

CHANTIERS PROFEEL DE RÉNOVATION GLOBALE

Réalisation, suivi et analyse
de la mise en œuvre

DÉCEMBRE 2025

PROJET RESTORE - AGNEAUX (50)



Architecture Yves Pilon



SOMMAIRE

CONTEXTE	01
1 RÉNOVATION D'UNE MAISON JUMELÉE OU EN BANDE 1975-1981	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	30
11 COÛT DE LA SOLUTION ET AIDES DISPONIBLES	36
12 RÉPLICABILITÉ DE LA SOLUTION TECHNIQUE	38
13 RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LE CHANTIER	40
14 LE PROJET RESTORE CONTEXTE ET OUTILS	42

→ 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.



Les abords des villes normandes sont parsemés de maisons individuelles qui ont des caractéristiques proches. Construites en brique, parpaing ou béton lors de la Reconstruction (1945-1955) ou à la suite du premier choc pétrolier (1973), leurs occupants sont aujourd'hui à la recherche de solutions de rénovation performantes et de qualité.



La solution Baticok 2 développée dans le cadre du projet s'applique à certains types de maison dont celles dites « maisons jumelées ou en bande 75-81 » dont fait partie la **maison située à Agneaux** présentée dans cette fiche.



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 isolation de la toiture et isolation des murs par l'extérieur (ITE) qui enveloppe intégralement la maison grâce à des panneaux préfabriqués artisanalement en bois. Un regard précis sur l'étanchéité à l'air, sur le choix des matériaux et sur la sélection d'équipements de ventilation et chauffage peu carbonés font de cette rénovation un exemple de qualité constructive et environnementale, réalisée par des acteurs normands compétents et passionnés par leur métier.



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 d'une solution de rénovation globale et performante adaptée à une typologie de maison caractéristique de la région normande.

RÉNOVATION D'UNE MAISON JUMELÉE OU EN BANDE 1975-1981



Carte d'identité

Année de construction	1981
Surface habitable	118 m ²
Nombre d'étages	RDC+1 sous combles
Présence sous-sol	Non
Présence combles aménagés	Oui
Mitoyenneté	Oui côté garage
Historique	Pas de travaux antérieurs



Typologie

Maison jumelée ou en bande 1975-1981 (Type B4.2)

Pour en savoir plus

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



Solution

BATICOK 2, ITE toiture+mur préfabriquée artisanale ou montée manuellement.

Pour en savoir plus

- Consultez la fiche solution BATICOK 2*
- Visionnez le timelapse

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

Témoignages

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

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

« La solution Baticok2, c'est une conception d'enveloppe préfabriquée en atelier et posée comme si on mettait un bonnet sur la maison. On vient envelopper l'ensemble d'un coup en traitant les interfaces, notamment l'interface toiture/mur. »

Jean Hourany, thermicien du bâtiment et auditeur habilité par la région Normandie

« On voulait essayer d'atteindre les performances du neuf en rénovation et consommer le moins possible. Le but était d'avoir une maison confortable. »

Ménage (couple avec enfant), projet d'une maison à haute performance thermique et énergétique

« Comme nous sommes à l'atelier, nous avons le temps d'anticiper mieux les choses. On prend le temps de bien faire les liaisons et du coup, sur place, avant même d'avoir fait les corrections, on avait une étanchéité à l'air d'une maison neuve. »

Julien Couillard, entreprise de menuiserie charpente ossature bois

AVANT RÉNOVATION

MURS

Façade en panneau préfa béton + ITI mixte PSE + 7 cm de laine de verre

CHAUFFAGE ET ECS

Chaudière de 1992

TOITURE

Charpente en bois + laine de verre sous rampants + ardoises



PLANCHER BAS

Dalle de béton isolée (2 cm de polystyrène) sur terre plein

MENUISERIES

Bois ou PVC avec volets roulants Double vitrage 4/6/4

VENTILATION

Ventilation simple flux autoréglable

PIGNONS

En béton plein + laine de verre ITI

APRÈS RÉNOVATION

Maison rénovée : isolation complète de l'enveloppe, extension de l'étage et remplacement des systèmes (voir la solution détaillée dans la partie 3 : La solution de rénovation)



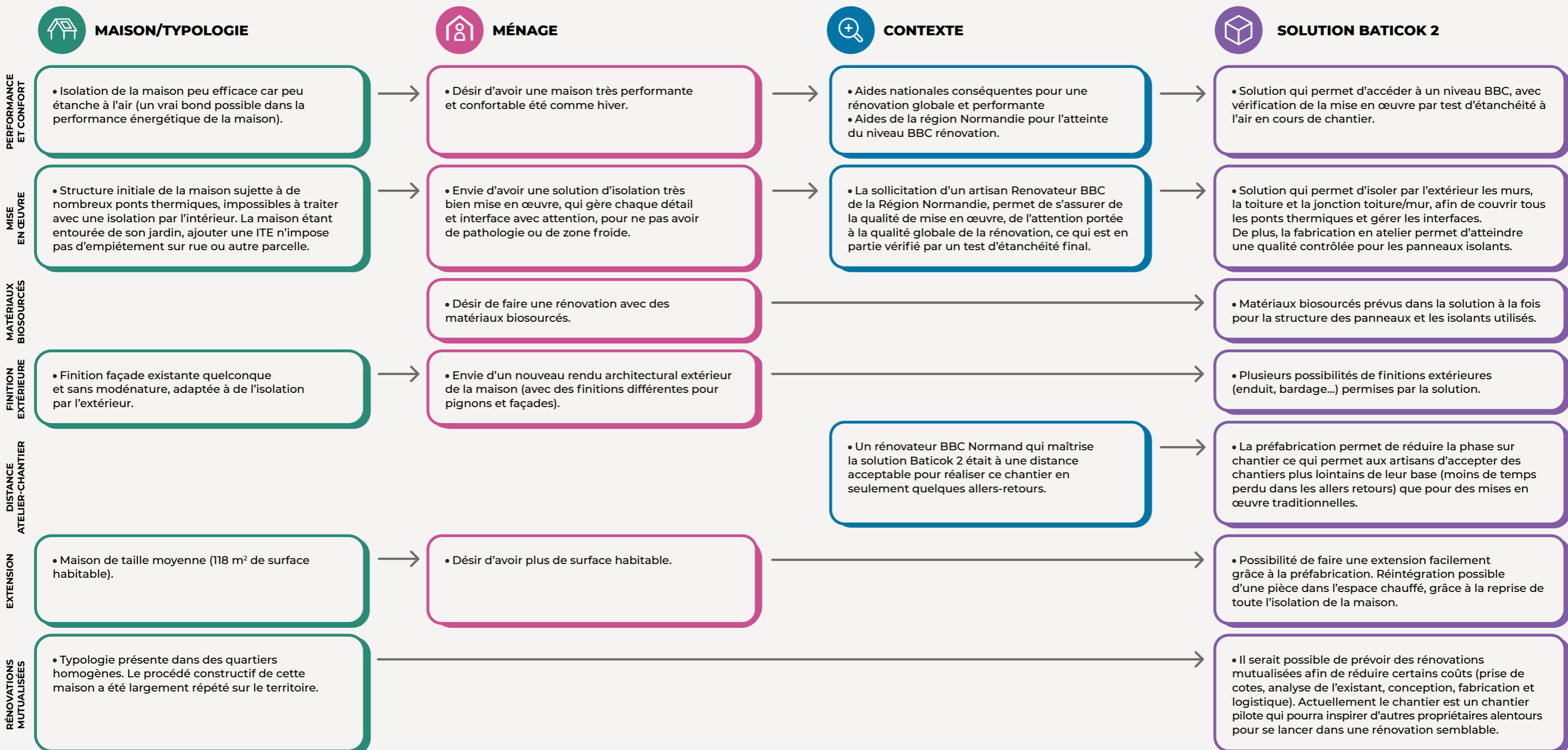
POURQUOI CETTE SOLUTION POUR CETTE MAISON ?

Avantages de la solution

Les maisons du type jumelées ou en bande construites entre 1975 et 1981 sont particulièrement compatibles avec la solution Baticok 2 (isolation par l'extérieur avec préfabrication et matériaux biosourcés). Cette compatibilité s'explique par plusieurs facteurs : leur **structure en béton** capable de supporter des panneaux rapportés en ossature bois, leur **volumétrie simple**, le **peu d'éléments saillants en façade et en toiture** facilitant le calepinage, ainsi qu'une inertie thermique à préser-

ver pour le confort estival. De plus, elles offrent un **fort potentiel d'amélioration en matière de performance énergétique, de confort hivernal et d'esthétique architecturale**, avec en prime la possibilité d'un **agrandissement par surélévation**. Souvent regroupées en périphérie urbaine, ces maisons se prêtent également à des projets de rénovation mutualisés, particulièrement adaptés à la préfabrication.

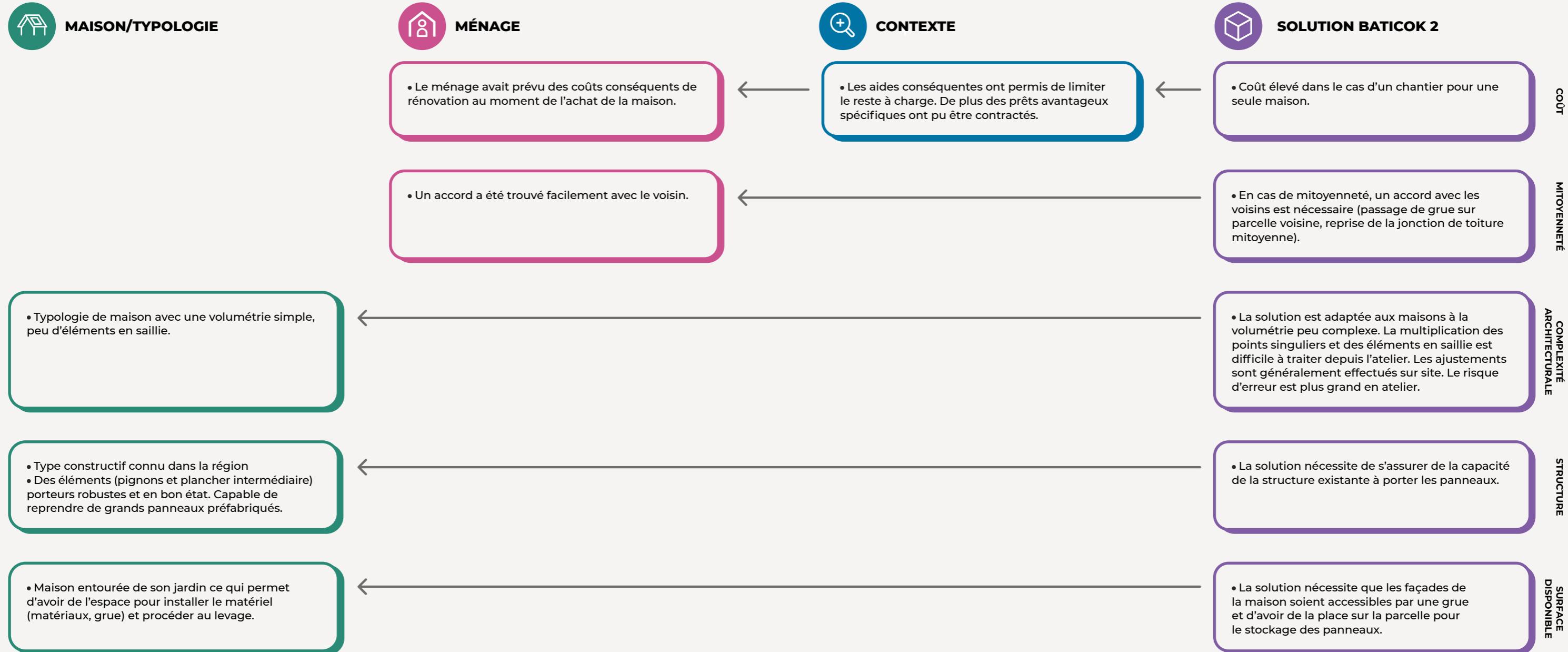
C'est la correspondance entre la maison, le ménage, le contexte et la solution qui a permis ce chantier :



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 :



LA SOLUTION DE RÉNOVATION

La solution Baticok 2 répond à l'objectif du ménage de réaliser une rénovation globale et performante de leur maison. La solution innovante accompagnée par le projet Restore permet la rénovation complète de l'enveloppe : l'isolation de la toiture et des murs, le remplacement des fenêtres et le traitement des interfaces. La maison présentant des pièces chauffées au RdC, une solution d'isolation des soubassements de murs en périphérie a été choisie et le plancher sur garage a aussi été isolé. Par ailleurs, des équipements performants ont été installés pour la ventilation, le chauffage, l'eau chaude sanitaire (ECS) et la production d'électricité via des panneaux photovoltaïques.

EAU CHAUE SANITAIRE

- Chauffe-eau solaire.
- 2 capteurs en toiture + ballon 300 L (double serpentin). Appoint par résistance électrique.
- Raccordement et évacuation sur réseau existant à proximité.

VENTILATION

- VMC double flux**
- Préchauffeur intégré avec by-pass d'été automatique.
 - Efficacité thermique certifiée NF EN 13141-7 à 96 %.
 - Certifié PHI

CHAUFFAGE

- Poêle à granulés en acier noir :
 - puissance nominale 7 kW ;
 - rendement 92,7 % ;
 - taux de co 0,0064 % Norme en 14785.
- Appoint de chauffage par des sèches-serviette.

PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

- Centrale photovoltaïque avec onduleur sans batterie branché sur le réseau.
- Intégration IAB en toiture sur la résidence principale.
- Surface du champ solaire 18 m².
- Panneaux laminés verre : 3 lignes, 5 colonnes.

MENUISERIE

- Mixtes aluminium – bois : essence frêne, pin maritime ou douglas et alu mat à l'extérieur.
- Triple vitrage : 4/15/4/15/4, intercalaires warm edge noir, remplissage argon, 2 faces faible émissivité, Ug = 0,6.
- Pose en tunnel dans le caisson isolé.
- Occultations : volets roulants extérieurs

INTERFACES

INNOVATION

Traitement des interfaces

- Jonction de la toiture du garage avec la maison mitoyenne.
- Continuité de l'isolation entre mur et toiture.
- Étanchéité à l'air entre menuiseries et mur en bois.
- Étanchéité à l'air à la périphérie des percées des équipements CVC (conduit du poêle, sorties de la ventilation...) dans l'enveloppe de panneaux préfabriqués.
- Isolation du soubassement en panneaux liège apparent, de 140 mm, R=3,5 m².K/W, ACERMI, Ht.=500, 300 mm enterré et 200 mm hors sol.

TOITURE & MUR

INNOVATION

ITE Panneaux préfabriqués artisanale

- Ossature bois remplie de ouate de cellulose insufflée.
- Finitions variées : ardoise en couverture, enduit pour les pignons et bardage bois pour les façades.

Isolation de toiture

R total = 7,06 m².K/W

- Contreventement de toiture : Panneaux agglomérés avec revêtement étanche à l'air posé en sous face intérieure de la toiture.
- Ecran de sous-toiture : panneau fibre de bois sur la toiture, ACERMI 60 mm R=1,42 m².K/W avec contrelattes 60/40 mm.
- Isolant : ouate de cellulose insufflée dans l'épaisseur des chevrons porteurs, 55 kg/m³, R=5,64 m².K/W, ép.=22 cm ACERMI.

Isolation extérieure des murs

- R total = 5,14 m².K/W**
- Support d'isolation : ossature en épicéa traité rabotée, 45/145 mm, tous les 60 cm entretoisée.
 - Contreventement Intérieur : panneaux agglomérés avec revêtement étanche à l'air posé en face intérieure des murs.
 - Pare-pluie : panneau fibre de bois rigide. ACERMI 60 mm R=1,42 m².K/W.
 - Isolation : ouate de cellulose insufflée, 55 kg/m³, de 145 mm R=3,72 m².K/W, ACERMI.
 - Revêtement : bardage douglas en pose verticale pour les façades et enduit pour les pignons.

EXTENSION À L'ÉTAGE

Côté jardin, une extension par redressement d'une partie de la toiture a été réalisée :

- Structure de toiture en chevrons porteurs.
- Charpente pour toiture zinc en 45/220 cm, servant de chevrons porteurs de faîtage à sablières, entraxe 600 mm entretoisée.

- Panneaux ITE préfabriqués en ossature bois et ouate de cellulose (comme pour les autres murs).
- Finition zinc (avec voliges) pour les parois verticales et pour la toiture de l'extension.
- La mise en œuvre de l'extension a été facilitée par le choix de la solution innovante d'ITE en préfabriquée.*

ISOLATION GARAGE (ESPACE NON CHAUFFÉ)

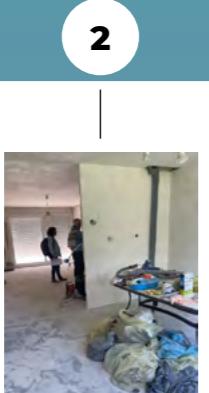
- Isolation du mur mitoyen au garage : isolant mixte chanvre lin coton de 145 mm, R=3,7 m².K/W, ACERMI sur ossature métallique, avec membrane d'étanchéité HPV, parement en panneau aggloméré avec revêtement étanche à l'air contre ossature métallique servant de vide technique.
- Isolation du plafond du garage : isolant mixte jute lin coton de

- 120 mm R=3,15 m².K/W, ACERMI avec une membrane d'étanchéité à l'air HPV et un parement en panneau aggloméré avec revêtement étanche à l'air sur ossature métallique.
- Isolation du plafond de l'avant : isolant mixte jute lin coton de 120 mm R=3,15 m².K/W, ACERMI et un parement en plaque fibro ciment de 8 mm sur ossature bois.

LES ÉTAPES DU CHANTIER DE RÉNOVATION



Dégagement de la périphérie
Beaucoup de végétation jouxtait le pignon : tout a été déraciné.



Curage intérieur
Dans la maison, tout a été vidé, les cloisons non désirées ont été démolies.



Débords de toiture
Tous les débords de toiture ont été démolis et les gouttières déposées.



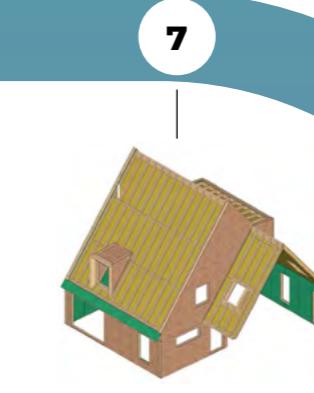
Tranchées périphériques
Des tranchées de 30 cm de profondeur ont été creusées en pied de mur tout autour de la maison.



Isolation du soubassement
Des panneaux isolants en liège ont été posés dans les tranchées et fixées au soubassement.



Scan 3D
Afin de relever précisément tous les mètres de la maison (ouvertures, mur, toiture), un scan 3D de la maison a été fait une fois les murs libérés.



Maquette
À partir du nuage de points créé par le scan 3D, un travail a été nécessaire pour reconstituer la maquette numérique de la maison.

8



Calepinage
À partir de la maquette numérique, des panneaux ont été calepinés afin de couvrir toute l'enveloppe. De grands panneaux permettent de limiter le nombre de faiblesses thermiques et de liaisons mécaniques entre panneaux. A contrario, de trop grands panneaux peuvent être difficiles à transporter.



Découverte
Les ardoises amiantées ont été déposées et collectées par une entreprise spécialisée. La charpente a été bâchée et les lucarnes côté jardin ont été démontées.



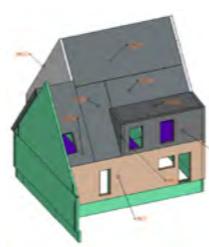
Fixation basse des murs rapportés
Des cornières métalliques ont été fixées au mur au niveau de la face supérieure des panneaux en liège.



Retrait de la cheminée
La cheminée a été déposée pour libérer la toiture.



Stockage
Les panneaux achevés ont été regroupés et posés sur pupitre dans un ordre coïncidant avec le plan de levage.



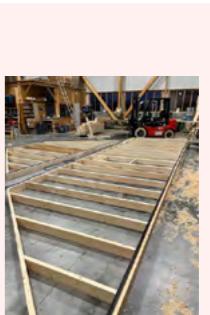
Plan de levage
Un plan de levage a été établi en amont pour imaginer étape par étape l'ordre de déchargement et de pose des différents panneaux.



Finitions des panneaux préfabriqués artisanalement
Fixation des assemblages et des joints d'étanchéité à l'air. Pose du bardage sur les panneaux de façade.



Insufflation
Des réservations sont ménagées dans les panneaux agglomérés avec revêtement étanche à l'air afin d'y insuffler de la ouate de cellulose. Enfin les réservations sont scellées par un adhésif.



Structures bois
La structure bois des panneaux est montée à partir des instructions du plan de calepinage. Un panneau aggloméré avec revêtement étanche à l'air est fixé côté "intérieur" et un pare-pluie en fibre de bois est fixé côté "extérieur".

Pour en savoir plus
consultez le module de présentation



EN ATELIER



SUR CHANTIER

**Assemblages**

Certaines pannes ont été supprimées, d'autres remplacées. La charpente a été globalement renforcée à divers endroits notamment au niveau de l'extension pour reprendre les efforts du long pan.

24**Lucarne**

La lucarne monobloc assemblée en atelier a été posée lors du levage et fixée sur les caissons de toiture. Des adhésifs ont été posés en pied de jouées pour éviter les infiltrations.

23**Mise en œuvre des panneaux de toiture préfabriqués**

Après le levage des murs, les caissons de toiture ont été posés sur la charpente existante en partant de la rive de toiture jusqu'au faîte. Les éléments sont ensuite fixés aux chevrons existants avec des vis à application structurale.

26**Couverture 1/2**

Le couvreur a rapidement refermé la toiture le long de la maison voisine. Ensuite il a posé le lattage et les ardoises en laissant certaines zones accessibles pour d'autres acteurs.

**Panneaux ENR**

Les percées prévues en réunion de chantier étant réservées dans la nouvelle enveloppe, les installateurs ont pu poser et raccorder les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques en quelques jours.

**Fenêtres de toit**

La fenêtre de toit a été alignée aux ardoises et une bavette a été mise en place en suivant.

**Couverture 2/2**

La couverture a pu être finalisée en complétant le faîte et en couvrant le garage avec attention pour gérer l'étanchéité avec le pignon.

21**Mise en œuvre des panneaux de murs préfabriqués**

Chaque panneau est levé et glissé entre l'échafaudage et la maison. La fixation s'est faite entre panneaux par insertion dans les assemblages prévus. Pour les panneaux de pignon, cela s'est fait par vissage de la cornière supérieure qui portait le panneau suivant.

Pour en savoir plus
consultez le module de présentation

20**Préparation de la jonction basse**

Pour assurer l'étanchéité au niveau des cornières basses, une bande de mousse compressible a été mise en œuvre.

Pour en savoir plus
consultez le module de présentation

19**Implantation du levage**

La grue a été placée afin de couvrir toute l'emprise de la maison sans obstacle. Les premiers pupitres ont été posés de manière à suivre le plan de levage. Une demande à la mairie peut être faite si la circulation nécessite d'être détournée.

Pour en savoir plus
consultez le module de présentation

18**Transport des panneaux**

Le transport des panneaux de l'atelier au chantier a été réalisé sur remorque. Il a fallu changer l'itinéraire car le convoi était quelques centimètres trop haut pour passer dans un tunnel. Deux trajets ont été nécessaires.

Pour en savoir plus
consultez le module de présentation

**Coordination du levage**

Afin d'anticiper au mieux le levage un temps a été consacré à sa coordination :

- Une communication a été réalisée pour prévenir les acteurs (grutier, transporteur, tous les ouvriers charpentiers) du séquençage des étapes.
- Le planning de levage a été ajusté en cohérence avec la météo.

**30****Fenêtres**

La pose des fenêtres s'est faite en tunnel dans les panneaux préfabriqués en faisant particulièrement attention à l'étanchéité à l'air en périphérie.

31**Etanchéité à l'air**

Une fois le clos et le couvert parachevés, un test d'étanchéité à l'air a été réalisé afin que des corrections puissent être réalisées avant que le lot plâtrerie ne prenne le relais.

32**Enduisage**

Les deux pignons ont pu être enduits directement sur le pare-pluie dont les caractéristiques ont été vérifiées pour cet usage.

**Travaux intérieurs**

De nombreux travaux complémentaires ont eu lieu : pose du poêle, plâtrerie, cloisons et plafonds, revêtements de sol, peintures.

5 LES ACTEURS DU PROJET



BET Efficacité énergétique du bâtiment. Audit normand depuis 2014. Crée en 2012, l'entreprise est gérée par Jean Hourany. 15 ans d'expérience en thermique et 16 ans en R&D dans l'industrie. Études thermiques, approche globale, mesures, simulation thermique dynamique. Maîtrise d'œuvre en rénovation thermique. Accompagnateur Renov depuis 2025.

Pour en savoir plus
www.batiderm.fr



Menuiserie / Charpente / Isolation Rénovateur BBC Normandie depuis 2015. Crée en 1978, l'entreprise est gérée par Julien Couillard depuis 2012.

- Fabrication de menuiseries bois, charpentes, escaliers, agencements, rénovation thermique.
- Pose de tout type de menuiseries, isolation intérieure et extérieure, plâtrerries, étanchéité à l'air, bardages.
- 20 rénovations BBC depuis 2015.

Pour en savoir plus
www.menuiserie-charpente-couillard.fr



ASSUREURS

Après échanges, l'assureur du charpentier a accepté de couvrir pour ce chantier particulier, la mise en œuvre de techniques non courantes.



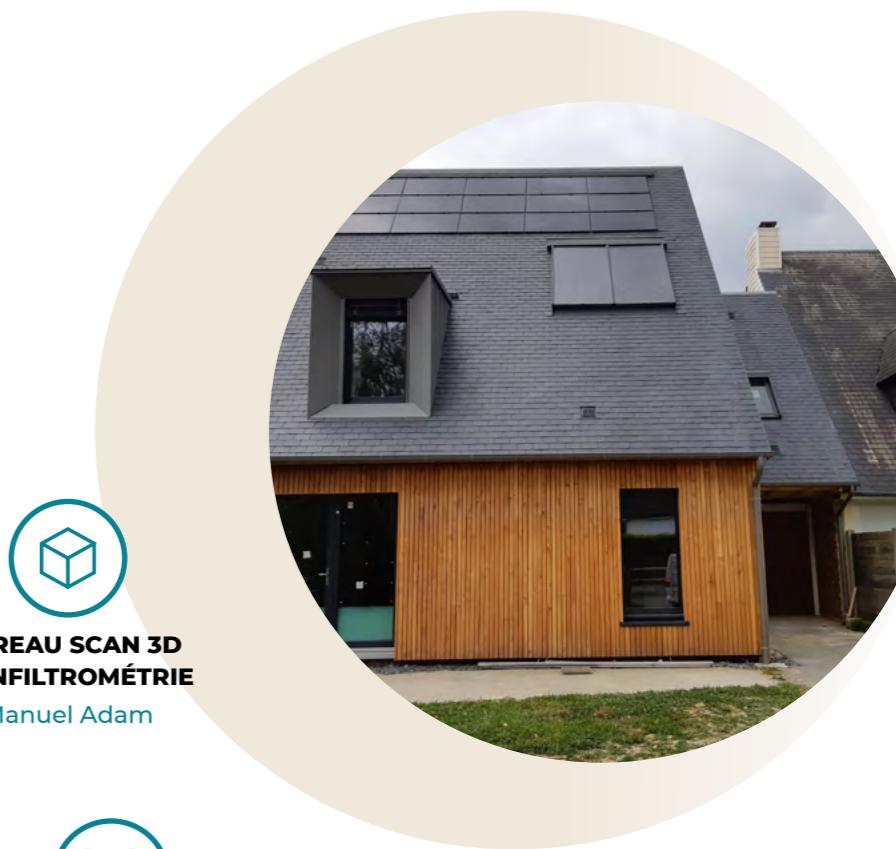
PLOMBIER



PLAQUISTE-PEINTRE



ÉLECTRICIEN



COORDINATEUR

La coordination des travaux thermiques a été réalisée par le charpentier/isolateur qualifié rénovateur BBC Normandie qui gérait les lots murs, toitures et menuiseries avec la collaboration directe des autres entreprises et du particulier qui avait des compétences dans le domaine. Cette configuration est propre à ce chantier et aux profils des acteurs. Dans d'autres cas, cette mission peut être assumée par une MOE ou tout autre acteur spécialisé maîtrisant les spécificités de la solution Baticok 2.



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



OCCUPANTS

Les occupants ont participé à certains travaux.



COUVREUR



MAÇON



ENDUISEUR



CHAUFFAGISTE (INSTALLATEUR DU POÊLE)



INSTALLATEUR CHAUFFE EAU SOLAIRE, PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES ET VENTILATION MÉCANIQUE

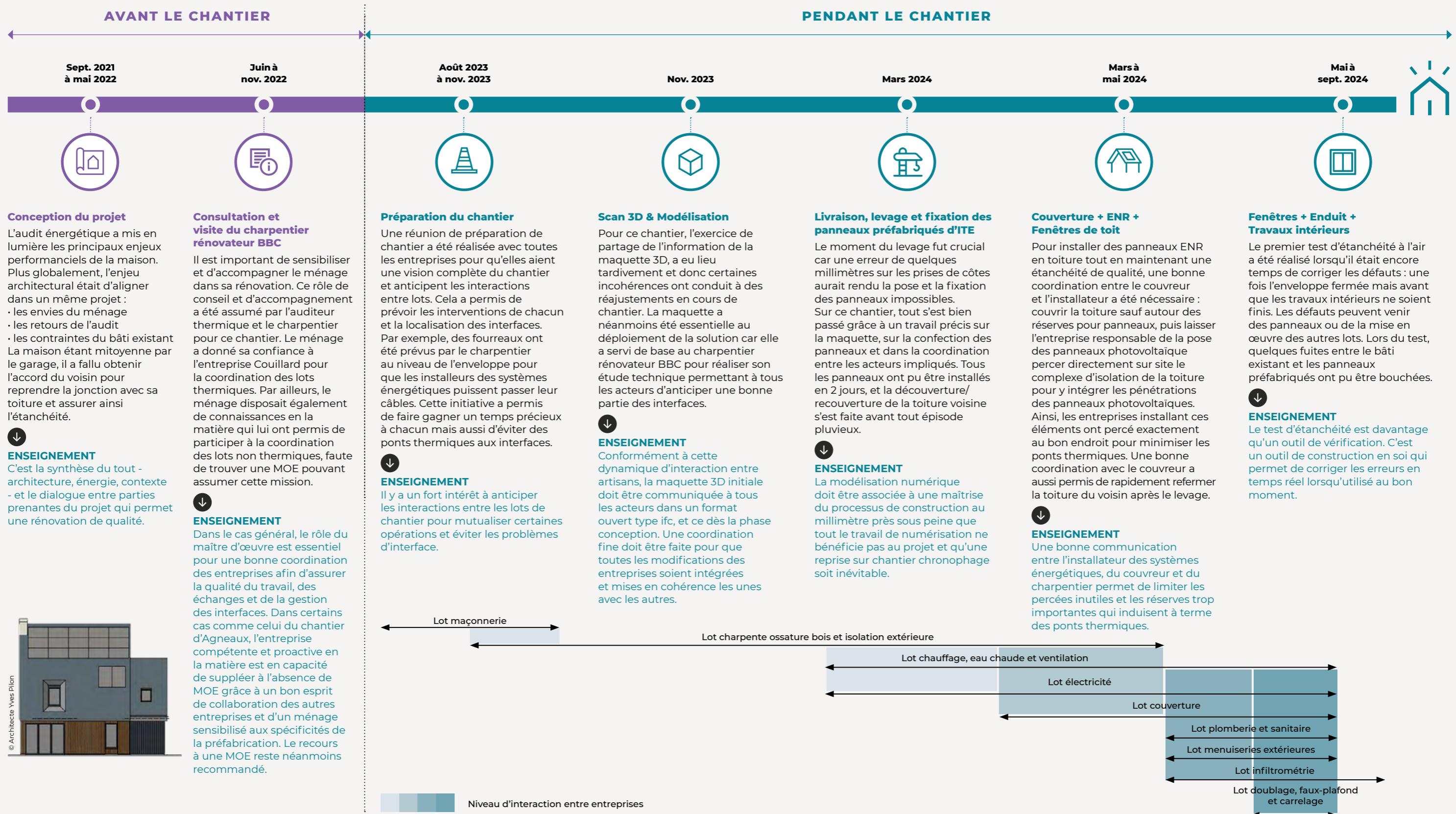
PHASAGE DES TRAVAUX

DE LA CONCEPTION À LA LIVRAISON



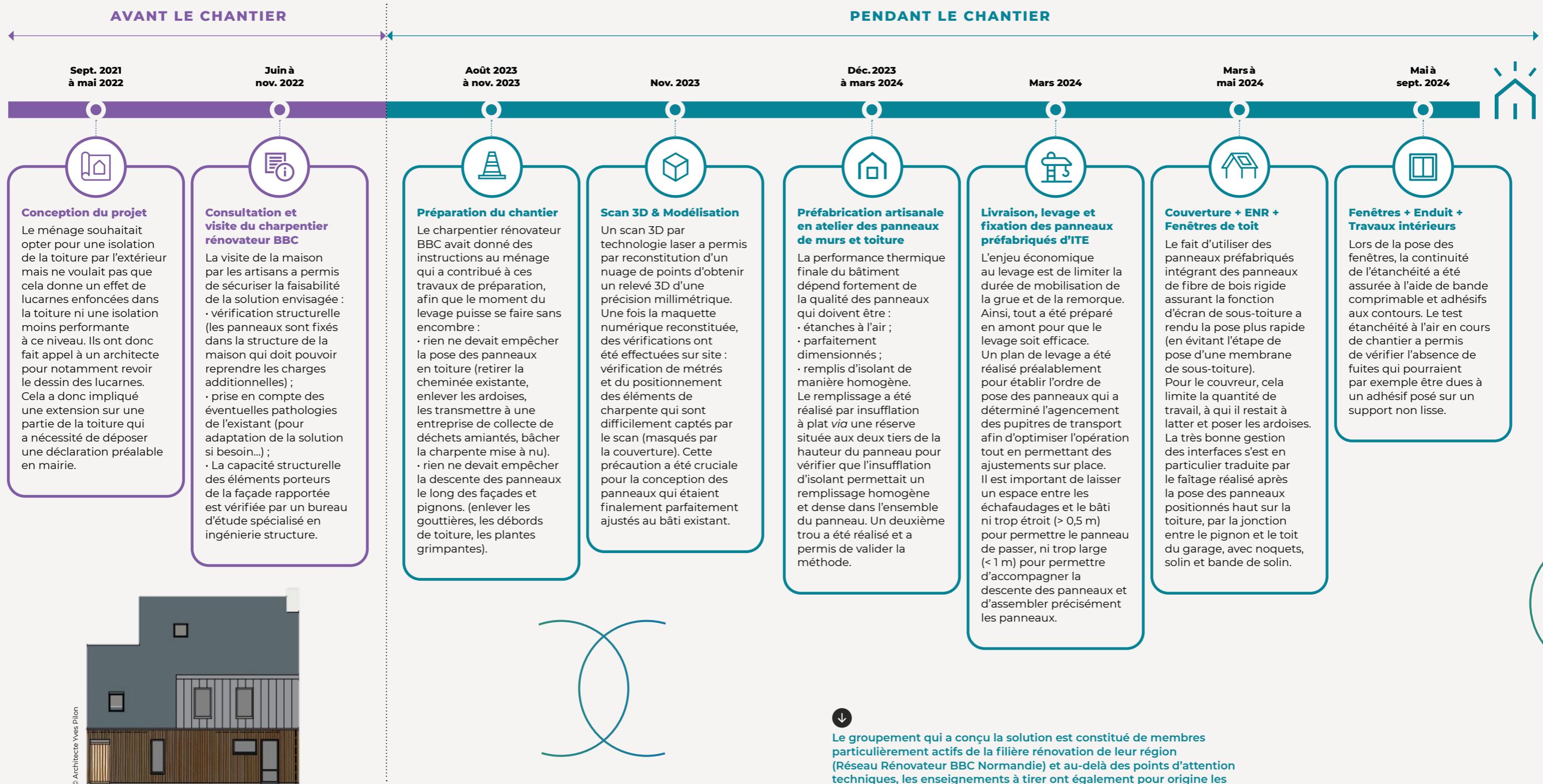
COORDINATION DES TRAVAUX

LES ÉTAPES PAR LOT TECHNIQUE

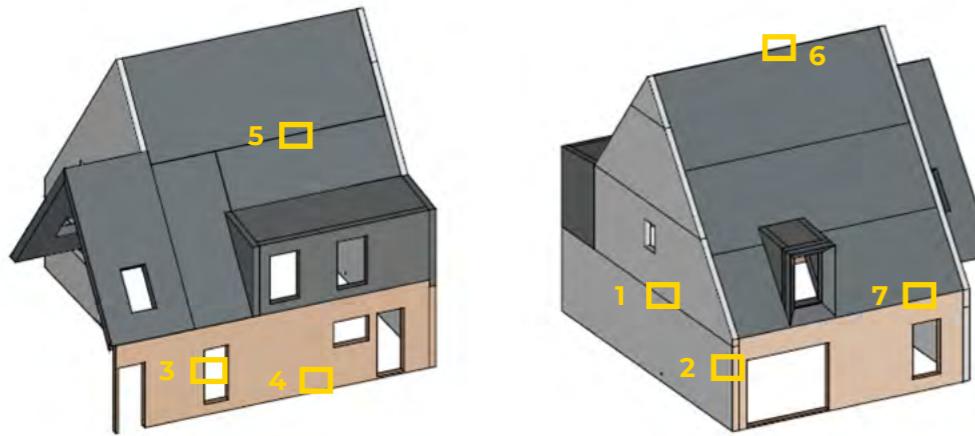


POINTS TECHNIQUES

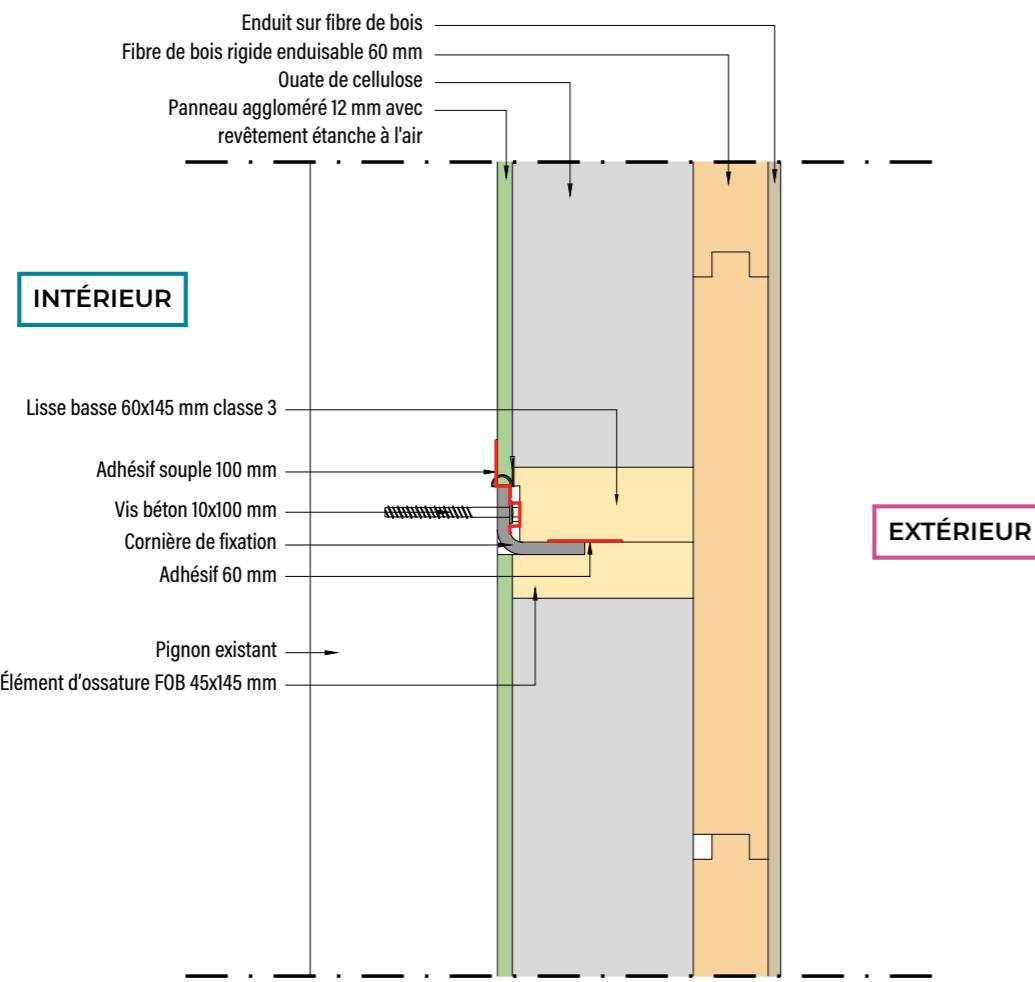
RISQUES, FOCUS ET SOLUTIONS



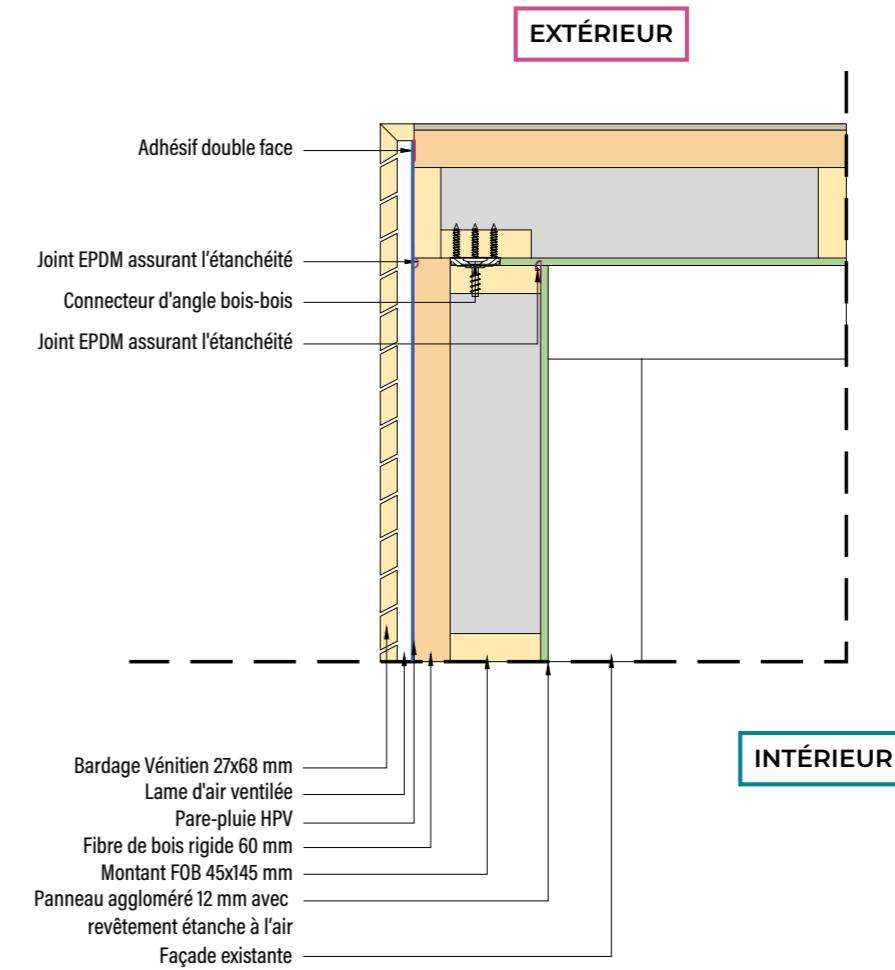
DESCRIPTION TECHNIQUE



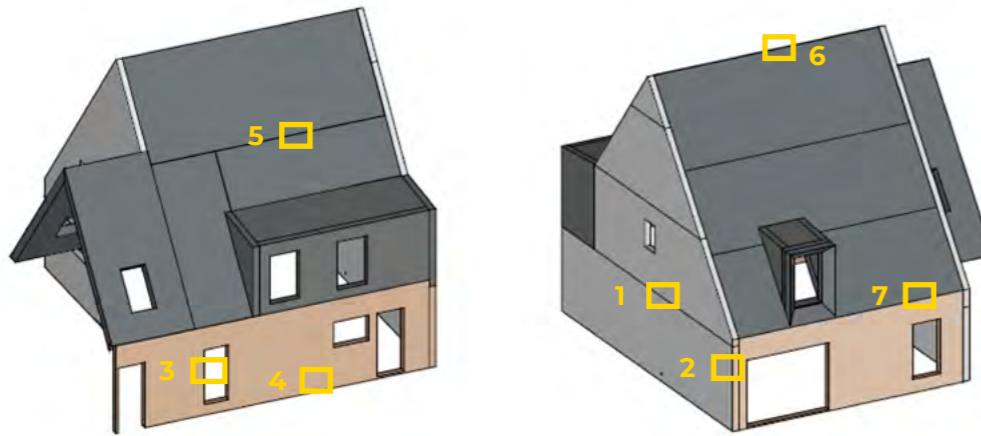
Détail 1 : Jonction entre panneaux muraux et détail de fixation
(coupe verticale)



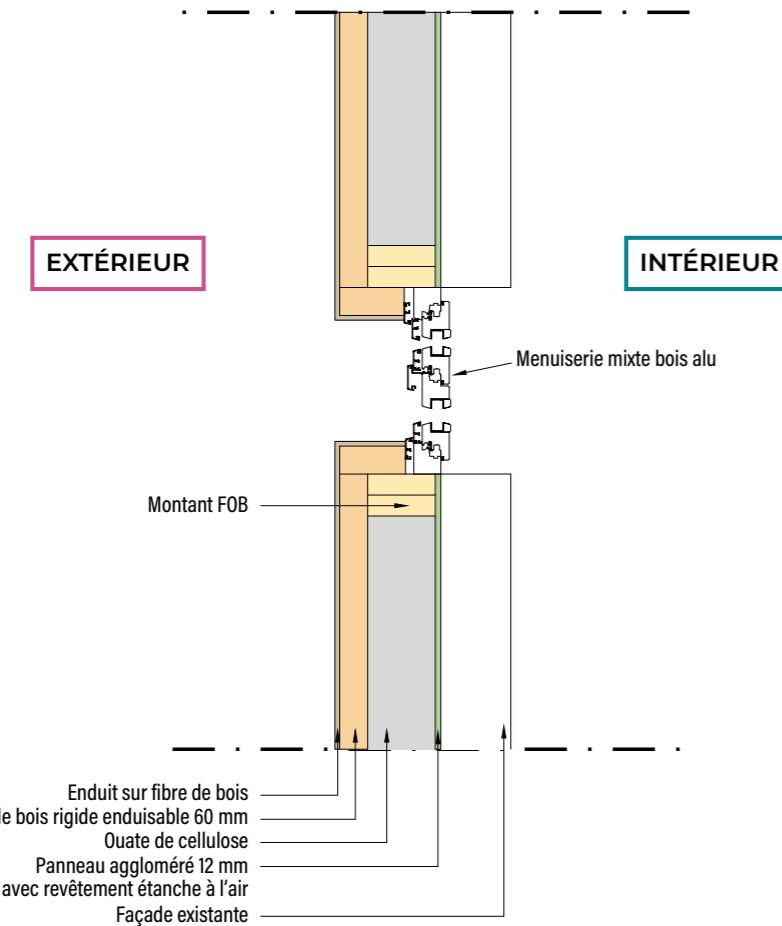
Détail 2 : Jonction angles sortants
(coupe horizontale)



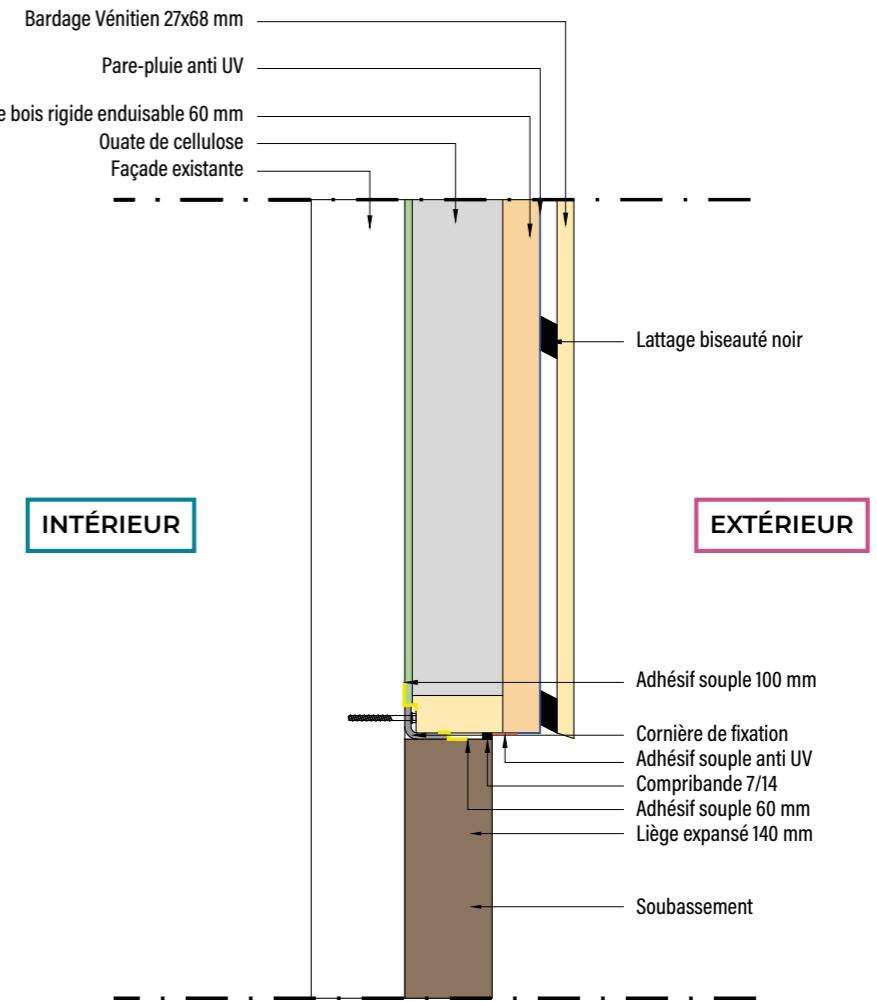
DESCRIPTION TECHNIQUE



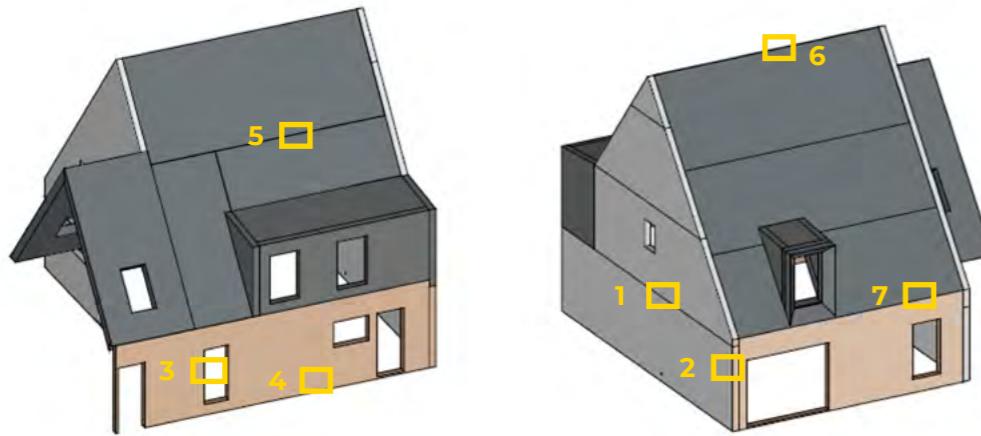
Détail 3 : Jonction menuiserie
(coupe horizontale)



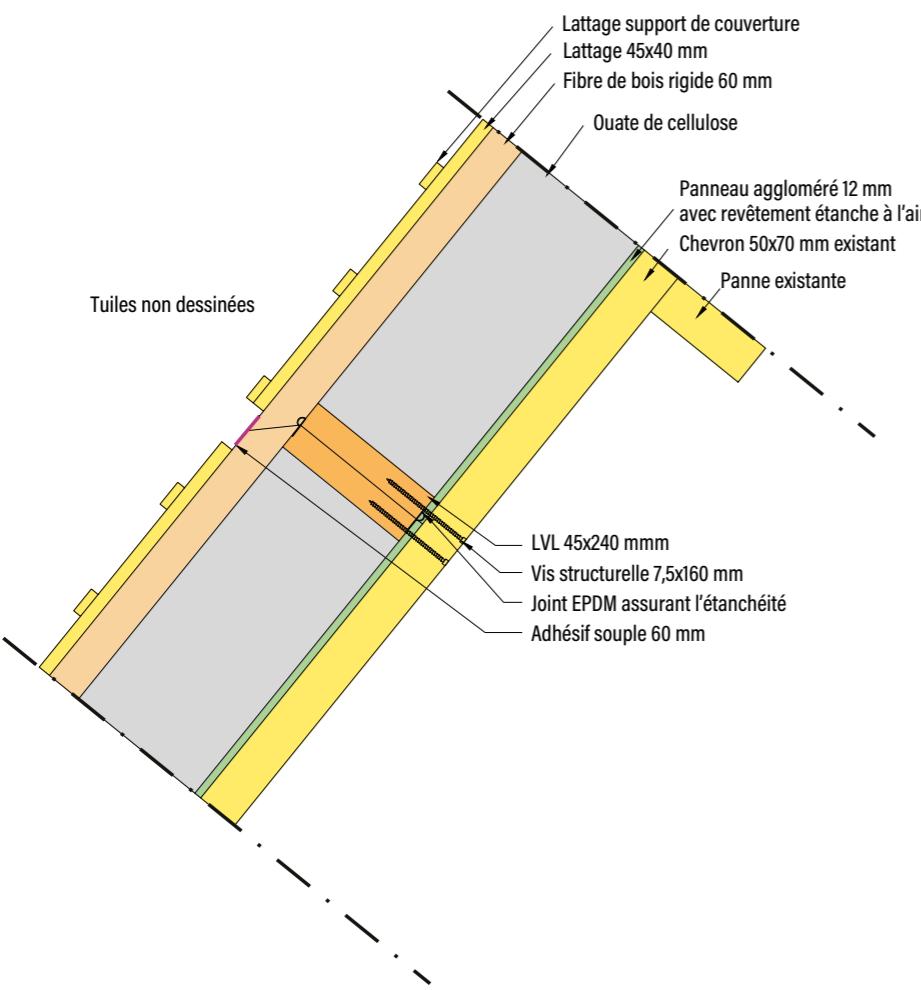
Détail 4 : Jonction en partie basse
(coupe verticale)



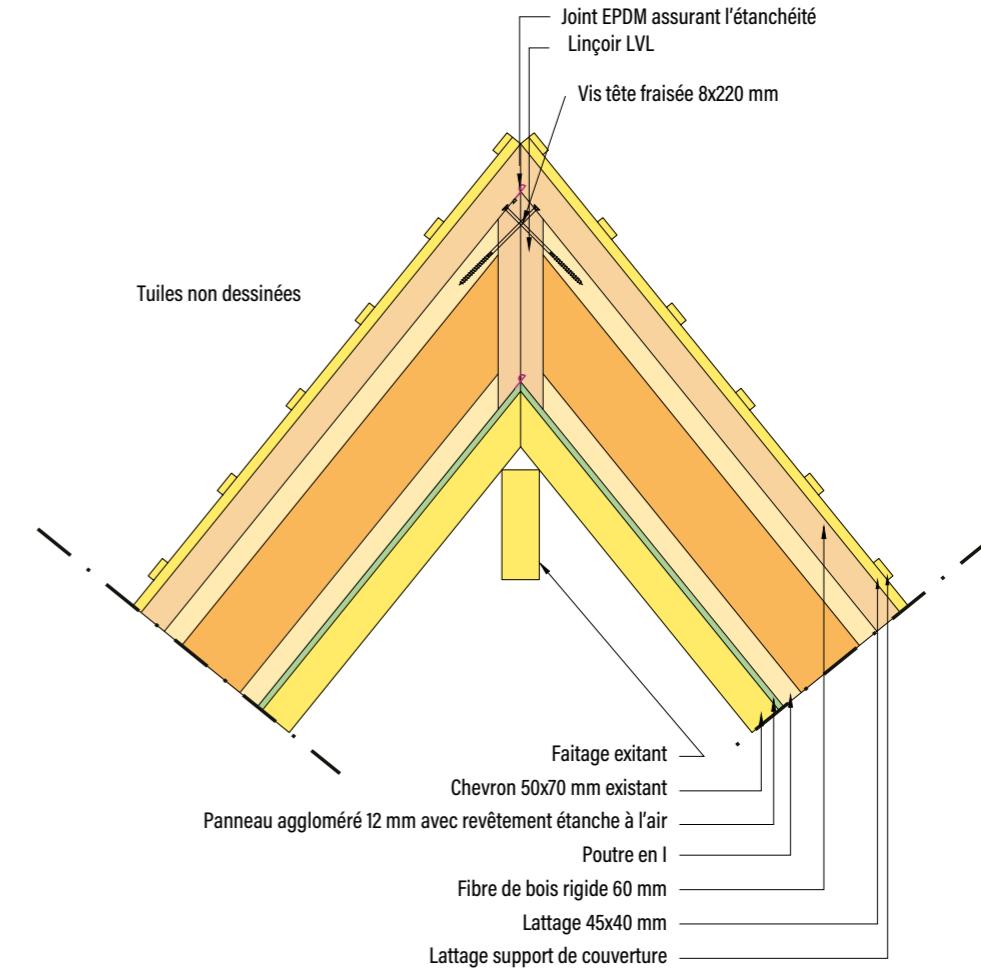
DESCRIPTION TECHNIQUE



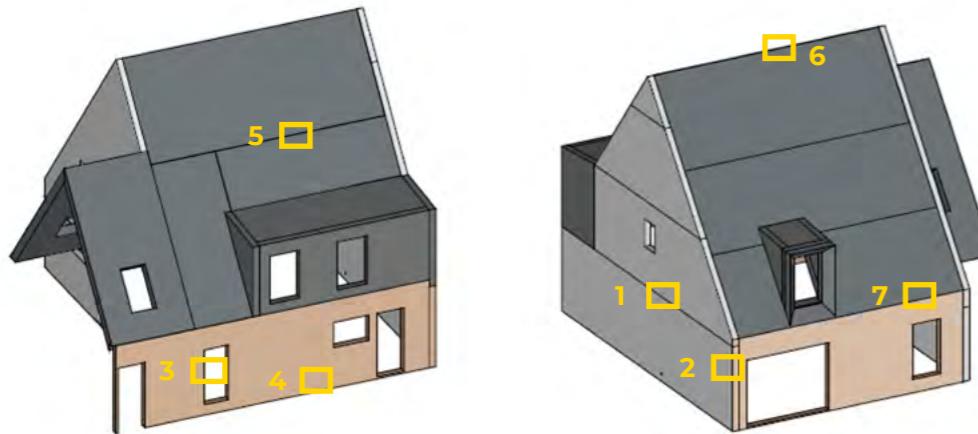
Détail 5 : Jonction entre panneaux de toiture
(coupe verticale)



Détail 6 : Raccord faîteau
(coupe verticale)

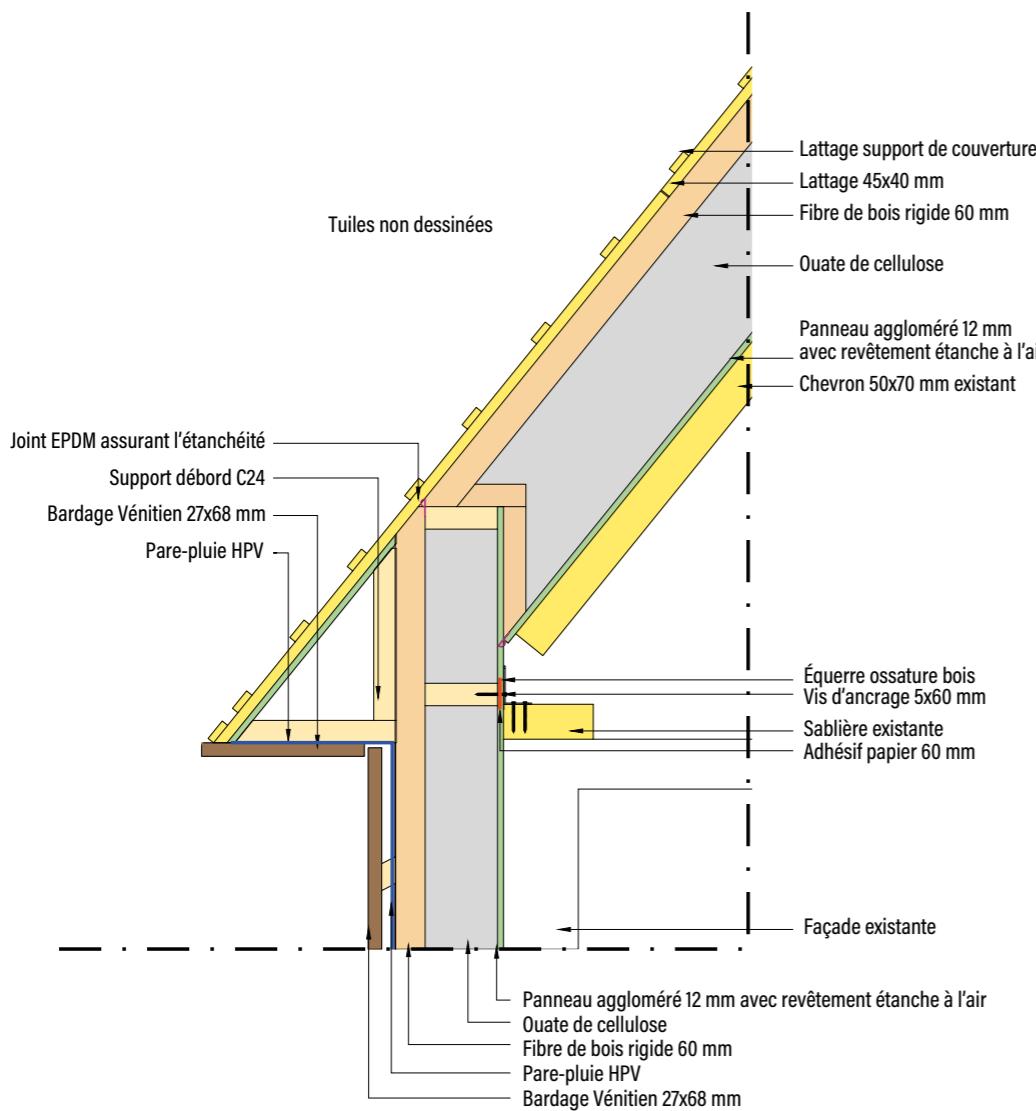


DESCRIPTION TECHNIQUE



Détail 7 : Jonction mur-toiture

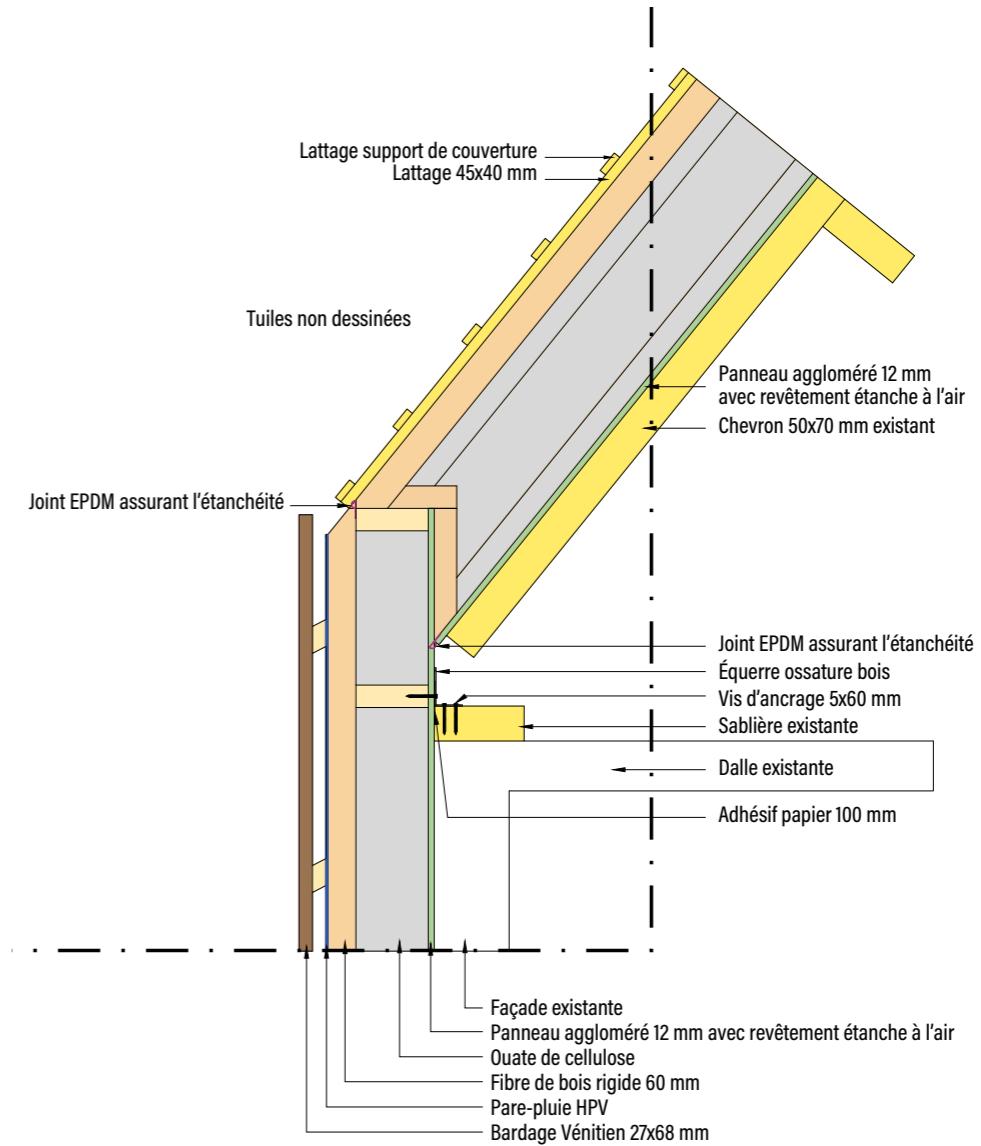
(coupe verticale)





Analyses de risque hygrothermique

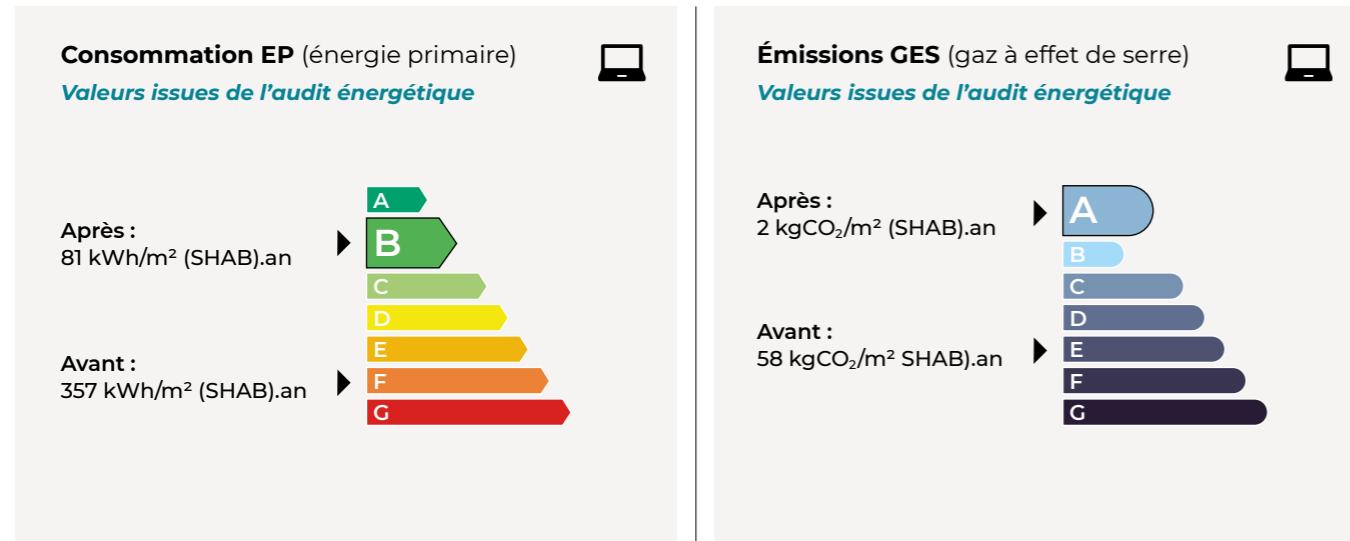
Une étude a été réalisée à l'aide du logiciel WUFI afin d'analyser les potentiels risques liés aux transferts hygrothermiques (condensation et apparition de pathologies type moisissures) dans la solution de rénovation proposée. Cette étude a permis d'éliminer le risque sous réserve d'une réalisation 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 à ce chantier.



PERFORMANCE DE LA SOLUTION

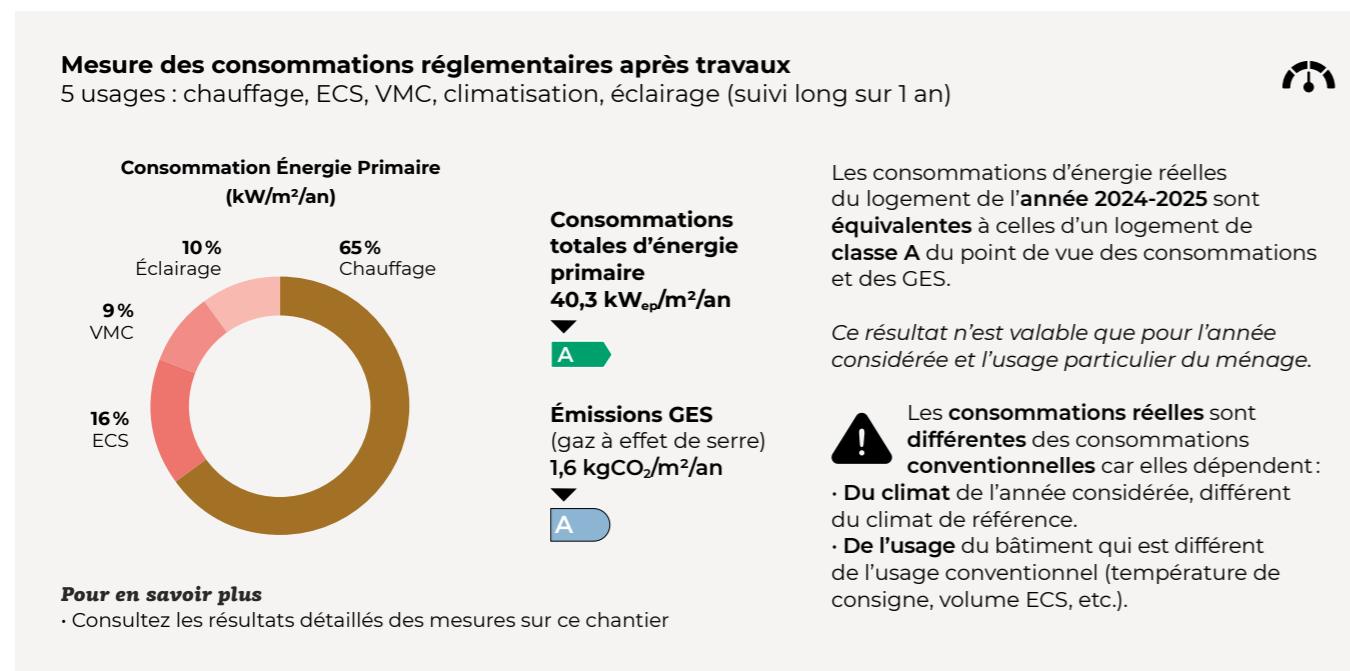
DONNÉES ÉNERGÉTIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

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

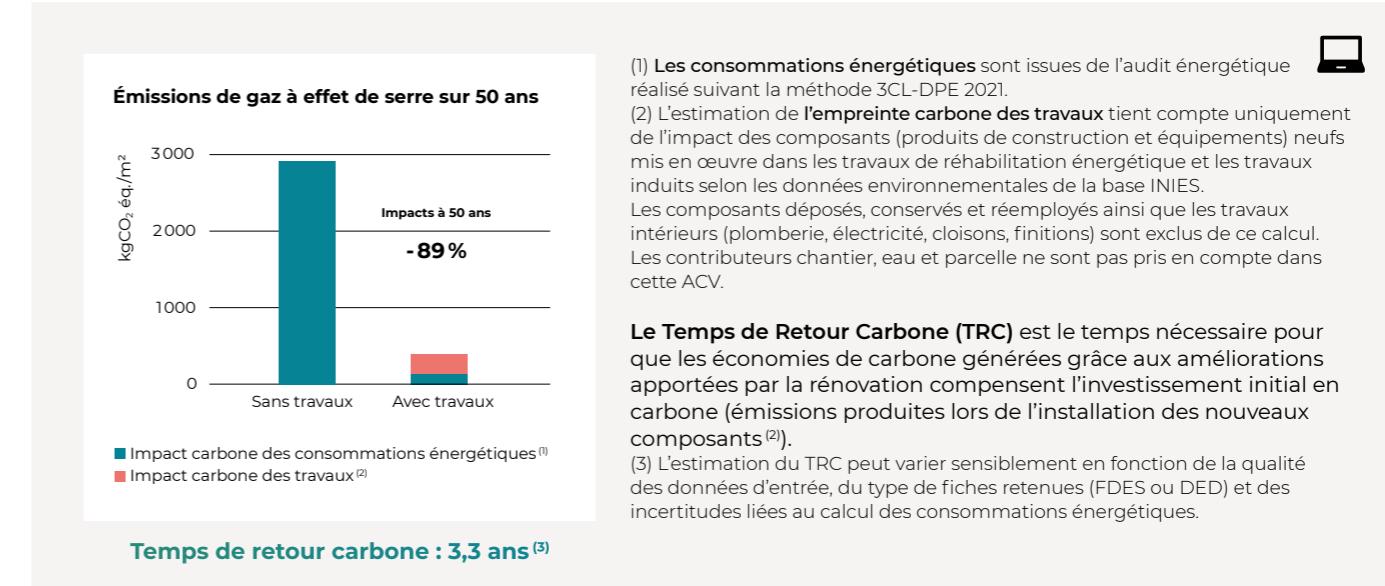


Les données issues des calculs réglementaires de l'audit énergétique sont obtenues par des simulations basées sur des hypothèses conventionnelles. Ces données peuvent donc différer des résultats de consommations réelles mesurées, présentées ci-dessous. Un auditeur thermicien peut aussi délivrer des calculs réalisistes, réalisés par exemple par simulation thermique dynamique (STD).

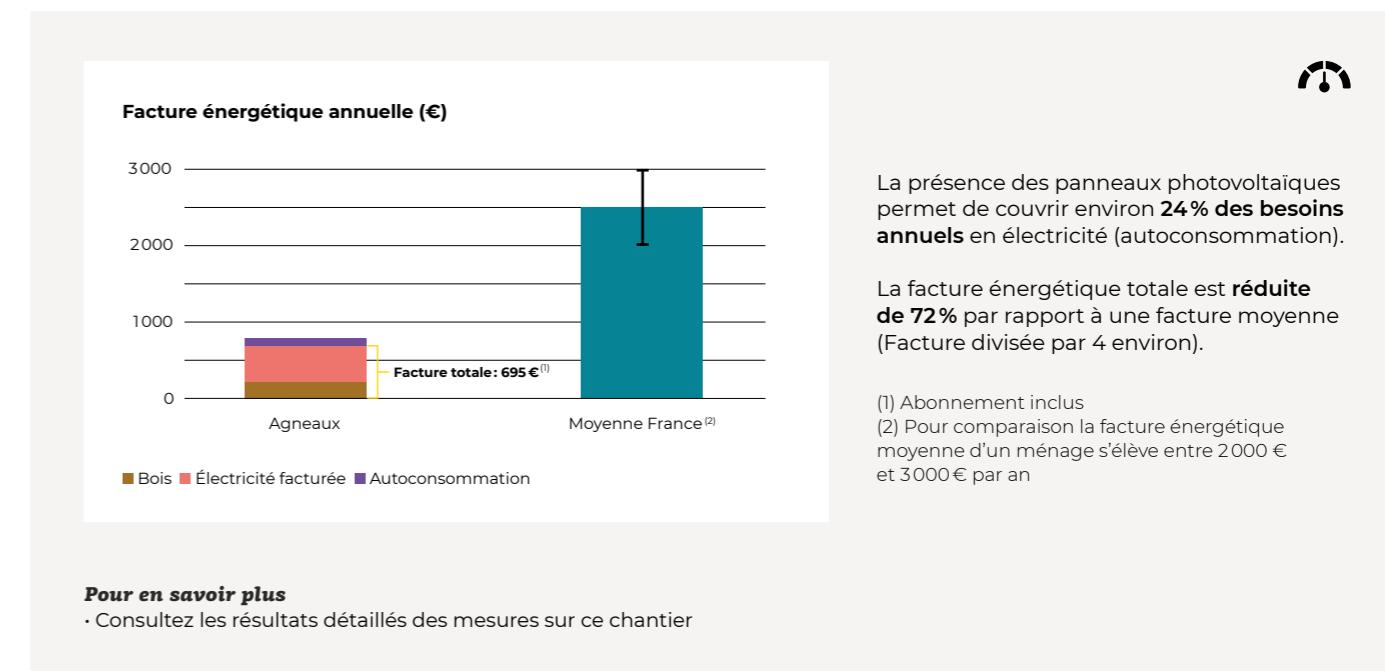
Données énergétiques issues de mesures de consommations réelles



Données environnementales issues de l'ACV



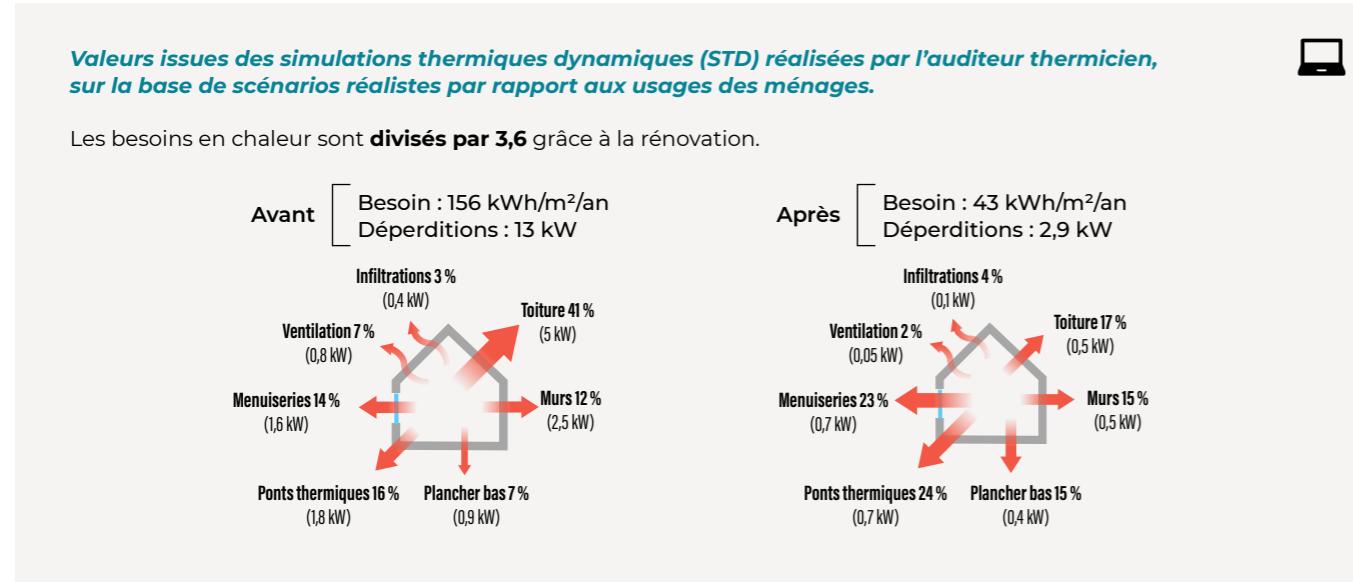
Facture énergétique annuelle



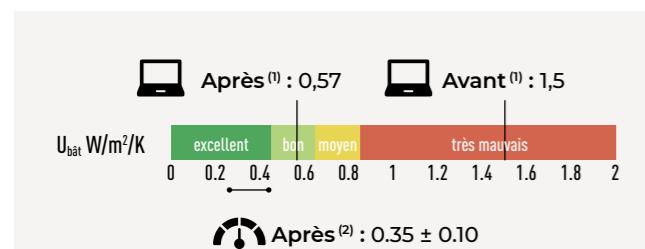
PERFORMANCE DE LA SOLUTION

PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

Besoin en chaleur



Ubât (performance de l'isolation)



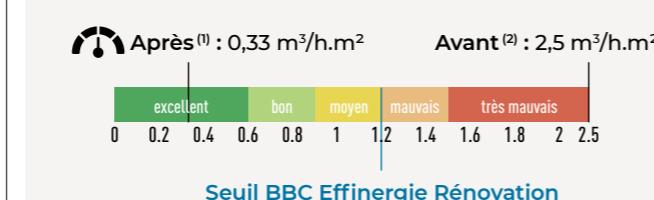
Le test SEREINE permet de mesurer les déperditions thermiques par transmission à travers l'enveloppe du bâtiment et indiquées par le coefficient Ubât. Le Ubât mesuré est meilleur que les prévisions de calcul.

(1) Valeurs issues de l'audit énergétique.
(2) Valeur mesurée par la méthode SEREINE.

Pour en savoir plus

- Consultez le projet SEREINE
- Consultez la méthodologie SEREINE
- Consultez les résultats détaillés des mesures SEREINE sur ce chantier

Étanchéité à l'air



La mesure de l'étanchéité à l'air permet de quantifier le flux d'air extérieur qui s'infiltra dans le bâtiment à travers les défauts de l'enveloppe, notamment en hiver. Plus ce flux d'air est faible, plus les déperditions thermiques par infiltration sont limitées. L'étanchéité à l'air mesurée après travaux est excellente et illustre bien une rénovation globale réussie.

(1) Valeur issue du test d'étanchéité à l'air.
(2) Valeur par défaut issue de l'audit énergétique.

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.

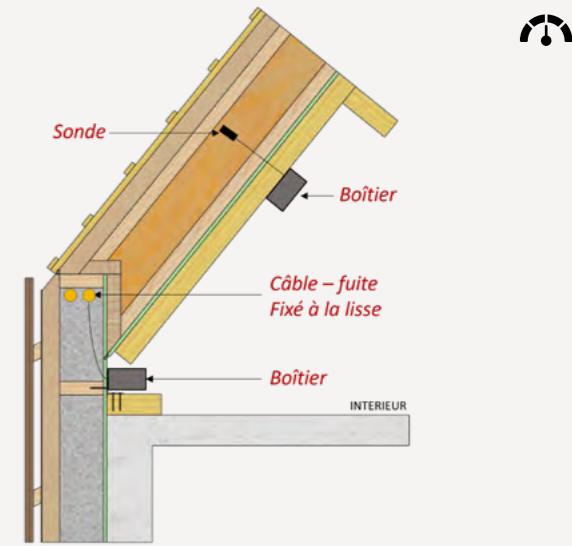
Les conditions thermiques et hygrométriques dans les isolants sont restées en-dessous des seuils de risque de développement fongique pendant toute la durée de l'instrumentation.

Aucune alerte de détection d'eau liquide dans les isolants n'a été remontée aux endroits où les capteurs d'eau liquide ont été implantés.

Ces données montrent un risque faible de détérioration des isolants biosourcés.

Pour en savoir plus

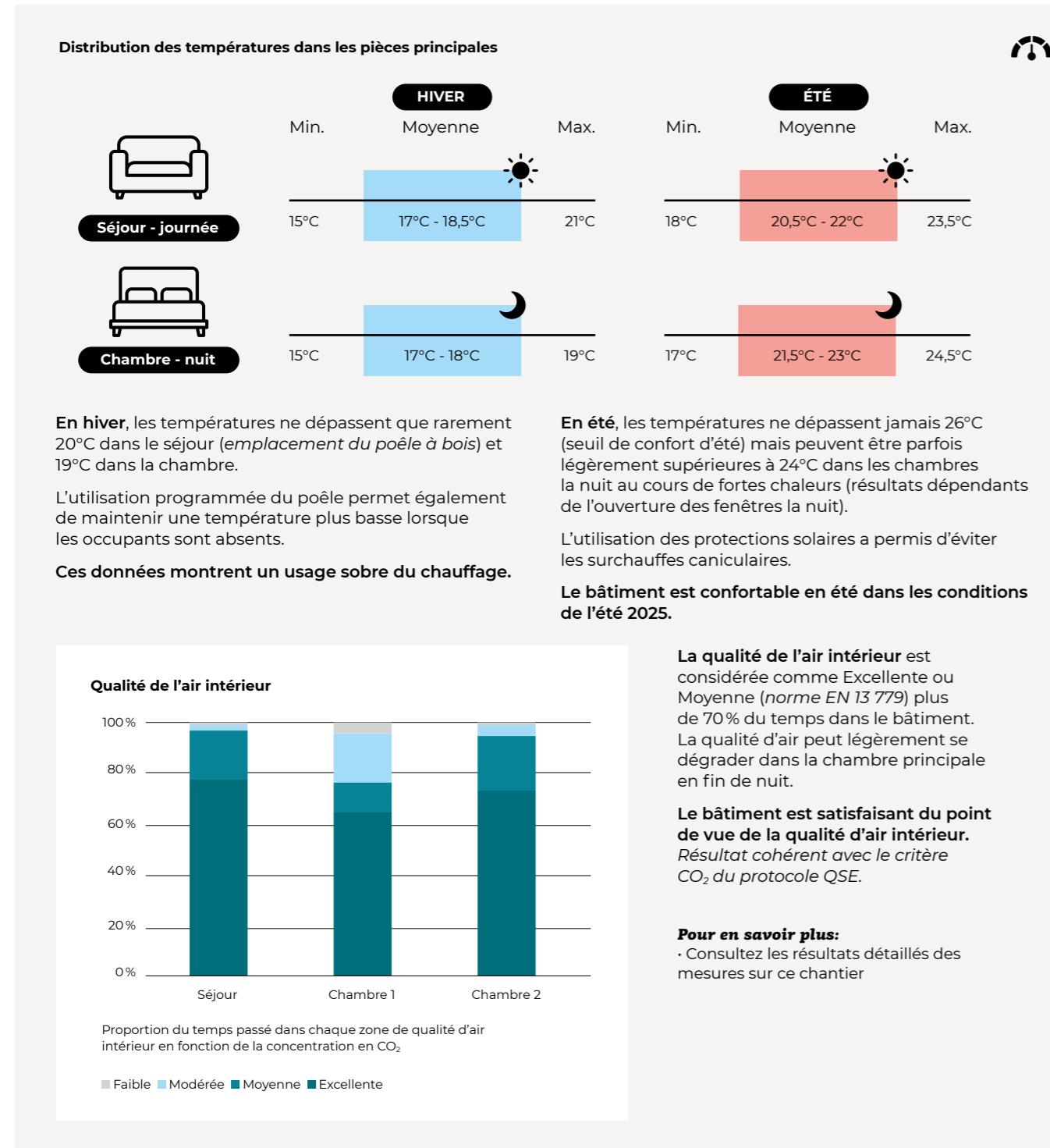
- Consultez les résultats détaillés des mesures sur ce chantier



PERFORMANCE DE LA SOLUTION

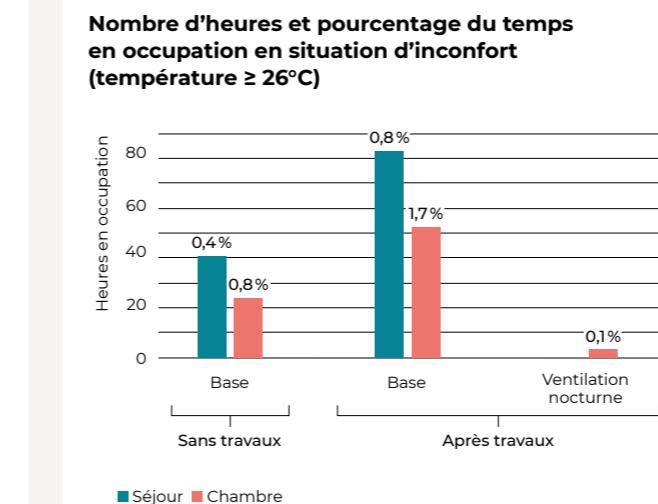
CONFORT

Mesures des conditions intérieures



Confort d'été calculé

Valeurs issues des simulations thermiques dynamiques (STD) réalisées par l'auditeur thermicien, avec un fichier météo considérant un été « chaud » (utilisation des températures maximales moyennes sur 2010-2019).



Le confort d'été est évalué par le nombre d'heures en occupation en situation d'inconfort, c'est-à-dire quand la température opérative dépasse le seuil d'inconfort. Pour ce chantier, étant donné le climat normand, le seuil est pris à 26°C.

Les situations avant et après rénovation sont comparées, pour deux scénarios d'occupation :

- Le scénario de base : volets entrouverts en journée l'été, sauf en période caniculaire (fermeture totale). Pas d'ouverture des fenêtres.

- Le scénario « Ventilation nocturne » : même usage des protections solaires que dans le scénario de base ; ouverture des fenêtres en période caniculaire.

La maison est peu sujette à la surchauffe. En l'absence de ventilation nocturne, la rénovation dégrade légèrement le confort d'été, mais le confort est rétabli par l'ouverture des fenêtres la nuit.

Indicator mesuré Indicator calculé

COÛT DE LA SOLUTION ET AIDES DISPONIBLES

Coût total des travaux liés à la performance

201500 € HT

Surface habitable :

- avant travaux : 118 m²
- après travaux : 133 m²

Études

10 %

■ 1000 € | Audit énergétique

■ 2500 € | Scan 3D de la maison existante

■ 7000 € | Conception des éléments préfabriqués de l'enveloppe (à partir du nuage de points)

■ 10 000 € | Conception architecturale et dépôt de déclaration préalable de travaux

Équipement

16 %

Hors dépense de l'existant.

■ 7000 € | ECS Solaire

■ 8000 € | Panneaux photovoltaïques

■ 8000 € | VMC double flux

■ 9000 € | Poêle à granulés

— Innovation
---- Travaux induits par l'innovation

Travaux intérieurs induits par l'innovation

7 %

■ 14 000 € | Travaux de parachèvement intérieur (induits par les travaux de rénovation de l'enveloppe et des équipements)

Enveloppe

67 %

Y compris échafaudage, fourniture et pose de fenêtres de toit, bardage zinc extension. Nota : une partie de la dépense n'est pas chiffrée : auto-construction.

■ 5 000 € | Isolation complémentaire (traitement des interfaces et du garage)
■ 10 000 € | Enduit pignons
■ 10 000 € | Création des lucarnes (y.c. dépose des existantes)
■ 21 000 € | Menuiseries extérieures et occultations (hors dépense)

■ 2 000 € | Levage de panneaux préfabriqués (toiture et murs)
■ 23 000 € | Toiture préfabriquée isolée
■ 27 000 € | Murs préfabriqués isolés (y.c. bardage bois, appuis de fenêtres et précadres de menuiserie)

■ 37 000 € | Couverture (y.c. dépose et repose)

INNOVATION

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 matériau.

- Les travaux décrits ici sont détaillés dans les parties 3 et 4.
- Les prix incluent fourniture et pose et sont hors taxe.
- Les prix proviennent de devis.
- Les coûts intègrent les travaux sur l'extension de 8 m².
- Les coûts n'intègrent pas ceux liés à la présence d'amiante en toiture ni les travaux d'aménagement intérieur.
- La coordination de chantier assurée par le ménage n'a pas été chiffrée.

Bilan : retour sur investissement du ménage

En 26 ans, la rénovation globale de la maison sera remboursée via l'économie d'énergie, estimée à 276 kWh/m² SHAB/an (hors financement PROFEEL de l'innovation).

L'investissement de 1130 € HT/m² est important mais il permet de financer une rénovation de qualité des façades et de la toiture mais également de nouveaux équipements énergétiques plus performants qui permettent de vivre dans des conditions de confort bien meilleures.

La rénovation est ici accompagnée d'une augmentation de la surface habitable. Ce gain de 15 m² habitable, associé à l'amélioration de la performance énergétique (classe F à B du DPE) a un impact fort sur la valeur de la maison (plus-value de 28% selon statistiques notaires, comptabilisée dans le calcul du temps de retour sur investissement).

Plan de financement des travaux (TTC)

Aides financières

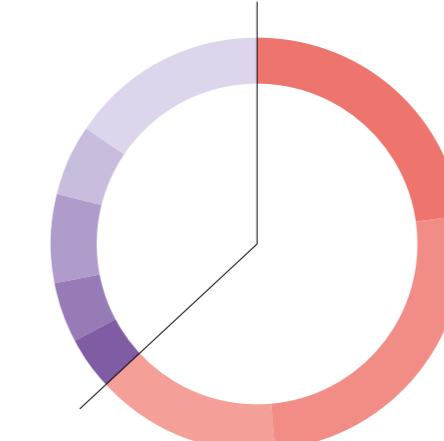
80700 €

- 9 500 € | Aide Région Normandie (chèque éco-énergie Normandie)
- 10 000 € | Aide Département de la Manche
- 15 100 € | Aide Agglomération Saint-Lô
- 12 600 € | Prime CEE "Rénovation globale"
- 33 500 € | Financement PROFEEL de l'innovation*

Reste à charge

138200 €

- 50 000 € | Éco prêt à taux zéro
- 56 800 € | Apport personnel
- 31 400 € | Prêt travaux



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 réplicabilité 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 le niveau BBC Renovation.
- **Haute performance environnementale** : solution compatible avec des produits bio sourcés.
- **Nuisances faibles** : temps de chantier actif très court et intervention principalement par l'extérieur (permet d'occuper le logement pendant la rénovation).

Points à améliorer pour la réplicabilité

- **Coûts importants en cas de chantier d'une seule maison**. Potentiellement, les coûts pourraient être diminués après maîtrise de la solution sur plusieurs chantiers d'un même territoire.
- **Compétences nécessaires dont coordination** : la préfabrication demande des compétences fortes en conception et une coordination fine tout au long du chantier avec l'ensemble des acteurs.
- **Logistique importante** : entre grue, scan 3D, atelier et convoi exceptionnel, la solution demande une logistique importante pour l'entreprise.



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...) ou dans le cas d'ajout d'une structure rapportée, ou lorsque la modification des volumes extérieurs poserait des problèmes urbanistiques.
	Facilitation technique				La solution est accompagnée d'une documentation technique particulière (prérequis du bâti et de l'environnement nécessaire à la mise en œuvre de la solution, détails constructifs des interfaces, mise en œuvre...) et est libre de droit. Elle peut donc ainsi être facilement répliquée par un autre charpentier.
	Moyens humains et logistiques				La solution est exigeante sur ce point. Elle doit être réalisée par des professionnels compétents en conception et en mise en œuvre de charpente et d'isolation thermique étanche à l'air. Elle nécessite une organisation spécifique et une capacité à utiliser une maquette numérique 3D, ainsi que des moyens de transport et levage.
	Durabilité				Les composants sont choisis pour leur durée de vie élevée et ont peu de besoins en maintenance. Si besoin, tous les éléments sont démontables, réemployables ce qui permet d'anticiper les rénovations ou extensions à venir.
CONTEXTE	Contraintes territoriales				S'adaptant à plusieurs matériaux, cette solution peut être implantée dans différents territoires avec des ressources locales variées. 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 spécifiques, et la sélection de matériaux biosourcés rendent la solution onéreuse. Il est cependant à prévoir un potentiel de réduction du coût soit en apprentissage après plusieurs chantiers réalisés par la même équipe, soit en organisation si plusieurs chantiers sont réalisés (mutualisation des études, de matériel et équipement possible).
	Cadre réglementaire				Cette solution peut nécessiter de déposer une déclaration préalable auprès des services d'urbanisme par la possible modification de l'aspect de la façade. Elle permet de viser les meilleurs standards de performance énergétique des maisons. Par ailleurs à la date du chantier, tous les procédés constructifs nécessaires ne sont pas en « techniques courantes » et donc nécessitent un accord préalable entre l'artisan et son assureur.
SOCIAL	Personnalisation				La solution est largement adaptable à des envies variées des ménages : un large choix de matériaux et de finitions est envisageable. Elle apporte une isolation thermique sans faire perdre de surface habitable et est compatible avec des projets d'extension et de surélévation.
	Amélioration et avantages				Pour le ménage, cette solution permet une amélioration de la qualité architecturale de la maison, tant en rendu esthétique qu'en amélioration de la vie dans le logement par un confort thermique bien meilleur, en hiver comme en été. Pour les entreprises, la préfabrication permet de mieux maîtriser la qualité de la mise en œuvre par une fabrication, dans des conditions contrôlées en atelier. Elle peut être l'occasion de consolider ou de restructurer des maisons atteintes de pathologies structurelles.
	Gestion des nuisances				Le temps de chantier étant réduit, les nuisances pour le voisinage sont très réduites. De plus, l'isolation par l'extérieur permet de réaliser la solution en occupation.

Frein à la réplicabilité

Réplicabilité facilitée

RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LE CHANTIER

Réseau Rénovateur BBC Normandie

Julien Couillard et Jean Hourany font partie du réseau Rénovateur BBC Normandie (Bâtiment Basse Consommation). Il s'agit d'un réseau de professionnels spécialisés dans la coordination des projets de rénovation globale et conventionnés par la Région Normandie. Ces professionnels cherchent à répondre aux exigences du niveau BBC et ainsi améliorer la performance énergétique

des habitations. Des aides sont ainsi mises en place par la région pour encourager la rénovation des bâtiments énergivores, notamment pour des ménages aux revenus modestes, souhaitant mettre en place des solutions innovantes.



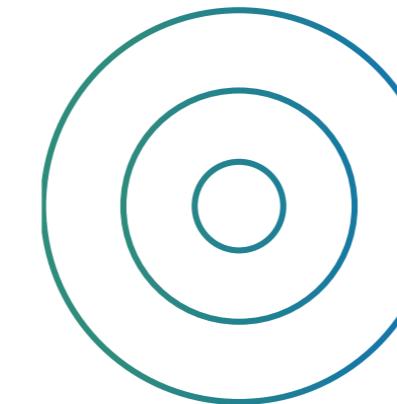
AUDITEUR ÉNERGÉTIQUE JEAN HOURANY

“ L'audit énergétique permet de faire le diagnostic technique de l'existant et la projection sur des scénarios de travaux. Dans ce cas, notre diagnostic a indiqué de façon sûre que la toiture et les murs représentaient plus de 60% des déperditions totales. Ayant fait ce constat, nous avons échangé avec la maître d'ouvrage motivée qui n'a pas eu de mal à comprendre qu'une isolation complète par l'extérieur était la meilleure solution à la fois pour des consommations de chauffage réduites mais aussi pour un meilleur confort d'été.



CHARPENTIER RÉNOVATEUR BBC JULIEN COUILLARD

“ Il faut bien voir que sur cette maison-ci qui était préfabriquée, on ne va pas compter sur la structure ancienne pour réaliser l'étanchéité à l'air. La solution Baticok 2, c'est comme une coque qu'on ajoute par-dessus la maison. Réalisée en panneaux de bois avec de la ouate de cellulose en isolant, elle est composée côté intérieur d'OSB hydrofuge, et côté extérieur d'un pare-pluie en fibre de bois. Cela permet d'assurer les étanchéités au vent et à l'air.



ARCHITECTE YVES PILON

“ Une rénovation énergétique est aussi l'occasion de renouveler l'architecture de la maison, tant pour son aspect extérieur que pour son aménagement intérieur, en apportant une attention toute particulière au confort d'usage.

OCCUPANT

“ Ce qui me faisait peur en choisissant une solution plus classique, c'était d'avoir plusieurs artisans, un artisan qui allait travailler sur l'isolation de la toiture, avec l'étanchéité un peu classique, membrane, etc., un autre qui allait faire l'isolation par l'extérieur et puis peut-être un autre pour les fenêtres. Comment arriver à coordonner tout le monde pour que tous les points de jonction murs, toiture, et l'étanchéité de tout ça soit les plus parfaits possibles ? Avec la solution Baticok 2, on pouvait avoir toute l'enveloppe d'un seul coup.

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

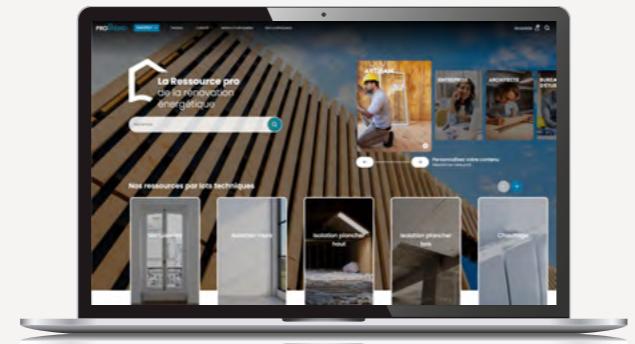


PRO'RÉNO

La ressource professionnelle de la rénovation énergétique

Pro'Réno 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.prreno.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 répliques 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'oeuvres, 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 chantiers ont bénéficié de l'innovation Baticok 2.

Pour en savoir plus
Consultez la fiche chantier



Dans le cas du projet Agneaux et la solution Baticok 2, les panneaux d'isolants ont été préfabriqués artisanalement en atelier. Une étude sur la réplique de la solution a été développée pour Restore.

Pour en savoir plus
Consultez l'autodiagnostic de réplique



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 Baticok 2 dans ce chantier à destination des professionnels est également disponible.

Pour en savoir plus
Consultez le coût détaillé de la solution Baticok 2 appliquée sur ce chantier



Un diagnostic de faisabilité de la solution Baticok 2 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 Baticok 2 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-Rénove



PARTENAIRES PROFEEL

Pouvoirs publics	Porteurs	Financeurs		
 	 	 		
Filière bâtiment				
 FDMC	 FRANCE FÉDÉRATION PROMOTEURS IMMOBILIERS	 CINOV	 les SCOP FÉDÉRATION SYNTEC	 FIEEC
 AIMCC	 CAPEB	 Pôle Habitat FFB	 L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT	 FILIANCE Filière de confiance
 UnsfA L'UNION DES ARCHITECTES	 FRANCE ASSUREURS FAIRE AVANCER LA SOCIÉTÉ EN CONFIANCE	 ORDRE DES ARCHITECTES	 Untec	 FFB

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, Agneaux. CSTB. www.proreno.fr/documents/fiche-chantier-de-renovation-globale-a-agneaux-50-realisation-suivi-et-analyse-de-la-mise-en-oeuvre

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