### MURS



- ① Fixations basses
- ② Fixations hautes
- ③ Panneau préfabriqué
- ④ Tasseaux support de bardage
- ⑤ Bardage ventilé

Visite préalable pour vérifier la configuration de l'existant et une vérification de la structure existante sera réalisée

- Relevé de l'existant
- Réalisation des modules de façade en atelier
- Mise en place des éléments de fixation support des panneaux sur les murs existants
- Pose des panneaux préfabriqués de façade. Les panneaux sont mis en œuvre à l'aide d'une grue. Ils sont d'abord fixés aux fixations basses et ensuite le panneau est fixé sur les fixations hautes.
- Dépose des menuiseries extérieures existantes par l'intérieur et pose des nouveaux ébrasements.
- Pose des tasseaux support de bardage
- Pose des éléments de bardage



### TOITURE

- Dépose de la couverture ainsi que le litteauage de la toiture
- Mise en place d'une lisse bois en bas et en haut de pente sur les chevrons existants.
- Manutention des panneaux préfabriqués avec une grue.
- Pose des panneaux préfabrique en laissant la membrane d'étanchéité et le pare-pluie en attente.
- Mise en œuvre des adhésifs de liaison entre les pare-vapeur, du complément d'isolant et le raccord du pare-pluie.
- Mise en oeuvre de la couverture sur les modules.
- Pose de la zinguerie et éventuellement des capteurs photovoltaïques



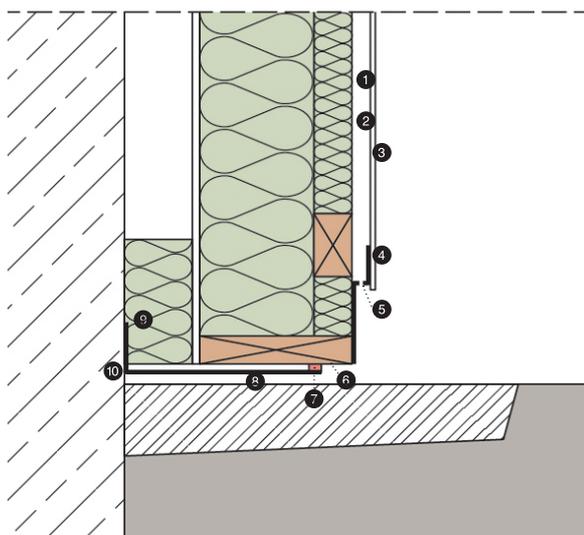
### L'ŒIL DU CSTB

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).

## ZOOM SUR LES INTERACTIONS PRINCIPALES

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

Pont thermique  $\psi = 0,9 \text{ W}/(\text{m.K})$



- ① Tasseau bois 60x27
- ② Lame d'air
- ③ Parement de finition
- ④ TORX PANEL BOIS 4.8x38
- ⑤ Profil alu laqué perforé pour ventilation
- ⑥ Bande de protection contre remontées capillaires
- ⑦ COMPRIBAND, type MOUSSAFOAM GRIS 20x10
- ⑧ Profil de départ, galva 15/10
- ⑨ Chevilles Type SPIT HIT M 6x30/5 au pas de 300mm
- ⑩ COMPRIBAND, TRS PC/2-5

En pied de façade, le panneau préfabriqué est positionné de sorte de venir affleurer juste au-dessus du sol fini afin de limiter le pont thermique. La traverse basse est protégée des remontées capillaires par l'ajout d'une bande bitumée. Un calfeutrement en laine de roche est placé entre le panneau et le mur afin d'éviter la circulation d'air entre le panneau préfabriqué et le mur existant.

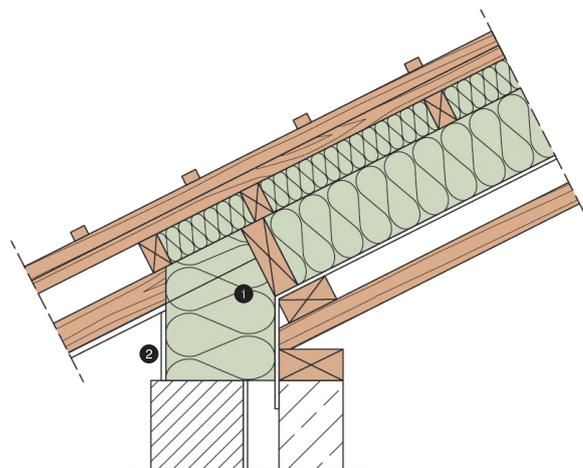


L'ŒIL  
DU CSTB

Le fait de descendre le panneau préfabriqué en dessous de la limite autorisée par le DTU 31.2 n'empêche pas d'avoir un pont thermique relativement important en pied de façade mais permet de le réduire significativement. A titre de comparaison, lorsque le panneau est placé à 150 mm du sol, la valeur du pont thermique est de  $1,5 \text{ W}/(\text{m.K})$ .

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

Pont thermique  $\psi = \text{négligeable}$



- ① Bloc d'isolation posé en place
- ② Panneaux d'habillage trois plis sapin ep.19mm

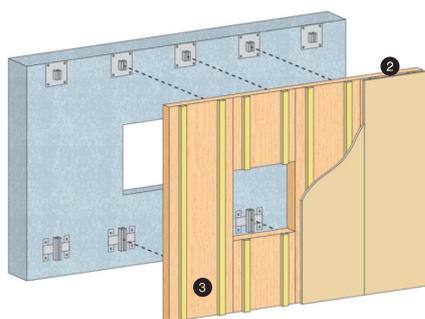
En tête de façade la jonction entre le panneau préfabriqué de façade et le panneau préfabriqué de toiture est réalisé au moyen d'un bloc d'isolation posé sur site qui est maintenu en place par un panneau d'habillage 3 plis d'épaisseur 19 mm. Les panneaux de mur ne supportent pas les panneaux de toiture

L'étanchéité à l'air est assurée par l'ajout d'un adhésif de jonction entre le pare-vapeur du panneau de toiture et le pare-vapeur du panneau de façade laissé en attente.

## POINTS DE VIGILANCE



### MURS



- 1 L'absence d'accumulation d'humidité dû aux transferts hygrothermiques est à vérifier
- 2 Le principe de mise en œuvre d'un panneau préfabriqué devant une façade existante nécessite que le mur support soit suffisamment étanche à la diffusion de vapeur. La valeur Sd du panneaux OSB intérieur du module est une caractéristique principale à vérifier.
- 3 L'utilisation d'un pare-pluie rigide en panneaux à base de fibres de bois de type RWH est à justifier vis-à-vis de la durabilité et du développement fongique et à valider pour ce type d'utilisation.



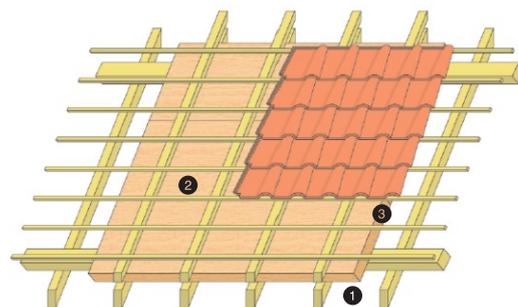
### L'ŒIL DU CSTB

- La valeur Sd représente la résistance à la diffusion de vapeur d'une couche de matériau. Cela représente l'épaisseur d'air équivalente exprimée 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 des panneaux OSB et de leurs jonctions est un point important à considérer notamment vis-à-vis des compatibilités entre les différents composants.



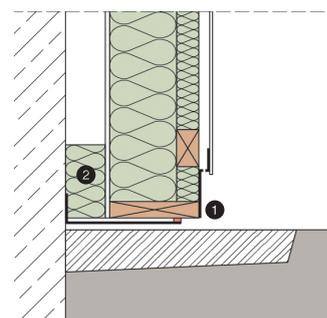
### TOITURE



- 1 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.
- 2 La solution proposée s'apparente à un caisson chevronné qui n'est pas une solution traditionnelle. Cette solution peut faire l'objet d'une évaluation spécifique.
- 3 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.



### JONCTION ENTRE LES MURS ET LE PLANCHER BAS



Le détail de pied de façade n'est pas conforme à la norme NF DTU 31.2. L'ossature bois située à une distance inférieure à 200 mm du terrain n'est pas traditionnelle.

- 1 La mise en œuvre des pieds de façade à une distance inférieure à 200 mm, n'est pas conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 31.4 et nécessite une attention particulière du fait de la mise en œuvre d'une membrane bitumée.
- 2 L'étanchéité de la lame d'air située entre le panneau et la façade existante constitue un enjeu important de la solution envisagée. Celle-ci doit être efficace et durable afin d'éviter la circulation, d'air froid derrière le panneau isolant pour induire une perte importante de performance thermique mais également un risque de condensation.

## 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. 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, 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.

## 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.

