

CHANTIERS PROFEEL DE RÉNOVATION GLOBALE

Réalisation, suivi et analyse
de la mise en œuvre

AOÛT 2025

CHANTIER - CHAMBERY (73)

PROJET RESTORE - CHAMBERY (73)





SOMMAIRE

CONTEXTE	01
1 RÉNOVATION D'UNE MAISON AUTONOME	02
2 POURQUOI CETTE SOLUTION POUR CETTE MAISON ?	04
3 LA SOLUTION DE RÉNOVATION	08
4 LES ÉTAPES DU CHANTIER DE RÉNOVATION	10
5 LES ACTEURS DU PROJET	14
6 PHASAGE DES TRAVAUX DE LA CONCEPTION À LA LIVRAISON	16
7 COORDINATION DES TRAVAUX, LES ÉTAPES PAR LOT TECHNIQUE	18
8 POINTS TECHNIQUES, RISQUES, FOCUS ET SOLUTIONS	20
9 DESCRIPTION TECHNIQUE	22
10 PERFORMANCE DE LA SOLUTION	28
11 COÛT DE LA SOLUTION ET AIDES DISPONIBLES	32
12 RÉPLICABILITÉ DE LA SOLUTION TECHNIQUE	34
13 RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LE CHANTIER	36
14 LE PROJET RESTORE CONTEXTE ET OUTILS	38

→ Cette fiche chantier a été co-rédigée par le CSTB, les acteurs du chantier (artisans et maîtrise d'œuvre) et deux entreprises assurant le suivi financier du chantier (Urbanis et K&+).



Issu du programme **PROFEEL**, le projet **RESTORE** a pour objectif de tester, développer et enrichir des solutions techniques intégrées, innovantes et répliquables pour faciliter le déploiement à grande échelle de la rénovation globale et performante de maisons individuelles. Dans la pratique, l'ambition du projet RESTORE est de fiabiliser et optimiser ces solutions de rénovation pour des types de maisons très répandus à l'échelle d'un territoire, d'une région, voire de la France entière.



La solution de rénovation à base de caissons préfabriqués manposables développée dans le cadre du projet s'applique à certains types de maisons, notamment la **maison située à Chambéry** présentée dans cette fiche. Cette maison est typiquement représentative de maisons construites dans les années 1960 au travers de la France : forme simple, matériaux peu coûteux et modèle répété sur tout un quartier.



La rénovation de cette maison est un enjeu crucial pour le projet RESTORE car le suivi de ce chantier permet de constituer un retour d'expérience riche d'enseignements quant aux verrous techniques, économiques ou sociaux qui ralentissent la massification des rénovations de maisons individuelles. Ce chantier RESTORE est également l'occasion d'instrumenter les composants d'enveloppe et de mesurer les consommations et conditions de confort après travaux afin d'évaluer la performance réelle de la maison rénovée.



Sur chantier, la rénovation s'est déroulée en une étape avec l'isolation des murs par l'extérieur (ITE) via des caissons préfabriqués en bois manposables, l'isolation de la toiture et le renouvellement des systèmes de ventilation, chauffage et eau chaude sanitaire. Les niveaux d'isolation mis en œuvre, l'attention portée à l'étanchéité à l'air et les choix d'équipements performants et peu carbonés font de cette rénovation une opération témoin riche en enseignements, menée par des acteurs locaux engagés, tout en ayant l'ambition d'expérimenter une solution d'ITE encore jamais mise en œuvre dans un contexte de rénovation.



Cette fiche raconte l'histoire de ce chantier d'exception qui a vu travailler de concert professionnels, experts et scientifiques vers un objectif commun : le développement et l'expérimentation d'une solution de rénovation globale et performante adaptée à des types de maison individuelles à la morphologie similaire.

CONTEXTE

1

RÉNOVATION D'UNE MAISON AUTONOME D'UN QUARTIER RÉSIDENTIEL HOMOGENE



Carte d'identité

Année de construction	1955
Surface habitable	67 m ²
Nombre d'étages	RDC
Présence sous-sol	Non
Présence combles aménagés	Non
Mitoyenneté	Non
Historique	Menuiseries remplacées (PVC double vitrage)

Typologie

Cette maison fait partie du Corpus B des typologies RESTORE mais ne bénéficie pas de sa propre fiche typologique.

- La maison fait partie des premiers lotissements d'après-guerre.
- Elle se situe dans un quartier homogène où un modèle unique est répliqué en plusieurs exemplaires.
- Elle présente une forme simple et des matériaux peu coûteux.

Pour en savoir plus

- Consultez la classification typologique RESTORE pour une vue d'ensemble de l'approche typologique

Solution

BLOKIWOOD, ITE murs par caissons préfabriqués manportables.

Pour en savoir plus

- Consultez la fiche solution BLOKIWOOD*
- Visionnez le timelapse

* La fiche solution a été conçue au cours du programme de recherche Rénostandard. La solution a été adaptée pour le chantier de Chambéry.

Témoignages

« Ce chantier met en avant une méthode de rénovation de qualité : isolante, étanche, avec des produits biosourcés et des acteurs locaux engagés. »

CSTB, équipe de suivi du chantier et de mesure de performance

« Nous avons conçu des caissons d'ITE qui épousent la forme du bâtiment, préfabriqués en atelier et que l'on accroche module par module sur la façade. À partir du moment où le chantier est bien préparé, le temps d'intervention sur site est très réduit. »

Joël Ménard, gérant de la société Dom'Innov

« C'est un logement qui était très déperditif, les factures d'énergie étaient importantes. Il y a des motivations écologiques et économiques qui donnent du sens au projet. »

Ménage (un adulte propriétaire)

« La solution Blokiwood répond à un enjeu de massification de la rénovation énergétique. Ce qui est intéressant, c'est qu'avec une même solution on peut à la fois isoler par l'extérieur et réaliser une extension. »

Sidonie Boëhm, architecte

AVANT RÉNOVATION



MURS

Façades en béton banché et parpaings, non isolées.



CHAUFFAGE AU GAZ

Chaudière de 2001 + insert d'appoint Cumulus électrique 150 L



TOITURE

Charpente bois + couverture en tôle acier nervurée. ITI laine de verre en comble perdu.



Façade Sud-Ouest



Façades Sud-Ouest et Sud-Est



Façade Nord-Est



PLANCHER BAS

Plancher béton sur terre plein.



MENUISERIES

Porte bois simple vitrage, fenêtres PVC double vitrage, avec volets roulants.



VENTILATION

Ventilation naturelle.

APRÈS RÉNOVATION

Maison rénovée : isolation des murs et de la toiture, remplacement des systèmes
(voir la solution détaillée dans la partie 3 : La solution de rénovation)



Facade sud-ouest



Façade nord-est

INNOVATION

Isolation performante avec matériaux biosourcés. Panneaux préfabriqués en atelier et manportables pour isolation des murs. Ventilation double-flux.

2

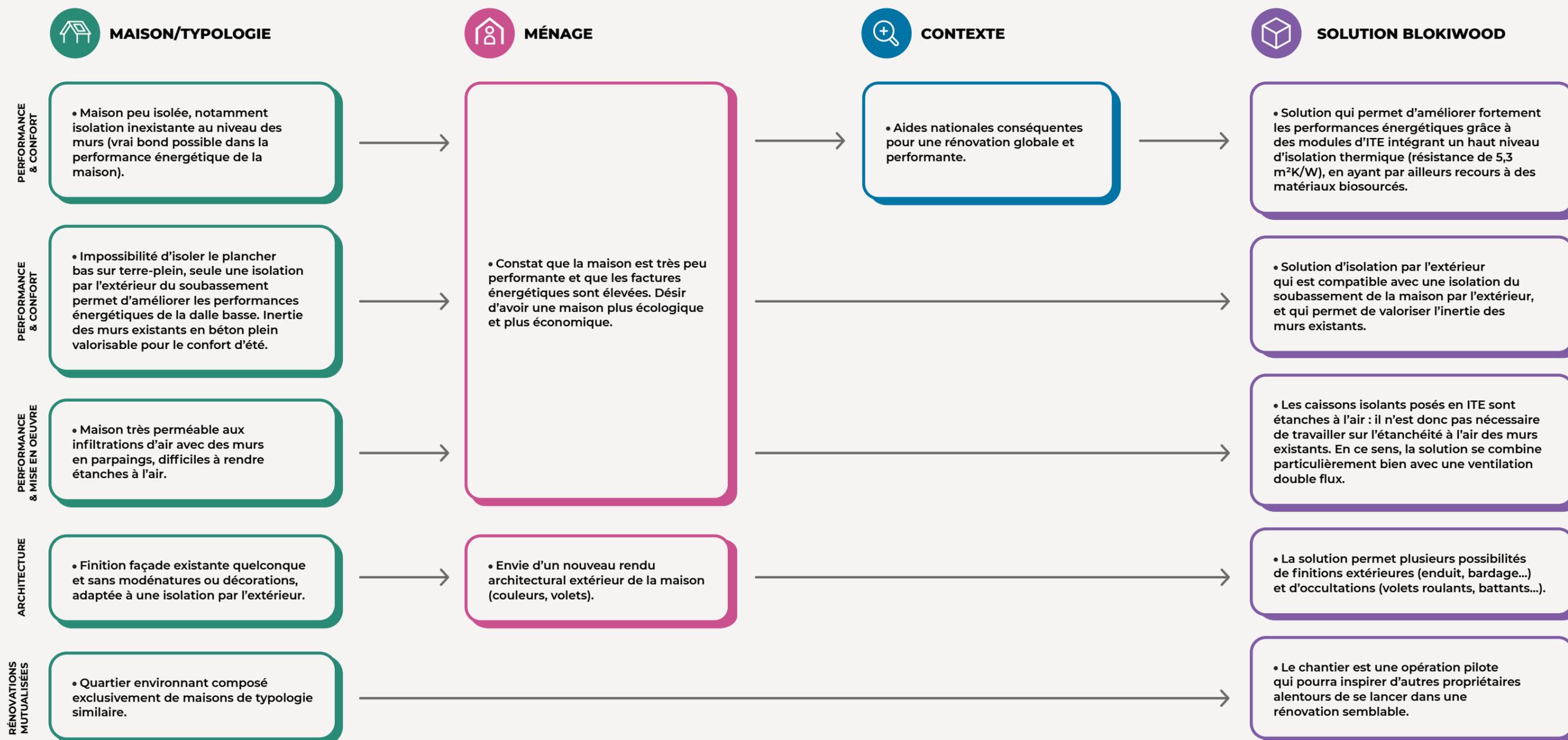
POURQUOI CETTE SOLUTION POUR CETTE MAISON ?

Avantages de la solution

Cette maison chambérienne est particulièrement adaptée à la mise en œuvre de la solution Blokiwood d'isolation par l'extérieur au moyen de caissons préfabriqués manportables. S'agissant d'une **passoire thermique**, elle offre un **fort potentiel d'amélioration en matière de performances énergétiques et de confort estival**. Plusieurs facteurs orientent naturellement le projet vers une isolation des murs par l'extérieur : **l'absence d'éléments décoratifs en façade**, l'impossibilité

d'isoler la dalle basse autrement qu'en isolant le soubassement par l'extérieur et la constitution des **murs en parpaings conférant une inertie thermique** aux parois extérieures, valorisable pour le confort d'été. Par ailleurs, la **volumétrie simple de la maison et sa hauteur limitée** sont des atouts pour la mise en œuvre d'une solution préfabriquée de type manportable telle que Blokiwood.

C'est la correspondance entre la maison, le ménage, le contexte et la solution qui a permis ce chantier :



2

POURQUOI CETTE SOLUTION POUR CETTE MAISON ?

Limites de la solution

La solution présente aussi des contraintes et des limites qui, dans le cadre de ce chantier, ont pu être adressées:



MAISON/TYPOLOGIE



MÉNAGE



CONTEXTE



SOLUTION BLOKIWOOD

- Type de maison avec une volumétrie simple, sans élément en saillie, excepté une pergola qui a été déposée et les chevrons existants débordant du mur.

- Maison de plain-pied.

- Maison construite en béton plein dont les caractéristiques mécaniques sont connues et suffisantes pour reprendre les charges de l'ITE.

- Lors des travaux de réfection de la toiture, les débords de toit ont été agrandis. Par ailleurs les murs d'origine étant assez fins, l'épaisseur de l'ITE n'est pas critique vis-à-vis du confort lumineux.

- Les menuiseries existantes, de performances correctes, ont été majoritairement conservées. Posées au nu intérieur, cela forme un pont thermique avec l'ITE, limité par la mise en œuvre d'un panneau en fibre de bois dans les embrasures.

- La mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur en toiture n'était pas accessible financièrement et la configuration de la toiture a rendu complexe la mise en œuvre d'un isolant continu entre murs et toiture. Cette piste a donc été écartée.

- Choix de conserver la plupart des menuiseries existantes (excepté certaines pour cause de réagencement de la maison) afin de limiter l'impact budgétaire.

- Budget limité.

- Les aides conséquentes ainsi qu'un éco-prêt ont permis de limiter le reste à charge.

- La solution est particulièrement adaptée pour des façades lisses sans éléments saillants, qu'il faudrait traiter au cas par cas avec des pièces complexes, ou avec des ajustements sur site.

- La solution est plus facile à installer sur une maison de hauteur limitée, afin de limiter la manipulation des caissons sur des échafaudages.

- Bien que plutôt légère, la solution nécessite de s'assurer que la structure existante soit en capacité de reprendre des charges ponctuellement.

- Le complexe d'isolation et de revêtement des murs est épais, ce qui nécessite la présence d'un débord de toiture suffisamment large et pourrait engendrer une diminution des apports lumineux.

- Solution d'isolation par l'extérieur qui permet une parfaite jonction avec des menuiseries extérieures neuves posées au nu extérieur.

- Solution d'isolation par l'extérieur qui permet un bon traitement du pont thermique mur-toiture à condition que la toiture soit isolée par l'extérieur ou que l'isolant soit continu entre toiture et murs.

- Coût élevé de la solution, qui pourrait baisser légèrement grâce à des économies d'échelle sur la production et le rodage de la technique de pose.

ARCHITECTURE

MISE EN ŒUVRE

STRUCTURE

ARCHITECTURE & CONFORT

PERFORMANCE & MISE EN ŒUVRE

PERFORMANCE & COÛT

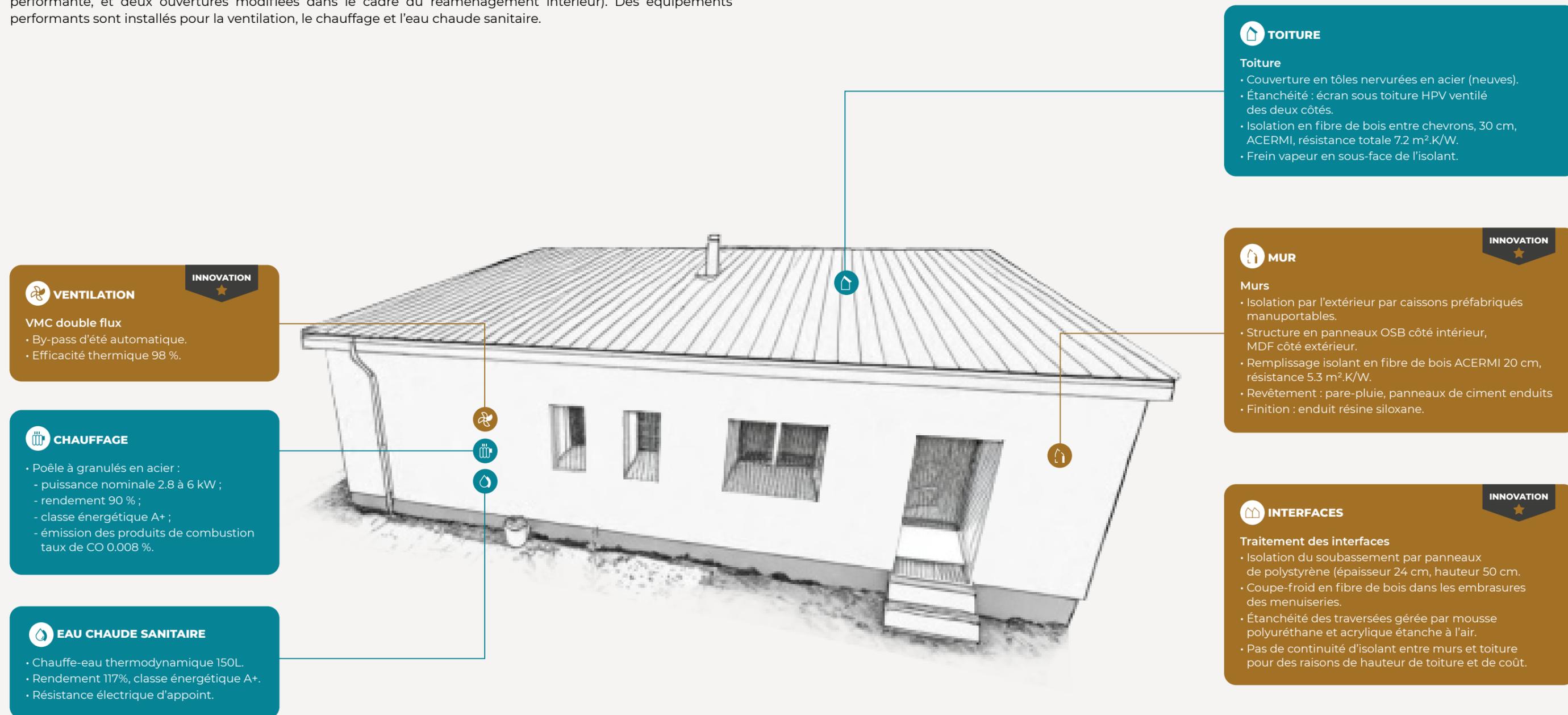
COÛT

3

LA SOLUTION DE RÉNOVATION

La solution mise en oeuvre sur ce chantier répond à l'objectif de mener une rénovation globale et performante.

L'innovation, portée par le projet Restore, consiste en la mise en oeuvre des caissons «Blokwood», des éléments préfabriqués manportables pour l'isolation des murs par l'extérieur. En parallèle de cette innovation, les autres postes de l'enveloppe sont traités : la toiture est isolée sous rampants et une isolation du soubassement des murs est mise en oeuvre à défaut de pouvoir isoler la dalle basse sur terre-plein. Les menuiseries existantes, de performances correctes, sont majoritairement conservées sur cette maison (sauf la porte d'entrée qui était peu performante, et deux ouvertures modifiées dans le cadre du réaménagement intérieur). Des équipements performants sont installés pour la ventilation, le chauffage et l'eau chaude sanitaire.



VENTILATION

INNOVATION

VMC double flux

- By-pass d'été automatique.
- Efficacité thermique 98 %.

CHAUFFAGE

- Poêle à granulés en acier :
 - puissance nominale 2.8 à 6 kW ;
 - rendement 90 % ;
 - classe énergétique A+ ;
 - émission des produits de combustion taux de CO 0.008 %.

EAU CHAUDE SANITAIRE

- Chauffe-eau thermodynamique 150L.
- Rendement 117%, classe énergétique A+.
- Résistance électrique d'appoint.

TOITURE

Toiture

- Couverture en tôles nervurées en acier (neuves).
- Étanchéité : écran sous toiture HPV ventilé des deux côtés.
- Isolation en fibre de bois entre chevrons, 30 cm, ACERMI, résistance totale 7.2 m².K/W.
- Frein vapeur en sous-face de l'isolant.

MUR

INNOVATION

Murs

- Isolation par l'extérieur par caissons préfabriqués manportables.
- Structure en panneaux OSB côté intérieur, MDF côté extérieur.
- Remplissage isolant en fibre de bois ACERMI 20 cm, résistance 5.3 m².K/W.
- Revêtement : pare-pluie, panneaux de ciment enduits
- Finition : enduit résine siloxane.

INTERFACES

INNOVATION

Traitement des interfaces

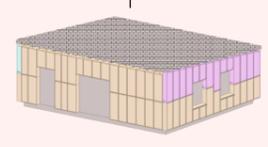
- Isolation du soubassement par panneaux de polystyrène (épaisseur 24 cm, hauteur 50 cm).
- Coupe-froid en fibre de bois dans les embrasures des menuiseries.
- Étanchéité des traversées gérée par mousse polyuréthane et acrylique étanche à l'air.
- Pas de continuité d'isolant entre murs et toiture pour des raisons de hauteur de toiture et de coût.

4

LES ÉTAPES DU CHANTIER DE RÉNOVATION



1



Relevé des façades et calepinage
 Les dimensions de la maison et des ouvertures sont mesurées au mètre laser, puis une maquette 3D et un plan de calepinage sont réalisés pour recouvrir la façade avec les caissons préfabriqués.
Pour en savoir plus consultez le module de présentation

2



Dépose des éléments en saillie sur la façade
 Store banne, pergola, fil à linge...

3



Curage intérieur
 Les occupants quittent le logement car la maison fait l'objet d'un réagencement complet : tout l'intérieur est vidé, les cloisons et le faux-plafond existants sont démolis.

4



Modification des ouvertures en façade
 Certaines ouvertures existantes sont agrandies, d'autres rebouchées, car des fenêtres sont remplacées par des portes-fenêtres et inversement.

5



Préfabrication des caissons isolants
 Fabrication et stockage des caissons en atelier. Les dimensions sont suffisamment petites pour que leur poids soit inférieur à 30 kg (manutention par 2 personnes).
Pour en savoir plus consultez le module de présentation

6



Modification des murs porteurs
 Le réagencement de l'intérieur comporte la démolition d'un mur porteur et son remplacement par une poutre en bois.

7



Tranchée périphérique
 Des tranchées de 50 cm de profondeur sont creusées en pied de mur tout autour de la maison.

8



Étanchéité du soubassement
 Une membrane bitumineuse est mise en œuvre pour protéger des infiltrations d'eau la partie enterrée des murs.

9



Dépose de la structure du faux-plafond
 L'ossature à laquelle était auparavant fixé le plafond en lambris n'est pas jugée suffisamment solide pour supporter le poids du futur faux-plafond en plaques de plâtre.

16



Débords de toiture
 Les débords de toiture sont agrandis pour pouvoir recouvrir l'épaisseur du complexe d'isolation des murs.

15



Écran sous-toiture
 Une membrane d'étanchéité hautement perméable à la vapeur d'eau est installée au-dessus de l'isolant. Une lame d'air ventilée est ménagée des deux côtés de l'écran en raison de la faible pente de la toiture et de son matériau très étanche.

14



Isolation de la toiture seconde couche
 Un deuxième lit de fibre de bois est installé entre les chevrons existants depuis l'extérieur, au-dessus de la première couche mise en œuvre par l'intérieur.

13



Dépose de la couverture
 Les tôles en acier, les liteaux et la membrane bitumineuse existante sont retirés.

12



Installation de l'échafaudage
 L'échafaudage est nécessaire pour l'intervention en toiture et l'isolation des murs.

11



Frein vapeur
 Une membrane est installée en-sous face de l'isolant, fixée par des contre-lattes vissées aux contre-chevrons.

10



Contre-chevrons support de l'isolation de la toiture par l'intérieur
 Depuis l'intérieur du logement, des contre-chevrons sont installés sous les chevrons existants de la toiture pour servir de support à l'isolant et au faux-plafond. Un premier lit de fibre de bois est installé entre les contre-chevrons.

EN ATELIER
 SUR CHANTIER



Pare-pluie

Pose d'une membrane d'étanchéité, maintenue par des liteaux qui permettent de ménager une lame d'air ventilée entre le pare-pluie et le revêtement de façade.



Lambourdes

Pose de lambourdes intermédiaires en bois qui servent de support pour les panneaux support d'enduit, dont la largeur est différente de celle des caissons.



Mise en œuvre des caissons Blokiwood

Deux personnes installent les caissons, qui sont suspendus sur les rails métalliques au moyen d'équerres de fixation.

Pour en savoir plus
Consultez le module de présentation



Préparation de la jonction basse

Pose d'un joint compréssible sur l'isolation du soubassement pour garantir l'étanchéité à l'air avec le caisson qui sera posé par-dessus.



Livraison des caissons isolants

Acheminement depuis l'usine située à 20 km. Livraison de l'ensemble des caissons effectuée en une demi-journée.



Couverture

Installation de nouvelles tôles nervurées en acier.



Rails de fixation

Des profils métalliques de support pour les caissons isolants sont installés sur les murs en parpaings.



Isolation du soubassement

Un isolant en polystyrène, résistant à l'humidité, est mis en œuvre en partie basse des murs extérieurs, jusqu'à 30 cm sous terre.



Panneaux support d'enduit

Pose de panneaux en ciment qui servent de support pour le revêtement en enduit.



Menuiseries et embrasures

Mise en œuvre de menuiseries neuves : porte d'entrée et deux ouvertures ayant été modifiées. Pont thermique des embrasures (menuiseries au nu intérieur) traité par un panneau de fibre de bois..



Travaux de réagencement intérieur

Réfection de la plomberie et construction des nouvelles cloisons, intégrant le réseau électrique.



Ventilation double flux

Le réseau primaire fait de gaines polyéthylènes isolées est installé, ainsi que les caissons de distribution et le réseau secondaire en gaines semi-rigides. Installation de la centrale dans un placard technique.



Enduit extérieur

Mise en œuvre de bandes à joints au niveau des jonctions des panneaux de ciment, marouflage d'une trame armée en sous-couche puis crépi de finition.



Faux-plafonds et finitions intérieures

Mise en œuvre d'un faux-plafond en plaques de plâtre, intégrant un plénum technique (ventilation, électricité). Réalisation des finitions intérieures (enduit, peinture, revêtements...).



Emménagement

Finitions intérieures, poêle à granulés, volets battants et emménagement.

5

LES ACTEURS DU PROJET




LE BET THERMIQUE
Savoie Eco'Logis Conseil
Jonathan Gandy

Savoie Eco'Logis Conseil est un bureau de conseil et d'études thermiques spécialisé dans la performance énergétique des bâtiments, localisé en région chambérienne. Sur ce chantier, Jonathan Gandy a participé à la conception au moyen de simulations thermiques dynamiques.

www.ecologisconseil.fr



L'INDUSTRIEL PREFABRICATION
Dom'Innov
Joël Ménard

La société Dom'Innov (PME), gérée par Joël Ménard, fabrique des solutions préfabriquées de mur, toiture et plancher depuis 2012. Le procédé Blokiwood est une solution de mur isolé biosourcée et bas-carbone, utilisée pour la construction de bâtiments préfabriqués. La mise en œuvre de Blokiwood dans un contexte de rénovation est une première sur ce chantier à Chambéry.

www.blokiwood.fr



L'ARCHITECTE
Sidonie Boëhm

Architecte DPLG, maître d'œuvre en rénovation et actrice de l'écoconstruction en Savoie. Sidonie Boëhm a orchestré le projet de rénovation de la maison depuis la conception (coralisée avec Dom'Innov et Savoie Eco'Logis Conseil) jusqu'à la fin du chantier, en passant par le dépôt de la déclaration préalable des travaux, la consultation des entreprises et la coordination sur chantier.

www.architectes-pour-tous.fr/architectes-pour-tous/boehm-sidonie



LES ASSUREURS



L'ÉLECTRICIEN



L'ACCOMPAGNATEUR RENOV



LE CHARPENTIER OSSATURE BOIS

Entreprise Coux Frères
Entreprise certifiée RGE Eco-Artisan de charpente, couverture, isolation et ossature bois basée en Savoie. Les frères Coux ont mis en œuvre les caissons préfabriqués Blokiwood et ont réalisé l'ensemble des travaux de toiture.



LE PILOTE DU PROJET RESTORE

Entreprise publique à caractère industriel et commercial créée en 1947, le CSTB travaille au service des acteurs de la construction et de l'aménagement urbain. Le CSTB est ainsi pilote du projet RESTORE développé dans le cadre du programme PROFEEL. Le projet RESTORE est en lien avec le programme de recherche du CSTB « Réhabilitation multicritère des bâtiments ».

Pour en savoir plus
Consultez le programme de recherche

CSTB
le futur en construction



LE PLAQUISTE



LE VENTILISTE



LE CHAUFFAGISTE



LE MAÇON



L'ENDUISEUR



L'OCCUPANT

L'occupant a participé à certains travaux.



LE MENUISIER

6

PHASAGE DES TRAVAUX DE LA CONCEPTION À LA LIVRAISON

AVANT LE CHANTIER

PENDANT LE CHANTIER



Juillet 2023 à avril 2024



Juin à août 2024



Juillet 2024



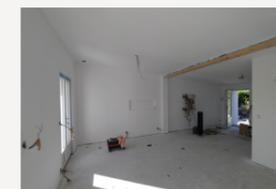
Août à septembre 2024



Octobre à novembre 2024



Novembre 2024 à mars 2025



Janvier à août 2025



Conception du projet

La maison a été achetée en 2023 par le ménage. Le projet de rénovation a été conçu par l'architecte Sidonie Boëhm, Dom'Innov et le BET thermique Savoie Eco'Logis Conseil. Une déclaration préalable de travaux a été déposée en mairie et un dossier d'aides financières a été constitué.



Recrutement des entreprises

La consultation des entreprises a été partagée entre l'entreprise Dom'Innov pour la recherche du charpentier en charge de la pose des caissons préfabriqués, et l'architecte qui a recruté les autres artisans en lien avec la rénovation énergétique. Peu d'artisans ont répondu à l'offre en raison du caractère nouveau de la solution. Une campagne d'information associée à des programmes de formation doit accompagner les innovations comme celles portées par ce projet. Le ménage a également recruté quelques artisans personnellement (maçon, électricien), pour ses travaux de réaménagement intérieur non suivis par l'équipe de maîtrise d'œuvre. Plusieurs artisans ont visité la maison et les devis ont été réceptionnés entre juillet et début septembre.



Modélisation et préfabrication des caissons isolants

En parallèle du recrutement des entreprises, le travail sur la préfabrication a commencé : un relevé précis de la maison a été réalisé (au mètre laser) et un plan de calepinage des façades a été préparé pour la pose des panneaux. À partir du plan de calepinage, les caissons ont été fabriqués en atelier. Les dimensions sont sur mesure, afin que les caissons soient ajustés aux façades et aux positions des fenêtres.



Préparation du chantier

Les façades ont été débarrassées de tous les éléments gênant la pose des caissons isolants : pergola, store banne, fil à linge... Les ouvertures en façade ont été modifiées : transformation de fenêtres en portes-fenêtres et inversement. Le soubassement a été isolé par des panneaux de polystyrène, installés dans une tranchée creusée au pied des murs. À l'intérieur, la maison faisant l'objet d'un réaménagement complet, tout a été vidé, les cloisons et le faux-plafond démolis ; un mur porteur a été démolit et remplacé par une poutre.



Travaux de toiture

La toiture a été isolée, un pare-vapeur a été mis en œuvre du côté intérieur et un écran d'étanchéité de sous-toiture du côté extérieur. Les débords de toiture ont été agrandis afin d'être suffisamment larges pour recouvrir le complexe isolant des murs. Le revêtement en tôles d'acier nervurées a été remplacé par des tôles neuves.



Isolation des murs par l'extérieur et menuiseries

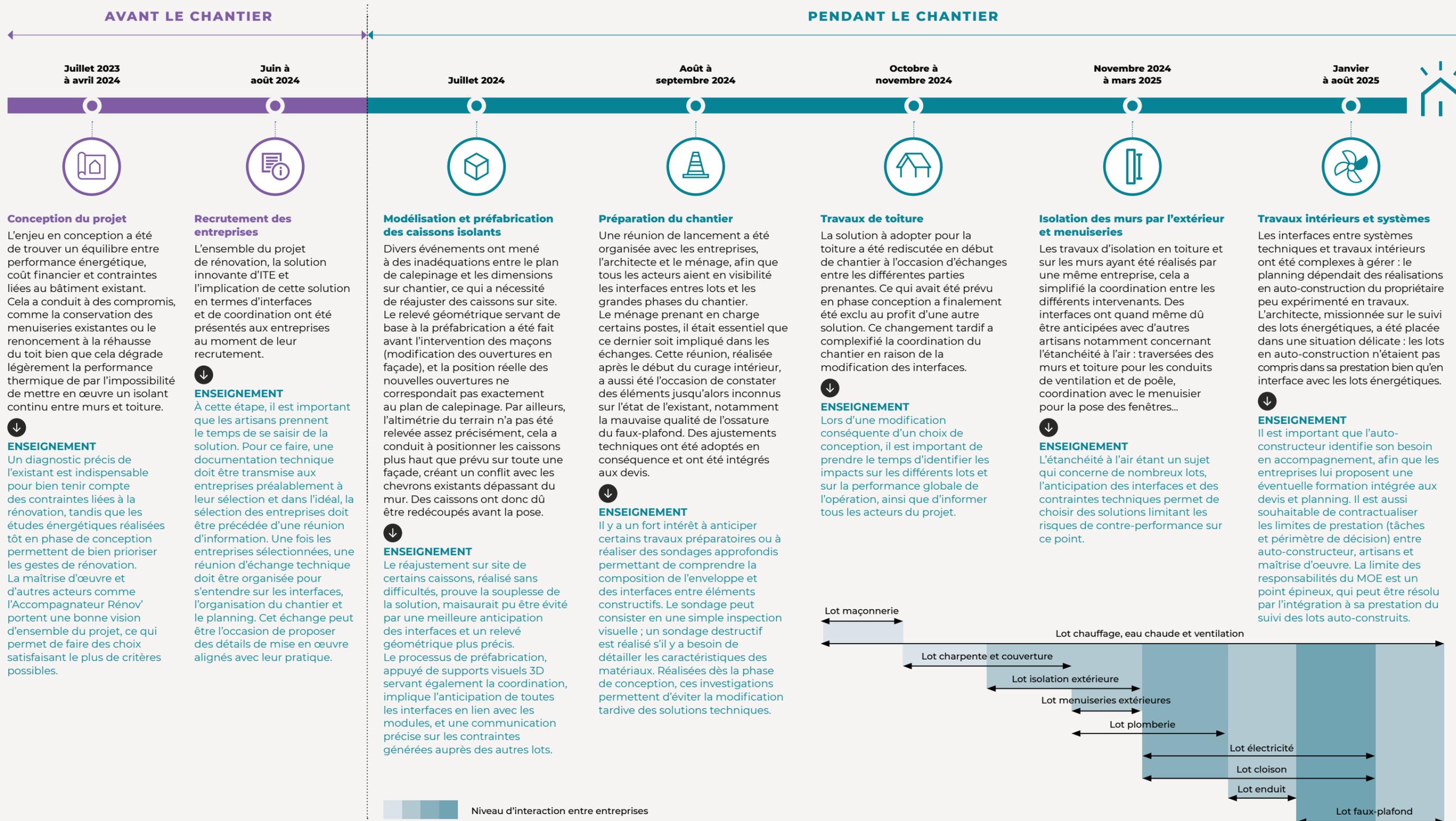
Les caissons isolants préfabriqués ont été livrés par camion puis installés par les charpentiers à l'aide d'équerres et de rails métalliques prévus à cet effet. L'étanchéité à l'air entre caissons et aux interfaces du soubassement et de la toiture a été un point de vigilance important et a été assurée par des joints compressibles. Des compléments d'isolation en partie haute des murs ont été réalisés sur site. Les caissons ont ensuite été recouverts par un pare-pluie afin de garantir l'étanchéité à l'eau des façades, puis par des panneaux en ciment servant de support d'enduit. Une fois les menuiseries posées, les embrasures de fenêtres ont été revêtues de panneaux fins en fibre de bois. Enfin, l'enduseur a mis en œuvre des bandes à joints à la jonction des panneaux de ciment, une sous-couche de mortier avec trame armée, puis un crépi de finition.



Travaux intérieurs et systèmes

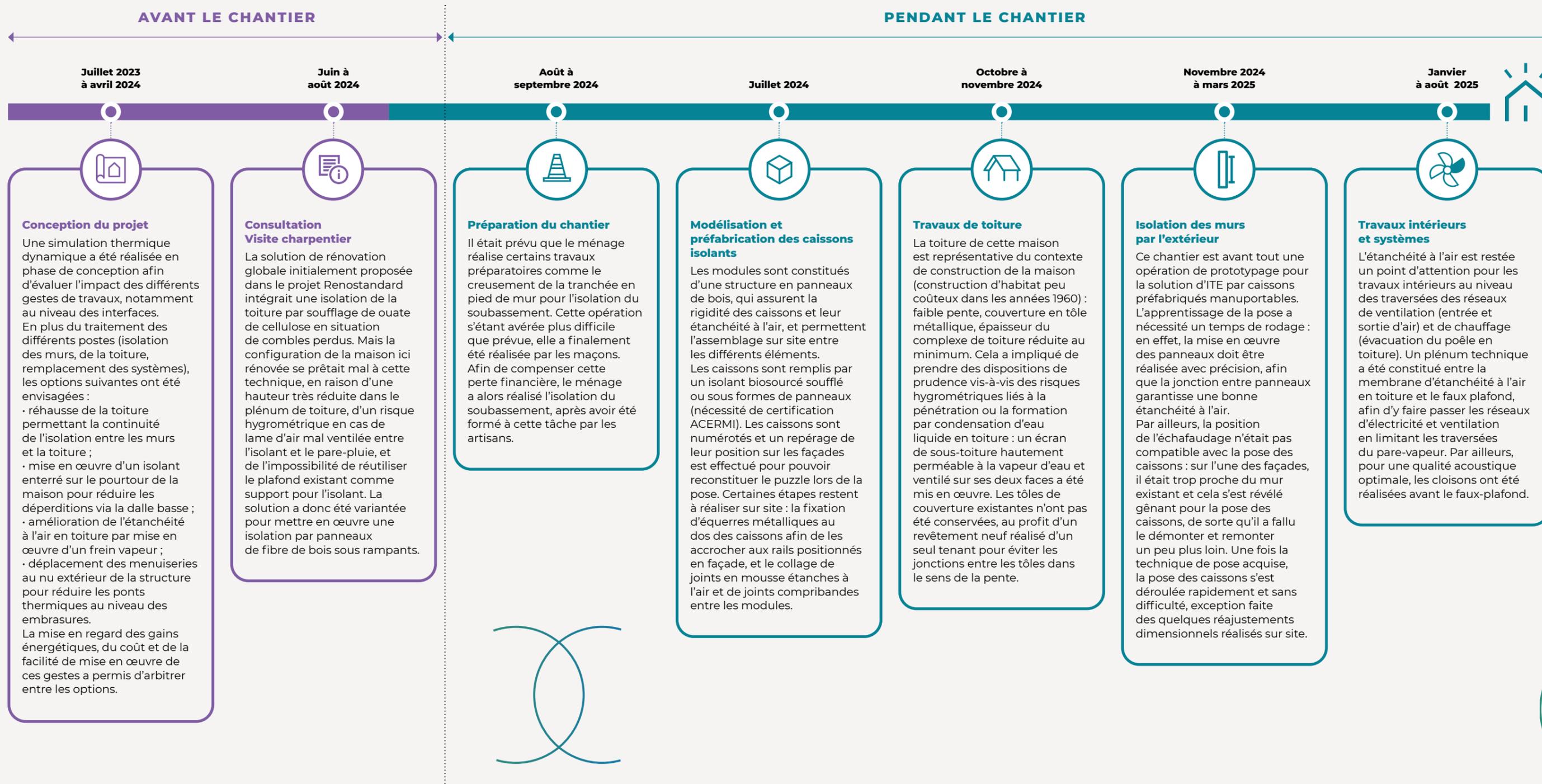
L'intérieur de la maison a été totalement rénové. Le ménage a réalisé une part importante des travaux en auto-construction : cloisons, électricité, plomberie. Suite à cela le ventiliste, le chauffagiste et le plaquiste ont pu installer les systèmes (ventilation double flux et poêle à granulés), ainsi que le faux-plafond en plaques de plâtre.

COORDINATION DES TRAVAUX LES ÉTAPES PAR LOT TECHNIQUE



POINTS TECHNIQUES

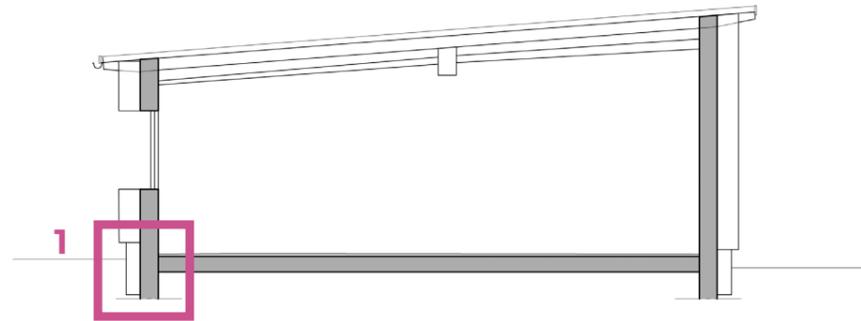
RISQUES, FOCUS ET SOLUTIONS



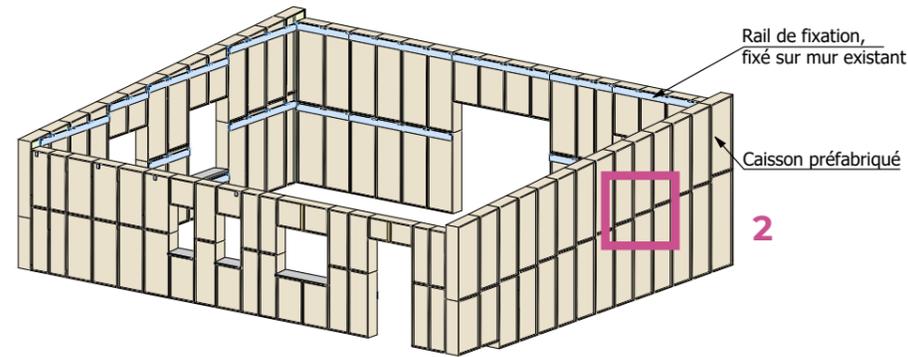
9

DESCRIPTION TECHNIQUE

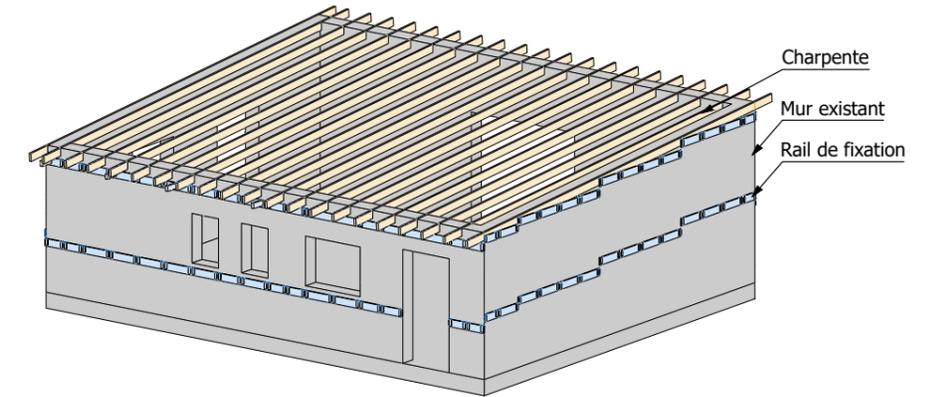
Coupe verticale de la maison



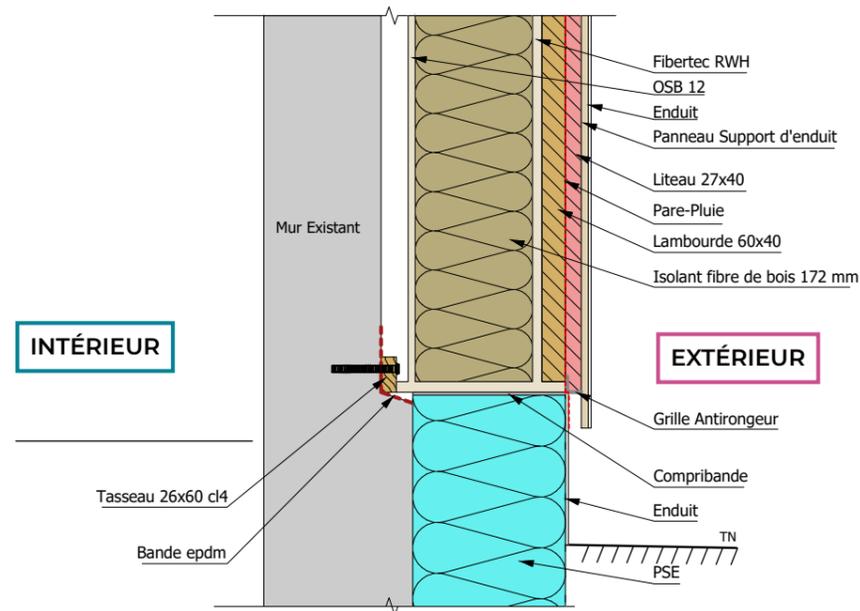
Vue 3D de l'implantation des caissons préfabriqués



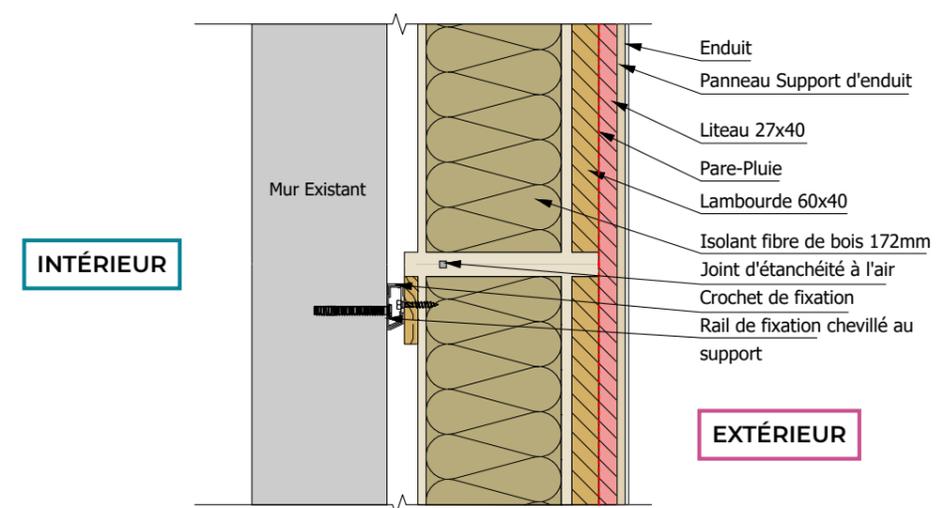
Vue 3D de l'implantation des rails de fixation en façade



Détail 1 : Pied de façade
(coupe verticale)



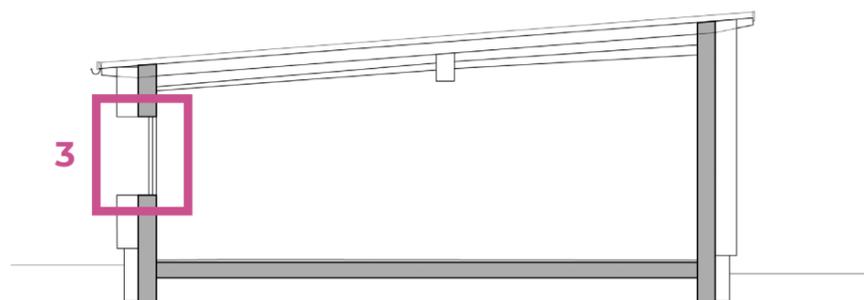
Détail 2 : Jonction entre caissons préfabriqués
(coupe verticale)



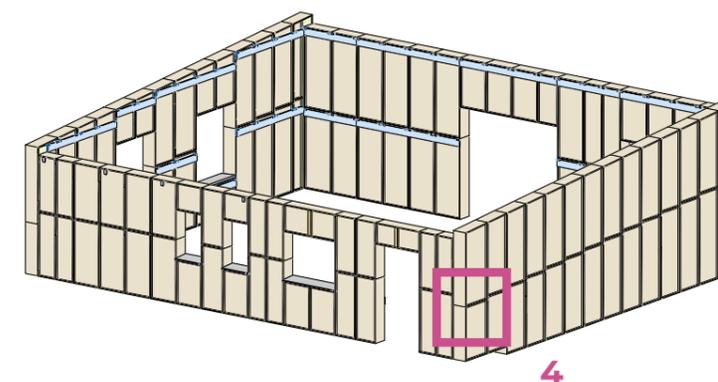
9

DESCRIPTION TECHNIQUE

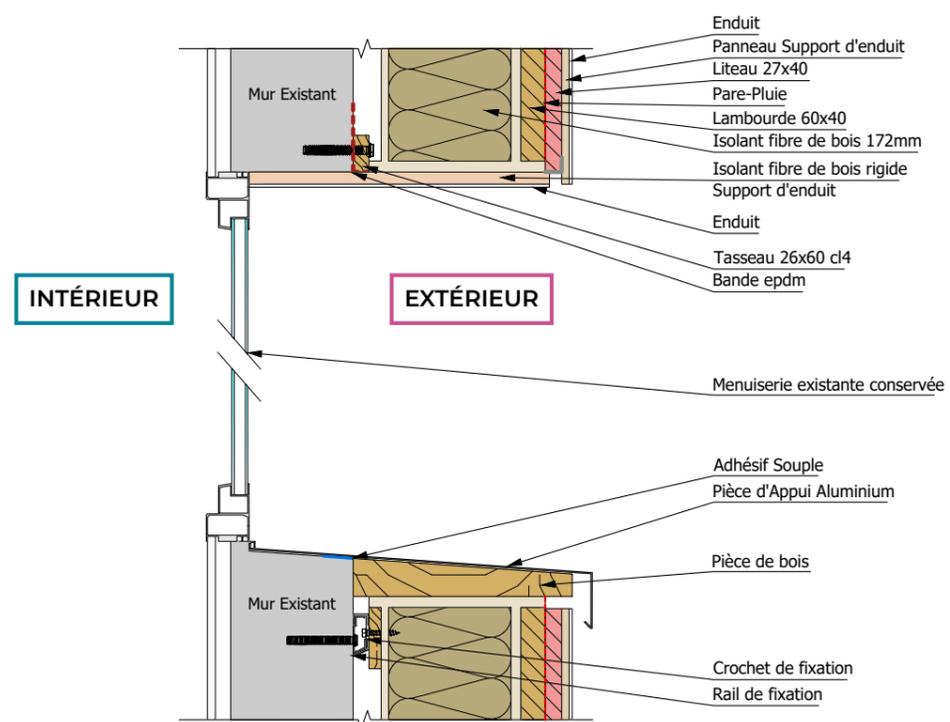
Coupe verticale de la maison



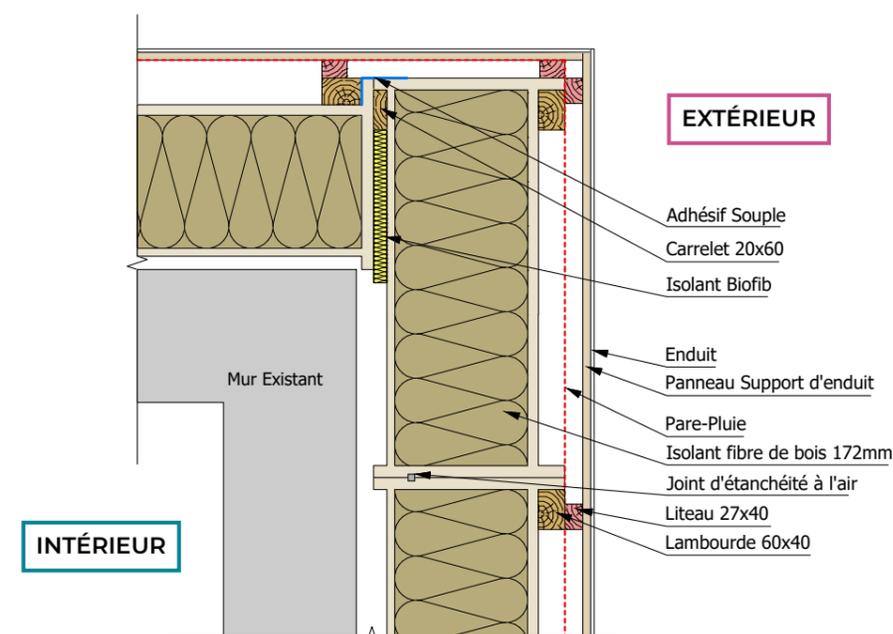
Vue 3D de l'implantation des caissons préfabriqués



Détail 3 : Jonction menuiseries
(coupe verticale)



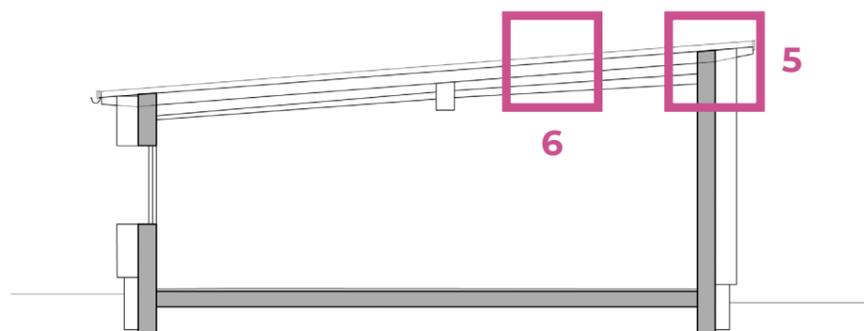
Détail 4 : Jonction angles sortants
(coupe horizontale)



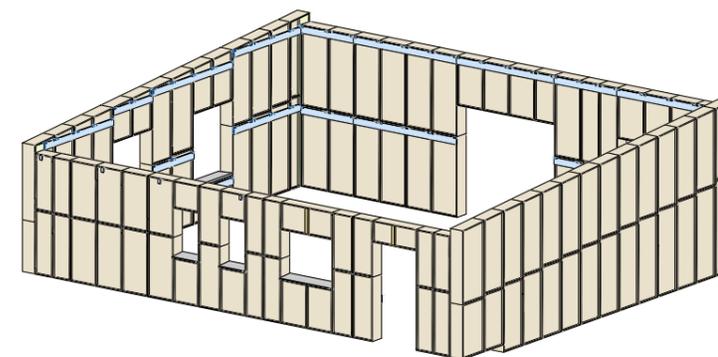
9

DESCRIPTION TECHNIQUE

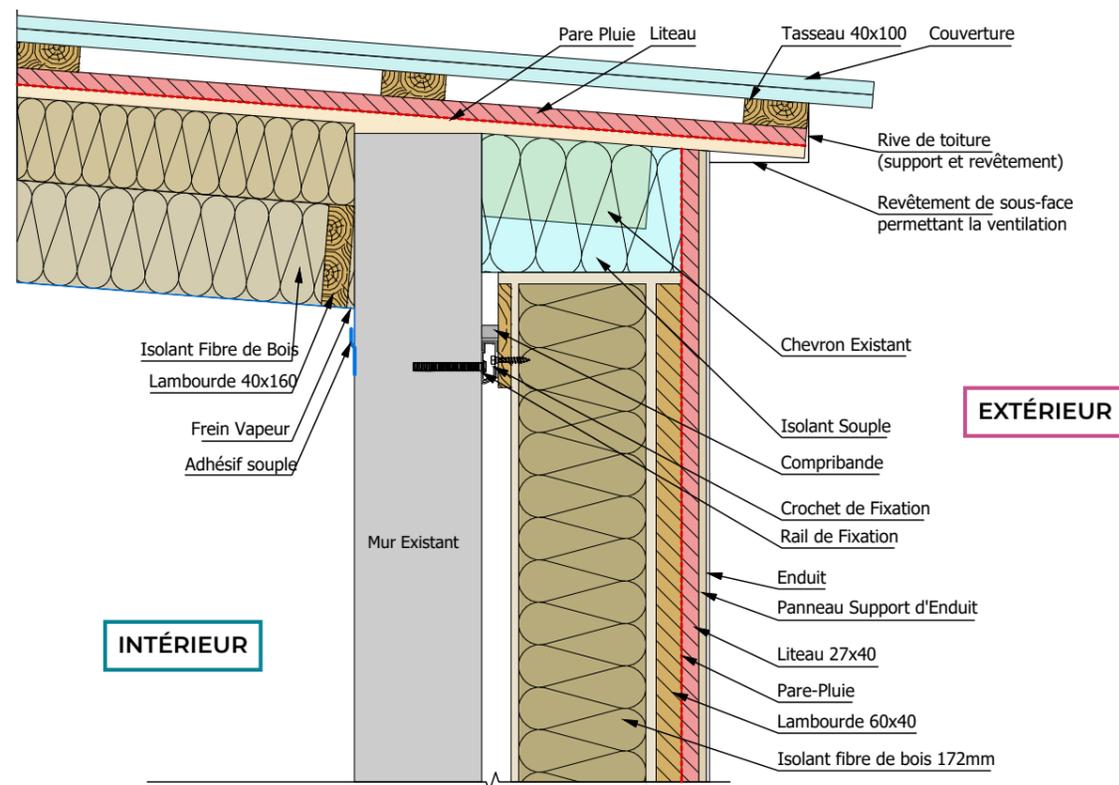
Maquette pour préfabrication des panneaux



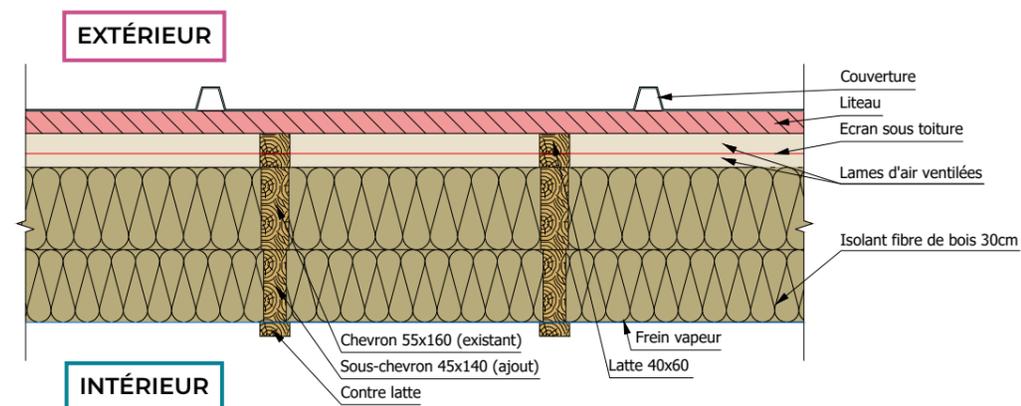
Vue 3D de l'implantation des caissons préfabriqués



Détail 5 : Jonction mur-toiture
(coupe verticale)



Détail 6 : Coupe transversale toiture
(coupe verticale)



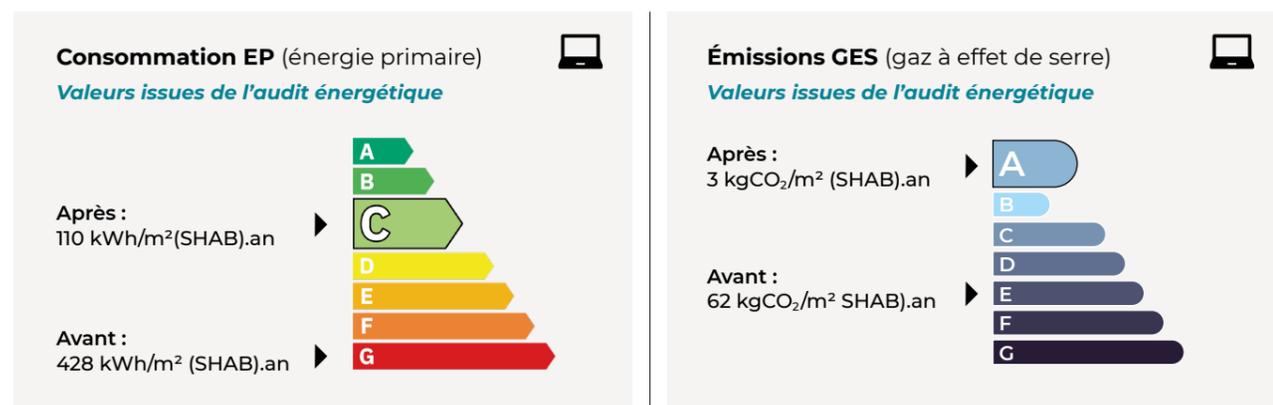
Analyses de risque hygrothermique

Une étude a été réalisée à l'aide du logiciel WUFI afin d'analyser les potentiels risques liés aux transferts hygrothermiques (condensation et apparition de pathologies type moisissures) dans la solution de rénovation proposée. Cette étude a permis d'écarter le risque sous réserve d'une réalisation soignée, et est valable dans les conditions d'étude du présent chantier exclusivement (climat, matériaux et épaisseurs des caissons et des parois existantes, etc.). La sensibilité aux caractéristiques des matériaux mis en œuvre est importante et l'étude ne couvre donc que les références de produits spécifiques et la zone géographique considérée pour ce chantier.

DONNÉES ÉNERGÉTIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

Données énergétiques et environnementales réglementaires

issues de scénarios d'usage réglementaires (cf. température intérieure fixée à 19°C)

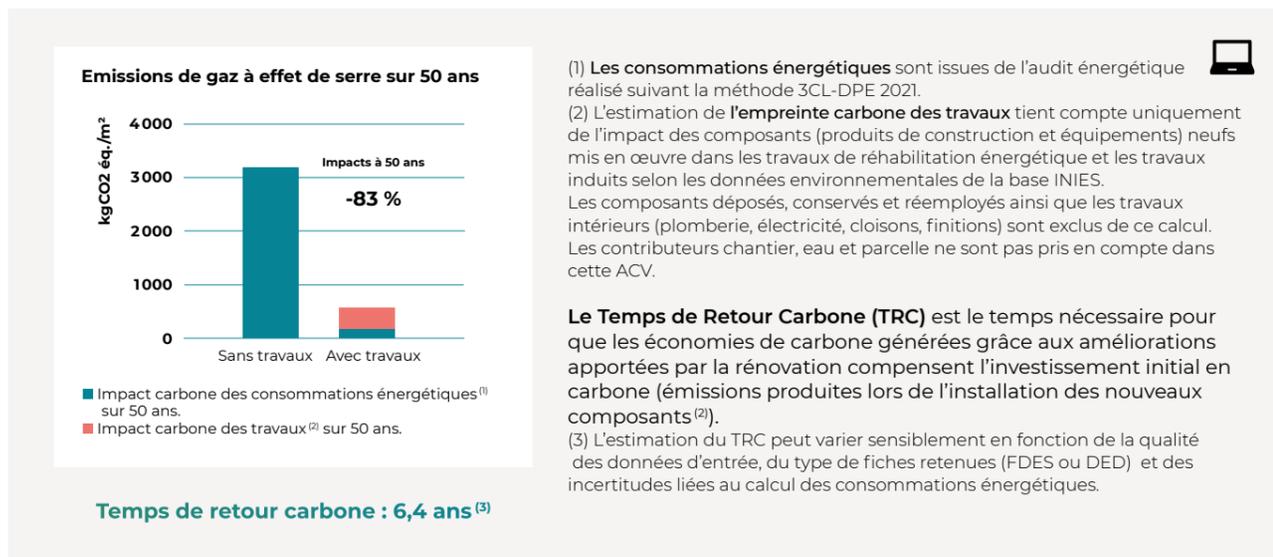


Les données issues de l'audit énergétique sont obtenues par des simulations basées sur des hypothèses conventionnelles. Ces données peuvent donc différer des résultats de consommations réelles mesurées, présentées ci-dessous.

Données énergétiques issues de mesures de consommations réelles



Données environnementales issues de l'ACV

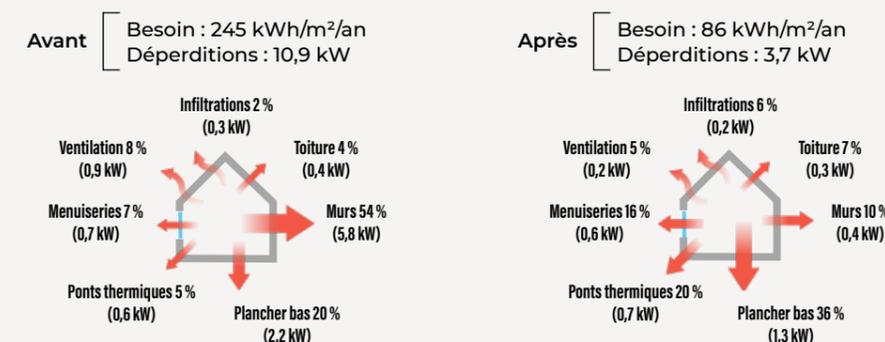


PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

Besoin en chaleur

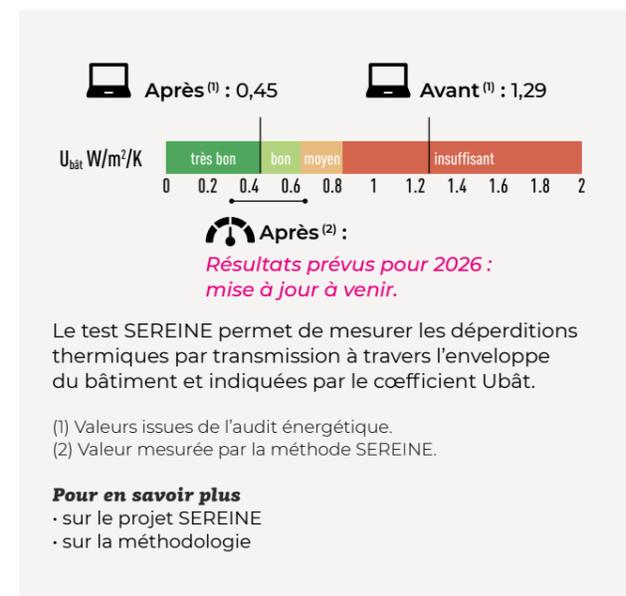
Valeurs issues des simulations thermiques dynamiques (STD) réalisées par le bureau d'études thermiques, sur la base de scénarios réalistes par rapport aux usages des ménages.

Les besoins en chaleur sont divisés par 3 grâce à la rénovation. Les déperditions thermiques sont réparties comme ci-dessous :



Par temps froid, les déperditions thermiques d'un bâtiment sont composées des déperditions par transmission à travers l'enveloppe (Ubât), par renouvellement d'air (ventilation) et par infiltrations d'air froid depuis l'extérieur (étanchéité à l'air).

Ubât (performance de l'isolation)



Étanchéité à l'air



Indicateur mesuré | Indicateur calculé

CONFORT ET PERFORMANCE GLOBALE

Méthode QSE

La méthode « Qualité Sanitaire et Énergétique des rénovations » est une méthode d'évaluation de la performance globale d'une rénovation par mesures *in situ* (qualité d'air intérieur, acoustique) et questionnaires occupants (confort).

*Instrumentation réalisée : mesures en cours.
Résultats prévus pour 2026 : mise à jour à venir.*

Pour en savoir plus

- Consultez le site web
- Regardez la vidéo de présentation

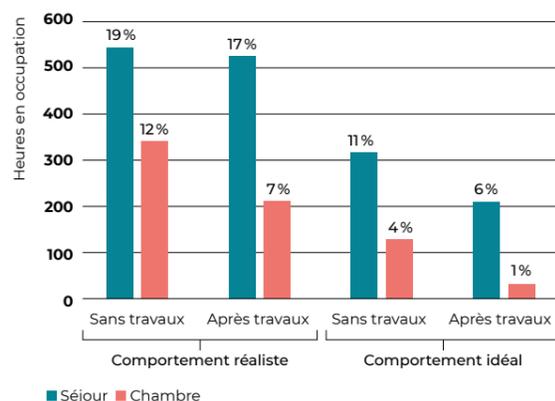
Mesure des conditions intérieures : température, humidité et CO₂

*Instrumentation réalisée : mesures en cours.
Résultats prévus pour 2026 : mise à jour à venir.*



Confort d'été calculé

Valeurs issues de simulations thermiques dynamiques (STD) réalisées par le bureau d'études thermiques, en utilisant un fichier météo caniculaire (Météonorm RCP8.5 2050).


Nombre d'heures et pourcentage du temps en occupation en situation d'inconfort (température > 28°C)


Le confort d'été est évalué par le nombre d'heures d'inconfort (température opérative supérieure à 28°C) lorsque le logement est occupé. Les situations avant et après rénovation sont comparées, pour deux scénarios d'occupation :

- le scénario « réaliste » basé sur les pratiques du ménage : ouverture des fenêtres et des protections solaires en journée.
- le scénario « optimisé » basé sur un comportement idéal pour le confort d'été : protections solaires fermées en journée, fenêtres ouvertes la nuit seulement.

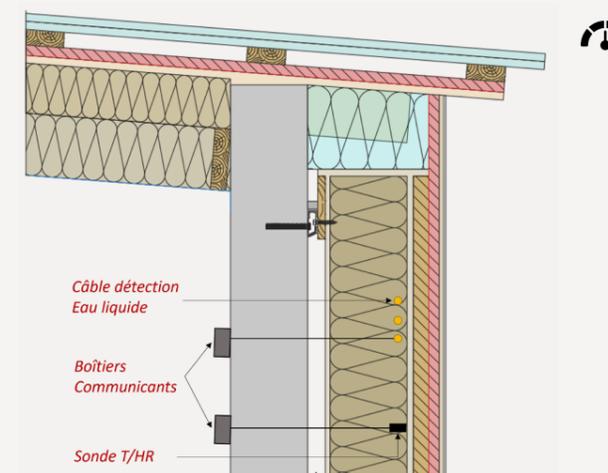
Le confort d'été est fortement amélioré grâce à la rénovation, à condition que l'occupant adopte un comportement adapté qui limite la surchauffe du bâtiment.

DURABILITÉ DES ISOLANTS

Durabilité des isolants (suivi long sur 1 an)

Les principaux risques de détérioration des isolants biosourcés sont liés aux développements fongiques ou à l'accumulation d'eau dans les parois. Pour limiter ce risque, des mesures de température, d'humidité ou de détection d'eau liquide sont réalisées dans les isolants pendant 1 an après les travaux.

*Instrumentation réalisée : mesures en cours.
Résultats prévus pour 2026 : mise à jour à venir.*



COÛT DE LA SOLUTION ET AIDES DISPONIBLES

Coût total des travaux liés à la performance

124 500 € HT

Surface habitable : 67 m²

Études

15%

- 500 € | Audit énergétique
- 18 000 € | Maîtrise d'œuvre en conception et suivi chantier (architecte, bureau d'études thermiques)

Équipement

15%

Hors dépose de l'existant.

- 6 000 € | Poêle à granulés
- 3 500 € | Ballon ECS thermodynamique
- 9 000 € | VMC double flux INNOVATION

Travaux induits par l'innovation

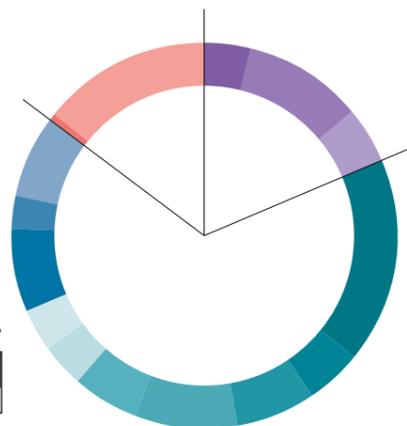
19%

- 5 000 € | Agrandissement débord de toiture
- 13 000 € | Préparation support d'enduit en façade
- 6 000 € | Réalisation de faux-plafonds pour passage des gaines de ventilation

Enveloppe

51%

Y compris échafaudage.
Nota : une partie de la dépose n'est pas chiffrée : auto-construction.



■ 22 000 € | Isolation par l'extérieur par caissons préfabriqués INNOVATION

- 6 000 € | Isolation soubassement
- 8 500 € | Finition enduit en façade
- 11 000 € | Isolation toiture
- 7 000 € | Couverture (réfection de l'étanchéité et du revêtement)
- 4 500 € | Porte d'entrée double vitrage et deux ouvertures modifiées
- 4 500 € | Occultations (volets battants)

À savoir. La solution possède un potentiel d'économie par la multiplication des chantiers de ce type (commandes groupées) et optimisation du processus de fabrication et de construction (rationalisation des gestes de mise en œuvre, fluidification des transitions entre étapes de chantier, amortissement des machines, formation des artisans), modulo la variation des prix matériaux.

- Les travaux décrits ici sont détaillés dans les parties 3 et 4.
- Les coûts de travaux sont hors taxe et incluent fourniture et pose (excepté l'isolation du soubassement, pose réalisée par le propriétaire) ; le plan de financement est indiqué taxes comprises.
- Les prix proviennent de devis.
- Le coût de l'isolation par l'extérieur inclut les études de conception pour la préfabrication.
- Les coûts n'intègrent pas les travaux de réaménagement (démolition et réfection des cloisons, démolition d'un mur porteur, plomberie, électricité, revêtements...).
- Les coûts n'intègrent pas certains travaux réalisés par le propriétaire (dépose d'éléments en façade).

Bilan : retour sur investissement du ménage

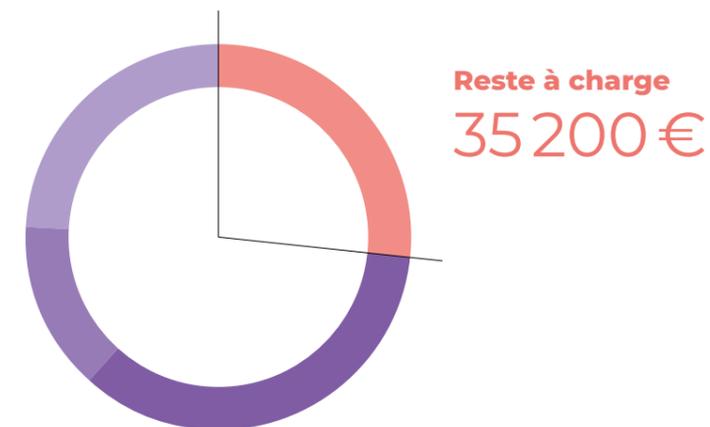
En 13 ans, la rénovation globale de la maison sera remboursée via l'économie d'énergie, estimée à 318 kWh/m² SHAB/an. L'investissement de 1180€/m² est important mais il permet de financer une rénovation de qualité de l'enveloppe et des équipements énergétiques, permettant de vivre dans des conditions de confort bien meilleures. L'amélioration de la performance énergétique (passage de l'étiquette G du DPE à l'étiquette C) a un impact fort sur la valeur de la maison : la plus-value est estimée à 22% selon statistiques notaires ; elle est comptabilisée dans le calcul du temps de retour sur investissement. Ce calcul intègre également une augmentation des prix de l'énergie ; il est réalisé en considérant le coût du projet hors financement PROFEEL (seules les aides Ma Prime Rénov' sont déduites).

Plan de financement des travaux (TTC)

Aides financières

95 800 €

- 18 500 € | Financement PROFEEL des études
- 31 500 € | Ma Prime Rénov'
- 45 800 € | Financement PROFEEL de l'innovation*



À savoir. Les aides varient en fonction des revenus du ménage et des conditions appliquées à la date du chantier. Les montants ci-dessus s'appliquent uniquement au chantier décrit dans cette fiche.

* Le chantier a été financé en partie par PROFEEL dans le cadre de l'expérimentation du projet RESTORE. Le financement couvre le surcoût de la solution innovante qui à terme pourrait baisser en fonction de la maturité de la solution et des économies d'échelle.

URBANIS



Urbanis accompagne les propriétaires et les copropriétés dans leurs projets de rénovation

énergétique dans le cadre de dispositifs publics ou de commandes directes de syndicats de copropriétaires. Cet accompagnement technique et financier vise à la réalisation de travaux durables pour améliorer le confort des habitants et lutter contre la précarité énergétique. L'amélioration de la performance énergétique des logements permet une économie sur les charges ainsi qu'une diminution des émissions de gaz à effet de serre. En tant que partenaire, Urbanis a apporté son expertise sur des aspects d'ingénierie financière pour l'amélioration de l'habitat, en accompagnant le CSTB sur les dispositifs d'aides financières disponibles et en aidant les ménages à monter leurs dossiers de subvention, ainsi qu'à trouver des solutions pour le financement du reste à charge, facilitant ainsi l'accès à des rénovations ambitieuses innovantes et efficaces.

K&+ ARCHITECTURE GLOBALE



Thomas Fernandes, co-gérant, responsable du pôle Économie de la société K&+ Architecture Globale.

K&+ Architecture Globale est un cabinet d'architecture de 47 personnes situé à STRASBOURG (67) intégrant

un pôle Économie constitué de 5 personnes, des Architectes au nombre de 25 et un pôle Réalisation de 12 personnes additionné de quelques personnels administratifs. Thomas FERNANDES est également membre de l'UNTEC et Président Département 67-68 de ce syndicat depuis 2024. Sur ce projet, une mission de conseil pour l'économie de la construction des projets pour les chantiers du projet RESTORE nous a été confiée par le CSTB. Dans le cadre de cette mission l'objectif était d'analyser les devis pour vérifier les tarifs pratiqués par les entreprises, l'entièreté des prestations et la synthèse financière des coûts. Il s'agissait également de créer un retour d'expérience de ce chantier en vue de la répliquabilité de ces projets au niveau National.

RÉPLICABILITÉ DE LA SOLUTION TECHNIQUE

Les points forts de cette solution pour sa réplicabilité

- **Haute performance énergétique** : Solution qui permet d'atteindre un niveau de performance BBC Rénovation compatible.
- **Haute performance environnementale** : Solution compatible avec des produits biosourcés.
- **Durabilité et qualité des produits** : La préfabrication en atelier permet un contrôle rigoureux de la mise en œuvre des produits biosourcés.
- **Nuisances faibles** : Temps de chantier actif raccourci, intervention principalement par l'extérieur, peu de pollution sur chantier.

Points à améliorer pour la réplicabilité

- **Coûts importants** : Le coût de la solution pourrait diminuer si celle-ci gagne en maturité ou si les coûts de conception sont mutualisés.
- **Compétences nécessaires** : la préfabrication demande des compétences fortes en conception et une coordination tout au long du chantier avec l'ensemble des acteurs. La solution étant non courante, une formation des poseurs est également nécessaire. Par ailleurs la solution n'est pas libre de droits.
- **Maturité technique** : La solution a été expérimentée une fois seulement en rénovation. Avant d'être diffusée, elle doit être fiabilisée au travers d'autres retours d'expérience.

	Frein à la réplicabilité	Réplicabilité facilitée	
TECHNIQUE	Conception		La solution s'adapte facilement à plusieurs types de maisons très répandus en France mais est moins adaptée pour des maisons avec éléments extérieurs saillants (balcon, escalier, corniches...) ou encore dont l'ajout d'ITE peut poser des problèmes urbanistiques. Des typologies de maison avec un débord de toiture sont préférables. La solution peut par ailleurs gagner en maturité pour sa mise en œuvre dans un contexte de rénovation.
	Facilitation technique		La solution Blokiwood en configuration de construction neuve est munie d'une documentation technique précise (détails constructifs, mise en œuvre...). Cette documentation devrait être adaptée pour la solution utilisée en rénovation (prérequis du bâti, de la structure, mise en œuvre en rénovation...). Par ailleurs la solution n'est pas libre de droit.
	Moyens humains et logistiques		La solution est exigeante quant à sa fabrication, qui est un procédé breveté et nécessitant des moyens industriels. La pose doit être effectuée par des entreprises formées par le fabricant ; cette formation est néanmoins rapide et est accessible aux auto-constructeurs. Lors de la mise en œuvre, une coordination fine entre les entreprises est nécessaire pour gérer les interfaces. En ce qui concerne l'approvisionnement sur chantier, la solution est très flexible : pas besoin d'équipements spécifiques, une zone de stockage est nécessaire mais sans contraintes supplémentaires par rapport aux techniques courantes.
	Durabilité		Les composants sont choisis pour leur durée de vie élevée et la mise en œuvre est robuste. En particulier l'isolant est inséré dans les caissons en atmosphère contrôlée (en usine), il est donc particulièrement bien protégé des intempéries pendant la mise en œuvre mais également pendant toute sa durée de vie. Si besoin, tous les éléments peuvent être démontables (selon le type de finition extérieure choisi) et réemployables, ce qui permet d'anticiper les rénovations ou extensions à venir.
CONTEXTE	Contraintes territoriales		Cette solution, moyennant quelques adaptations mineures, est facilement adaptable à différents types de murs supports, et peut intégrer différents types d'isolants. Elle est facilement réalisable partout en France et pourrait valoriser des matériaux locaux en ce qui concerne l'isolant. Par ailleurs le faible temps de chantier permet d'implanter la solution même dans les zones très contraintes sur les nuisances.
	Évolution des coûts et économie d'échelles		L'étape de conception conséquente, les moyens logistiques de fabrication, la sélection de matériaux biosourcés et la méconnaissance à ce stade de la solution par les artisans poseurs rendent la solution onéreuse en termes de conception, fabrication et pose. Il est cependant à prévoir un potentiel de réduction des coûts en mutualisant les coûts de conception sur des projets similaires, et via la réalisation de plusieurs chantiers par les mêmes équipes de pose. Il est à noter que financièrement, la solution est peu compétitive sur un projet avec une finition enduite ; la solution a davantage de valeur ajoutée pour une finition en bardage.
	Cadre réglementaire		Cette solution par l'extérieur peut nécessiter de déposer une déclaration préalable auprès des services d'urbanisme en raison de la modification de l'aspect de la façade. Du point de vue de la réglementation énergétique, elle permet de respecter voire dépasser les niveaux réglementaires de performance. Par ailleurs à la date du chantier, la solution n'est pas une « technique courante » et sa pose nécessite un accord préalable entre l'artisan et son assureur.
SOCIAL	Personnalisation		La solution est largement adaptable à des envies variées des ménages, puisqu'elle n'apporte pas de contrainte sur les matériaux et finitions. La solution ne génère pas de perte de surface habitable et est compatible avec des projets d'extension et de surélévation.
	Amélioration et avantages		Tant pour le ménage que pour les artisans cette solution présente de réels avantages : - La qualité architecturale de la maison peut être améliorée, en rendu esthétique et en termes de qualité de vie (davantage de confort thermique hiver comme été). - La préfabrication permet aux entreprises de mieux maîtriser la qualité grâce à la fabrication du produit dans des conditions contrôlées en atelier. Elle permet aussi de réduire le temps de travail dans des conditions difficiles sur chantier. En revanche, si la qualité du produit est rigoureusement maîtrisée lors de sa fabrication, la performance finale se joue également lors de la pose, sur laquelle l'industriel a peu de contrôle.
	Gestion des nuisances		Le temps de chantier étant réduit, les nuisances sonores pour le voisinage sont limitées. De plus, l'isolation par l'extérieur permet de travailler en site occupé. Enfin, la préfabrication réduit la pollution sur site en évitant la découpe de produits sur chantier.

RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LE CHANTIER



INDUSTRIEL PREFABRICATION JOËL MENARD

“ Le secret de la préfabrication, c'est qu'il y ait une très bonne préparation et qu'on anticipe tous les problèmes que l'on pourrait rencontrer : bien faire le relevé de l'existant, bien se coordonner avec tous les corps de métier qui vont intervenir. Cette première expérimentation nous a montré qu'à certains moments, il y avait quelques incompréhensions, mais ce n'était pas insurmontable. Si on arrive à mettre tout le monde autour de la table au début, à prendre le temps de dessiner tous les détails et à bien anticiper la partie chantier, il n'y a plus aucune surprise.

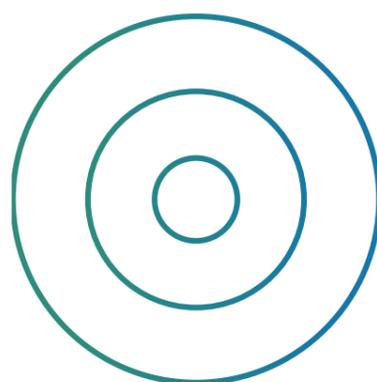


ARCHITECTE SIDONIE BOËHM

“ Il y a eu plusieurs points de vigilance sur ce chantier, comme la pose de la membrane d'étanchéité à l'air ou l'attention à la migration d'humidité dans le complexe d'isolation en toiture. Nous avons eu la chance de travailler avec des entreprises qui sont sensibilisées à ces problématiques et qui sont ouvertes au dialogue.

BUREAU D'ÉTUDES THERMIQUES JONATHAN GANDY

“ Ce projet a des ambitions de performance énergétique élevées. Comme tout projet de rénovation, il se heurte à des contraintes techniques et budgétaires, et il a fallu modéliser certains points particuliers de manière assez fine pour pouvoir faire des choix techniques éclairés.



OCCUPANT

“ Tout le projet a été coordonné par une maîtrise d'oeuvre, cela donne de la cohérence entre les gestes de travaux et me rend confiant sur le projet.

CHARPENTIER DAVID COUX

“ Comment va-t-on massifier la rénovation énergétique ? Comment peut-on réduire les délais, faciliter le travail sur place ? C'est un gros problème aujourd'hui dans le bâtiment : trouver des gens qui veulent bien travailler dans des conditions de travail qui ne sont pas faciles. La préfabrication répond à certaines de ces attentes.

LE PROJET RESTORE CONTEXTE ET OUTILS

Issu du programme PROFEEL, le projet RESTORE présente des solutions innovantes de rénovations, qui seront hébergées sur la plateforme Pro'Reno.

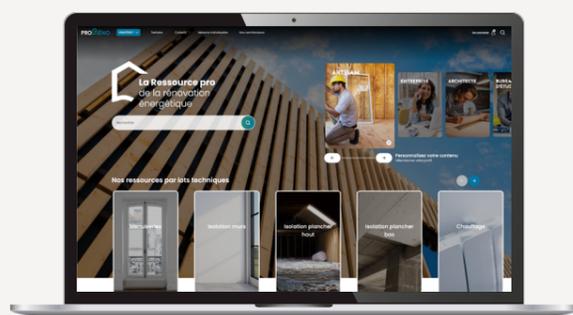


PROFEEL Des outils et solutions innovants au service de la rénovation

Le programme PROFEEL, ce sont 8 projets compris entre 2022 et 2025 (dont le projet RESTORE) pour faciliter et fiabiliser la rénovation énergétique des bâtiments existants.

Autant de défis qui symbolisent l'engagement de notre filière, celle du bâtiment, à répondre aux enjeux de la transition énergétique. Les 3 points importants sont la bonne connaissance du parc, la fiabilisation et la massification de la réhabilitation performante et enfin l'accompagnement des solutions innovantes dans l'acte de réhabiliter. Ce programme est financé dans le cadre du dispositif des CEE.

Pour en savoir plus
www.programmeprofeel.fr



PRO'RENO La ressource professionnelle de la rénovation énergétique

Pro'Reno est une plateforme pour accéder aux ressources PROFEEL, et notamment à l'ensemble des documents produits dans le cadre de RESTORE.

Pour en savoir plus
www.proreno.fr



RESTORE Déployer des solutions intégrées et innovantes pour la rénovation performante des maisons individuelles

Développer et fiabiliser, à l'aide notamment de chantiers de référence, de nouvelles solutions innovantes et répliquables de réhabilitation de maisons individuelles à destination de groupements professionnels.

RESTORE fait suite au projet RENOSTANDARD. Les cibles principales sont les artisans, les entreprises de travaux, les maîtres d'œuvres, les concepteurs d'innovations de solutions technique et les professionnels de l'accompagnement. Le but est d'outiller ces intervenants sur toute la durée du projet de rénovation d'une maison.

Pour en savoir plus
• Consultez le site web
• Regardez la vidéo de présentation



LES SOLUTIONS DÉVELOPPÉES PAR RESTORE



D'autres solutions ont également été développées dans le cadre de Restore.



L'ensemble des typologies des maisons individuelles est à retrouver en ligne.

Pour en savoir plus
Consultez la classification typologique RESTORE



Un détail des coûts de la solution Blokiwood dans ce chantier à destination des professionnels est également disponible.

Pour en savoir plus
Consultez le coût détaillé de la solution Blokiwood appliquée sur ce chantier



Un diagnostic de faisabilité de la solution Blokiwood sur un bâtiment existant a été développé.

Pour en savoir plus
Consultez le diagnostic de faisabilité



Un module de présentation à destination des professionnels permet de retracer la solution Blokiwood avec des détails techniques et des retours d'expériences des artisans.

Pour en savoir plus
Consultez le module de présentation



Grâce à la BDNB, il est possible de retrouver la typologie d'une maison individuelle en se basant sur différents critères.

Pour en savoir plus
Saisissez l'adresse de la maison sur Go-Rénové



Une étude sur la répliquabilité de la solution Blokiwood a été développée pour Restore.

Pour en savoir plus
Consultez l'autodiagnostic de répliquabilité

PARTENAIRES PROFEEL

Pouvoirs publics



DGEC
DHUP

Porteurs



Financeurs



Filière bâtiment



Dans le cadre d'un chantier de construction ou de rénovation, plusieurs assurances sont obligatoires ou fortement recommandées, tant pour le maître d'ouvrage que pour les entreprises de construction et la maîtrise d'œuvre.



Maîtrises d'ouvrage

- Souscrire une **assurance Dommages-ouvrage (DO)** est obligatoire. Cette assurance préfinance, sans recherche de responsabilité, les travaux de réparation des dommages relevant de la garantie décennale des constructeurs.
- Vérifier que les entreprises missionnées sont bien couvertes par leur responsabilité civile décennale pour les lots techniques dont ils ont la responsabilité.



Entreprises de construction et maîtrise d'œuvre (architectes, BET...)

- Détenir une **assurance responsabilité civile décennale** pour les lots techniques dont ils ont la responsabilité ainsi qu'une **assurance responsabilité civile professionnelle (RC Pro)**.
- Pour la mise en œuvre ponctuelle de Techniques Non Courantes, se rapprocher de son assureur pour déterminer les options disponibles et obtenir une couverture adéquate.

Note : d'autres assurances (tous risques chantier, RC exploitation...) sont également vivement recommandées.

Pour citer :
CSTB. (2025). Chantiers PROFEEL de rénovation globale- Réalisation, suivi et analyse de la mise en œuvre, Chambéry.
CSTB. www.proreno.fr/documents/fiche-chantier-de-renovation-globale-a-chambéry-73-realisation-suivi-et-analyse-de-la-mise-en-oeuvre

Pour toute demande d'information sur le projet ou le chantier Chambéry
restore@cstb.fr

