

CHANTIERS PROFEEL DE RÉNOVATION GLOBALE

Réalisation, suivi et analyse
de la mise en œuvre

DÉCEMBRE 2025

BRETTEVILLE-L'ORGUEILLEUSE
(14)

PROJET RESTORE - BRETTEVILLE-L'ORGUEILLEUSE (14)





SOMMAIRE

	CONTEXTE	01
1	RÉNOVATION D'UNE MAISON AUTONOME 1990-2000	02
2	POURQUOI CETTE SOLUTION POUR CETTE MAISON ?	04
3	LA SOLUTION DE RÉNOVATION	06
4	LES ÉTAPES DU CHANTIER DE RÉNOVATION	08
5	LES ACTEURS DU PROJET	12
6	PHASAGE DES TRAVAUX DE LA CONCEPTION À LA LIVRAISON	14
7	COORDINATION DES TRAVAUX, LES ÉTAPES PAR LOT TECHNIQUE	16
8	POINTS TECHNIQUES, RISQUES, FOCUS ET SOLUTIONS	18
9	DESCRIPTION TECHNIQUE	20
10	PERFORMANCE DE LA SOLUTION	22
11	COÛT DE LA SOLUTION ET AIDES DISPONIBLES	26
12	RÉPLICABILITÉ DE LA SOLUTION TECHNIQUE	28
13	RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LE CHANTIER	30
14	LE PROJET RESTORE CONTEXTE ET OUTILS	32

→ 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 sont parsemés de maisons individuelles qui ont des caractéristiques proches. Construites en brique, parpaing ou béton, ces maisons à bas coût furent proposées sur catalogue par les constructeurs de maisons individuelles pour l'accès à la propriété de tous. Leurs occupants sont aujourd'hui à la recherche de solutions de rénovation performantes et de qualité.



La solution de rénovation Baticok 1 développée dans le cadre du projet RESTORE s'applique à certains types de maison dont celles dites « maisons autonomes 1990-2000 » à étage aménagé au-dessus d'un plancher intermédiaire à structure bois de type creux, dont fait partie la **maison située à Bretteville-l'Orgueilleuse** 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.



La solution Baticok 1 est une rénovation avec isolation de la toiture par découverture totale qui inclut une étanchéification à l'air et au vent globale de la toiture dont une attention particulière à la jonction toiture-mur. Pour ce chantier, une isolation complémentaire est créée au-dessus de l'isolation existante. Le plan d'étanchéité à l'air est alors assuré par la mise en place d'un écran HPV. Cette solution fait de cette rénovation une opération témoin de référence menée par des acteurs locaux engagés.



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 à la morphologie similaire.

CONTEXTE

RÉNOVATION D'UNE MAISON AUTONOME 1990-2000



Carte d'identité

Année de construction	1992
Surface habitable	91 m ²
Nombre d'étages	RDC+1 sous combles
Présence sous-sol	Non
Présence combles aménagés	Oui
Mitoyenneté	Non, garage attenant
Historique	Changement des fenêtres, porte-fenêtre et volets au RDC

Typologie

Maison autonome 1990-2000 (Type D1.1)

Pour en savoir plus

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



Solution

BATICOK 1 Isolation toiture par découverture totale**

Pour en savoir plus

- Consultez la fiche solution Baticok 1*
- 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 Bretteville-l'Orgueilleuse.

** Variante légère de la solution originale : se référer à la page suivante pour plus de détails.

Témoignages

« Cette technique permet d'isoler l'ensemble de la toiture par l'extérieur en traitant de façon efficace l'étanchéité à l'air et au vent de la jonction toiture-mur. De plus l'intervention se faisant par l'extérieur, le chantier a un faible impact sur la vie des occupants. »

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

« L'audit énergétique préalable a permis d'identifier et d'expliquer la problématique d'isolation thermique et d'étanchéité à l'air de la toiture, et de proposer la solution Baticok 1. L'entreprise consultée par le ménage s'est parfaitement saisie de l'enjeu technique et a de surcroît proposé une variante de la solution initiale Baticok 1, optimisée en terme de faible poids rapporté sur la charpente. »

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

« Notre démarche de rénovation énergétique s'est imposée suite au coût élevé de l'électricité d'une part et d'une déperdition énergétique de notre maison d'autre part, entraînant un ressenti de froid malgré le chauffage. »

Ménage (retraités)

« Nous visons toujours la performance. Cela veut dire que nous devons d'abord, comprendre les besoins de nos clients et identifier les défauts de l'enveloppe. Puis nous attachons de l'importance à traiter les points singuliers pendant la réalisation des travaux. Ce projet en témoigne. »

Arthur Piquet, directeur d'ABC isolations, entreprise spécialisée en isolation de bâtiment

AVANT RÉNOVATION

MURS

Parpaing + ITI 8 cm polystyrène

CHAUFFAGE ET ECS

Insert fermé d'ancienne génération + chauffage électrique + ballon ECS à résistance électrique chauffante

TOITURE

Charpente en bois + laine de verre sous rampants + tuiles



Façade sud-est



Façade nord-ouest



Pignon sud-ouest

PLANCHER BAS

- Sur vide sanitaire : hourdis béton isolé en sous-face (polystyrène)
- Sur garage : Plancher bois isolé en sous-face (laine de verre + polystyrène)

MENUISERIES

Bois, PVC ou Alu avec volets battants en RDC. Double vitrage 4/16/4 en majorité

VENTILATION

Ventilation simple flux autoréglable

PIGNONS

Parpaing + ITI 8 cm polystyrène

APRÈS RÉNOVATION

Maison rénovée : isolation de la toiture par découverture totale avec panneaux d'isolant et étanchéification à l'air et au vent de la jonction toiture/mur (voir la solution détaillée dans la partie 3 : La solution de rénovation)



Façade sud-est



Façade nord-ouest

INNOVATION

Isolation toiture avec matériaux partiellement biosourcés et forte étanchéité à l'air et au vent à l'interface mur-toiture

POURQUOI CETTE SOLUTION POUR CETTE MAISON ?

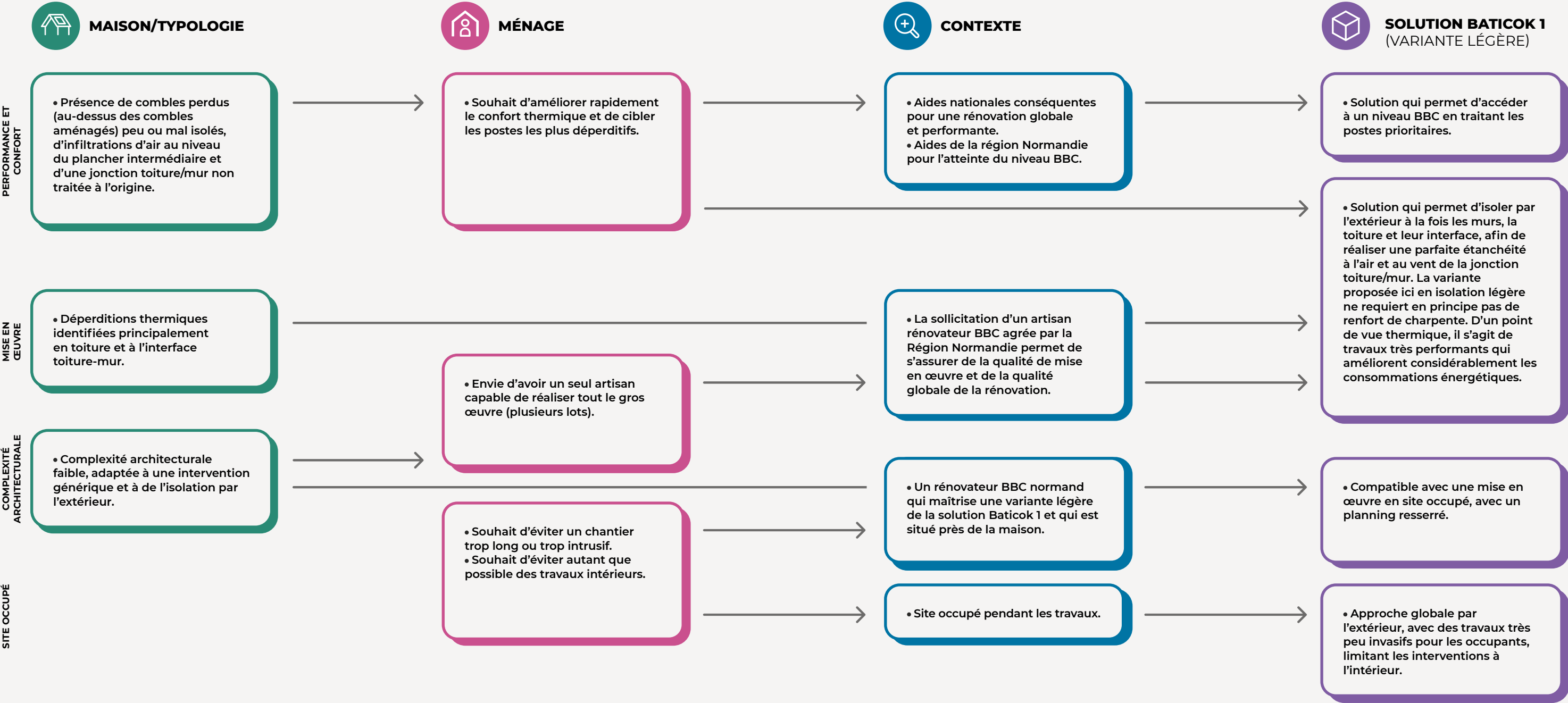
Avantages de la solution

Les maisons individuelles construites entre la fin des années 1970 et le début des années 1990 présentent une **forte compatibilité avec la solution Baticok 1**, qui combine **traitement renforcé de l'étanchéité à l'air** de la jonction toiture/mur et **isolation complète** de la toiture avec un isolant biosourcé. La solution Baticok 1 répond à la problématique spécifique de pénétration du vent dans l'épaisseur du plancher intermédiaire creux dont cette typologie souffre. Elle est également **adaptée aux chantiers en site occupé** en limitant les interventions à l'intérieur du logement et en assurant une montée en performance significative sur le plan du confort thermique, tant en hiver qu'en été.

Réciproquement, **l'architecture (volumétrie simple, peu d'éléments saillants), l'absence fréquente de mitoyenneté et l'accès facile par le jardin** facilitent la pose des isolants et le travail en toiture typique de cette solution.

La présente solution en est une variante de la solution de référence. Elle a été développée par l'entreprise ABC isolations de Bayeux. Cette variante contient moins d'isolant biosourcé mais elle présente l'avantage de ramener moins de charge sur la charpente et d'optimiser l'épaisseur de la toiture.

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

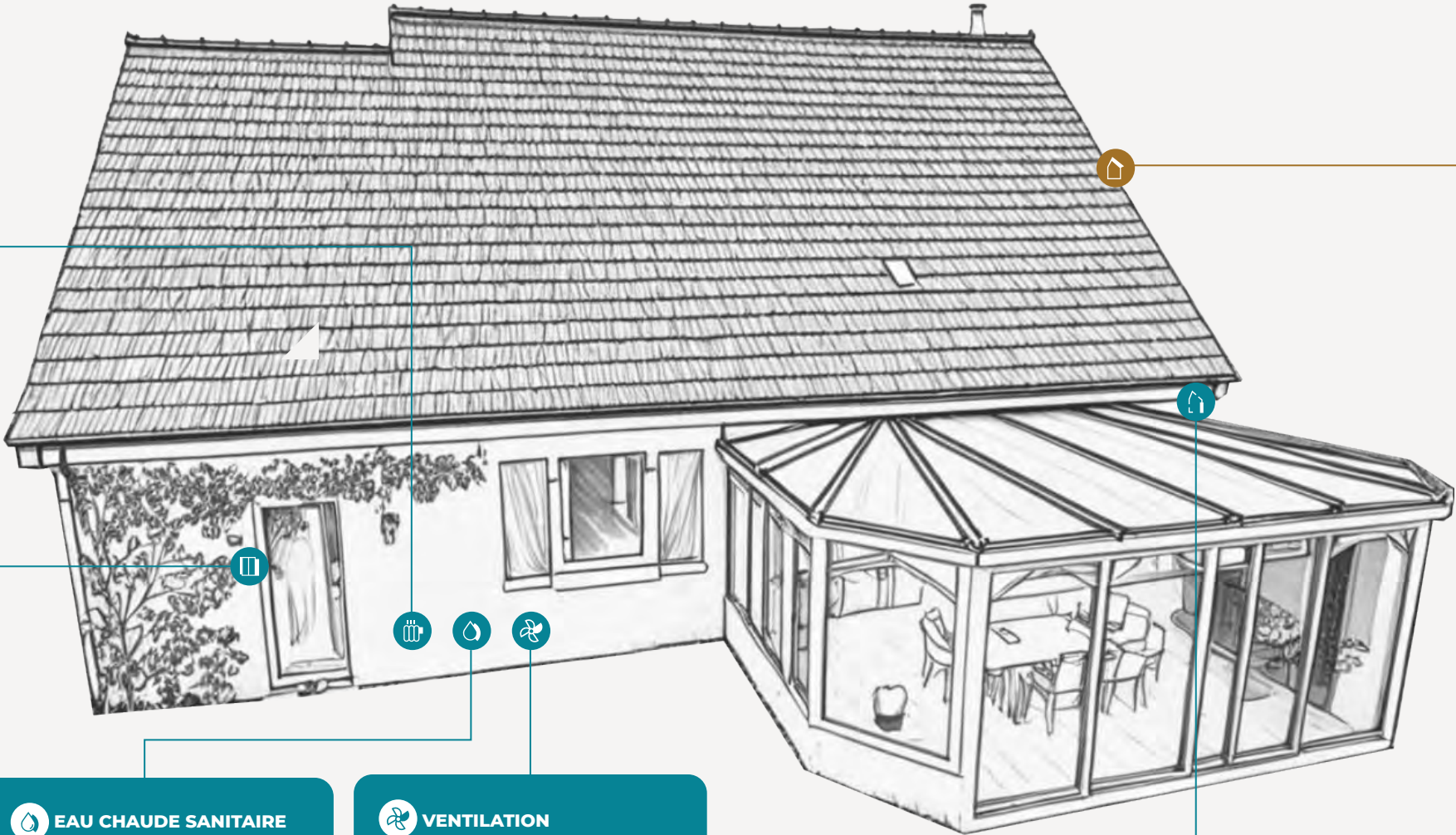


LA SOLUTION DE RÉNOVATION

La solution Baticok 1 répond à l'objectif du ménage de réaliser une rénovation globale et performante de leur maison. Cette solution innovante accompagnée par le projet RESTORE repose sur plusieurs gestes de rénovation ciblant les éléments clés de l'enveloppe et des systèmes du bâti : l'isolation de la toiture, le remplacement des menuiseries et la modernisation des systèmes énergétiques. Ces travaux permettent d'améliorer les performances thermiques de la maison sur quelques lots clés et de limiter les consommations énergétiques du logement tout en améliorant le confort d'été et d'hiver de ses occupants. La priorité a été ici donnée à la toiture et l'interface toiture-mur.

• **Toiture :** amélioration de l'isolation thermique et de l'étanchéité à l'air et au vent pour réduire les déperditions de chaleur et améliorer le confort intérieur. L'isolation de la toiture réalisée pour ce projet suit une approche en *sarking*, qui consiste à poser l'isolant au-dessus des chevrons et dont l'étanchéité à l'air est assurée par une membrane HPV raccordée en partie haute du mur. Ce procédé garantit une performance thermique optimale en diminuant les infiltrations d'air dans le plancher intermédiaire creux et en assurant une bonne étanchéité à l'air à la jonction toiture-mur.

• **Pignon sud-ouest :** ITE avec procédé ETICS PSE conventionnel (hors solution innovante Baticok 1).
 • **Menuiseries :** remplacement ou amélioration des ouvrants afin de garantir une meilleure étanchéité à l'air.
 • **Systèmes énergétiques :** modernisation des installations de chauffage, de ventilation et de production d'eau chaude sanitaire pour une efficacité accrue et une réduction de la consommation.



CHAUFFAGE

- Poêle à pellets :
 - Puissance : 2,6 à 7,4 kW ;
 - Rendement : 92,5 %
 - Taux de CO : 0,012 %
 - Norme : EN 14785
 - Classe énergétique A++

MENUISERIE EXTÉRIEURE

- Fenêtre PVC :
 - Vitrage 4/20/4 remplissage Argon
 - Uw : 1,4 W/m².K
 - Sw : 47 %
 - TLw : 57 %
- Porte de service en PVC avec oculus vitrée :
 - Uw : 1,4 W/m².K
 - Sw : 39 %
 - TLw : 51 %
- Fenêtres de toit (sur le pan de toiture opposé) :
 - dépose et repose de deux fenêtres de toit et de leurs protections solaires
 - remplacement d'une 3^e fenêtre de toit et de sa protection solaire avec leur équivalent neuf

EAU CHAUDE SANITAIRE

- Pose et raccordement d'un chauffe-eau thermodynamique 150 L et COP = 2,5, fonctionnant au R290 (faible pouvoir à effet de serre).

VENTILATION

- VMC basse consommation simple flux hygroréglable.
- VMC avec module de réglage individuel pour chaque pièce.

INTERFACES

INNOVATION

Traitement des interfaces

- Continuité de l'isolation entre mur et toiture.
- Jonction de la toiture du garage avec celle de la maison.
- Interfaces toiture/lucarnes et toiture/fenêtre de toit : habillage, tablettage, raccords d'étanchéité, isolation des jouées de la lucarne...
- Étanchéité à la périphérie des percées des équipements de chauffage et de ventilation (abergement de cheminée, sorties de la ventilation...).
- Reprise de la zinguerie et de la couverture suite aux travaux sur la toiture.
- Interface entre mur et menuiseries : isolation et habillage des tableaux.

TOITURE

INNOVATION

Isolation R total = 7,55 m².K/W

- Extension des rives de toiture par chevrons et panne de butée. Débord d'environ 20 cm du mur maçonné.
- Panneaux isolants fibre de bois d'épaisseur 60 mm sous ACERMI R= 1,55 m².K/W, posés entre chevrons.
- Membrane pare-vapeur fixée sur chevrons (Sd = 2,3 m).
- Panneaux polyuréthane d'une épaisseur de 130 mm sous ACERMI fixé sur chevrons R = 6,00 m².K/W.
- Ecran sous-toiture HPV au-dessus des panneaux de polyuréthane.
- Contre-liteaux de 40 mm pour limiter la surchauffe estivale, et liteaux.
- Tuiles.
- Finition des débords de la toiture: mise en place d'un bandeau et d'une sous-face en PVC.

MUR (PIGNON SUD-OUEST)

Isolation R = 4,50 m².K/W

- Isolation extérieure avec enduit (procédé ETICS). Isolant polystyrène d'une épaisseur de 140 mm sous ACERMI.
- Application du système d'enduit correspondant au procédé ETICS utilisé (armature fibre de verre marouflée dans la couche de base, couche de finition, armatures d'angle, profils bas et hauts, etc.).

LES ÉTAPES DU CHANTIER DE RÉNOVATION

1



Dépose et préparation de la toiture

Avant d'installer l'isolant, il est nécessaire de déposer la couverture sur un premier versant de la toiture afin d'accéder à la charpente et de vérifier l'état de la charpente, de l'isolant pré-existant et du support pour s'assurer qu'ils sont en bon état. Après vérification, les autres versants de la couverture sont découverts.

2



Pose du premier isolant thermique

La nouvelle isolation est réalisée en deux couches pour optimiser les performances. La première couche en fibre de bois (60 mm) est posée entre les chevrons.

Pour en savoir plus

Consultez le module de présentation

3



Pose du pare-vapeur

Le pare-vapeur est placé entre l'isolant en fibre de bois et l'isolant en polyuréthane pour limiter l'accumulation d'humidité. Le niveau de résistance thermique important apporté par le polyuréthane permet de s'assurer que le pare-vapeur est bien côté chaud. Il est fixé à l'aide de rubans adhésifs étanches pour assurer la continuité du système.

Pour en savoir plus

Consultez le module de présentation

4



Extension de la charpente en rive basse

Les bas de pente sont rallongés pour éviter d'avoir de gros bandeaux et pour créer un débord plus marqué au-dessus du mur.

5



Pose du deuxième isolant thermique

La 2^e couche en polyuréthane (130 mm) apporte une bonne résistance thermique avec un faible encombrement. Les panneaux isolants sont fixés à l'aide de vis adaptées traversant les chevrons.

Pour en savoir plus

Consultez le module de présentation

9



Repose de la couverture et des fenêtres de toit (dont une neuve)

Les tuiles sont fixées sur les liteaux. Les points singuliers (cheminées, lucarne, faitage) sont traités par une isolation thermique continue et des raccords d'étanchéité à l'air. Un test d'étanchéité à l'air est réalisé pour s'assurer que l'ensemble est bien protégé contre les intempéries et les infiltrations d'air.

8



Mise en place de la ventilation sous couverture

Une lame d'air est créée entre l'écran de sous-toiture et la couverture grâce à des contre-liteaux. Cette lame d'air de 4 cm permet de ventiler la toiture.

En été elle permet de réduire la surchauffe de la couverture, en hiver elle permet l'évacuation de l'humidité et donc de réduire le risque de condensation sous couverture.

Pour en savoir plus

Consultez le module de présentation

7



Pose de l'écran de sous-toiture HPV (Haute Perméabilité à la Vapeur)

Placé au-dessus de l'isolant sous la couverture, il protège contre les infiltrations d'eau (pluie, neige) tout en permettant à l'humidité résiduelle de s'évacuer vers l'extérieur.

Il doit être bien tendu et maintenu par les contre-liteaux.

Il sert également d'étanchéité à l'air grâce à son raccordement à la maçonnerie.

Pour en savoir plus

Consultez le module de présentation

6



Traitement de la lucarne

Les tuiles présentes sur les jouées de la lucarne sont déposées afin de permettre la mise en œuvre d'une isolation thermique par l'extérieur.

Une isolation est réalisée entre les chevrons, complétée par la pose d'un panneau rigide type OSB 3 sur la surface. Un isolant en polystyrène expansé est ensuite collé sur l'OSB à l'aide d'une colle compatible en dispersion, avant l'application d'un enduit de finition.



■ SUR CHANTIER

**Fin des travaux**

13

**Installation du ballon
thermodynamique**

Un ballon thermodynamique est installé pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS). Le ballon fonctionne comme une pompe à chaleur en prélevant les calories dans l'air et fonctionnant avec un fluide à faible impact sur l'effet de serre.

12

**Installation du poêle
à pellet**

Le chauffage repose sur l'utilisation de pellets en biomasse comprimée. Le conduit de la cheminée a été réutilisé.

11

**Installation de la VMC –
Mise en œuvre et intégration
esthétique**

L'installation de la VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) a été réalisée dans le respect de la performance énergétique visée tout en garantissant une intégration discrète et esthétique des réseaux dans le logement. Dans la cuisine, les gaines ont été soigneusement dissimulées dans un caisson construit sur mesure, s'harmonisant avec les volumes existants.

10

**Isolation thermique extérieure
(ITE) du pignon Sud-Ouest**

Une ITE avec enduit (procédé ETICS) a été mise en œuvre à l'aide de panneaux de polystyrène expansé d'une épaisseur de 140 mm, conférant une résistance thermique $R = 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. L'isolant est protégé par un système d'enduit (procédé ETICS) qui assure à la fois une protection contre les chocs et la durabilité du système.



■ SUR CHANTIER

LES ACTEURS DU PROJET



ENTREPRISE ISOLATION THERMIQUE

ABC ISOLATIONS

Arthur Piquet

ABC Isolations intervient sur tout type de bâtiment, qu'il s'agisse de constructions neuves ou de rénovations. Créée en 1990, ABC Isolations couvre plusieurs techniques d'isolation, incluant l'isolation par l'extérieur, l'isolation des combles et des murs, ainsi que la mise en place de systèmes d'étanchéité à l'air. Charpente – Couverture, Menuiserie – Escalier, Isolation extérieure, Porte et Fenêtre, Maçonnerie, Extension - Rénovation

Pour en savoir plus
www.abc-isolations.fr



PLOMBIER



COORDINATEUR

C'est ABC Isolations qui a assuré la coordination des travaux avec notamment le couvreur, l'ITE pour le pignon et la VMC.



**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 la 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



AUDITEUR
Bâtiderm ingénierie

Jean Hourany

BET Efficacité énergétique du bâtiment. Auditeur normand depuis 2014. Créée 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



OCCUPANTS

Les occupants ont habité la maison au cours des travaux.



**CHAUFFAGISTE
(INSTALLATEUR
DU POÊLE)**



ASSUREURS

PHASAGE DES TRAVAUX DE LA CONCEPTION À LA LIVRAISON

AVANT LE CHANTIER



Février 2023
à janvier 2024



Août 2023
à janvier 2024



Janvier
à mai 2024

PENDANT LE CHANTIER



Juillet 2024



Juillet
à août 2024



Août à
octobre 2024



Audit et conception

En février 2023, le ménage a contacté la structure de conseil France Renov du Calvados qui lui a recommandé de faire faire un vrai audit énergétique suivant le cahier des charges régional par un auditeur agréé par la Région Normandie. C'est ainsi que le ménage a sollicité Bâtiderm Ingénierie en mars 2023. Cet audit qualitatif était éligible au chèque éco-énergie de 600 euros de la Région Normandie. Par ailleurs, la rénovation a été conçue pour s'adapter à un chantier en site occupé, limitant les nuisances pour les habitants. Grâce à une bonne planification et à une coordination fluide entre intervenants, le chantier s'est déroulé avec efficacité et propreté, sans besoin de relogement.



Maturation du projet par le ménage, consultation des entreprises et dépôt de la déclaration préalable des travaux (DP)

D'août à novembre 2023, des entreprises ont été consultées par le ménage pour les travaux (isolation toiture, murs, changement des systèmes de chauffage et ECS). Les critères de sélection du ménage se sont portés sur la proximité des artisans et sur leur capacité à centraliser la coordination des différents lots. Les artisans ont répondu très rapidement aux demandes mais seules deux entreprises étaient qualifiées pour répondre à l'offre en raison du caractère novateur de la solution BATICOK 1. BATIDERM a guidé le ménage sur le choix du ballon thermodynamique. L'accompagnateur Renov' a informé le ménage qu'il devait déposer une déclaration préalable des travaux en mairie. À la suite des consultations, le ménage a réalisé le dépôt de la DP en mairie en janvier 2024. Le délai d'instruction a été d'environ 1 mois à compter de la date de dépôt.



Solution technique retenue et mise à jour de l'audit

L'entreprise ABC Isolations a été retenue par le ménage. Il s'agit d'une entreprise connue à l'échelle locale et qui fait partie du réseau des renovateurs BBC normands. ABC Isolations a proposé une variante de la solution de Baticok 1, développée par le groupement, variante basée sur des matériaux en partie synthétiques, permettant d'éviter le recours aux renforts de charpente normalement prévus dans la solution Baticok 1. L'audit énergétique a été mis à jour en janvier 2024 en intégrant le ballon thermodynamique (passage d'une performance de G à C). Un point d'étape a été réalisé avec l'accompagnateur Renov' sur l'avancement du projet. S'en est suivi le dépôt du dossier Ma Prime Renov' avec les devis en mai 2024.



Préparation du chantier

L'échafaudage a été posé en juillet 2024. L'ancienne couverture a été déposée (découverture totale). Les tuiles en bon état ont été stockées sur palettes directement dans le jardin pendant la durée des travaux.



Travaux d'isolation, de couverture et de ventilation

Les travaux ont consisté en une isolation de la toiture, réalisée rampant par rampant, permettant une amélioration ciblée des performances thermiques. Une ventilation mécanique contrôlée (VMC) a été installée pour assurer un renouvellement d'air et limiter les risques de condensation interne. Une isolation thermique par l'extérieur (ITE) a également été mise en œuvre sur le pignon Sud-Ouest (initialement parpaings doublés en intérieur par PSE 8 cm et BA10), renforçant l'enveloppe thermique du bâtiment. Enfin, la dépose de l'échafaudage a été réalisée à l'issue du chantier, avec une marge de sécurité intégrée dans la planification pour tenir compte d'éventuels aléas climatiques.



Travaux de chauffage et production d'eau chaude

Les travaux portant sur les équipements techniques ont eu lieu en deux temps. Dans un premier temps, l'entreprise a procédé au démontage et à la réfection de la cheminée et à l'installation du poêle à pellets. Dans un second temps, le ballon thermodynamique a été installé.

COORDINATION DES TRAVAUX

LES ÉTAPES PAR LOT TECHNIQUE

AVANT LE CHANTIER

PENDANT LE CHANTIER

Février 2023
à janvier 2024



Audit et conception

Dans le cadre de ce projet de rénovation, les propriétaires ont choisi de concentrer leurs efforts sur la rénovation de la toiture, identifiée comme le principal poste de déperdition thermique. Ce choix stratégique s'appuie sur une approche cohérente avec leur budget et leur souhait d'agir en priorité sur les zones les plus défaillantes du bâtiment.



ENSEIGNEMENT

Avant de se lancer dans un projet de rénovation, il est indispensable de contacter la collectivité en charge du lien avec les propriétaires pour les projets de rénovation (ici la région Normandie). Celle-ci identifie des pistes de financement local et communique la liste des entreprises agréées RGE pour les travaux. La réalisation d'un diagnostic de l'existant par un thermicien du bâtiment est indispensable pour bien tenir compte des contraintes liées à la rénovation. Les études énergétiques réalisées tôt en phase de conception permettent de bien prioriser les gestes de rénovation. En effet, il est primordial d'identifier les défauts thermiques du bâtiment pour préconiser les solutions de rénovations les plus adaptées. Une vision d'ensemble est indispensable pour faire des choix satisfaisants sur tous les plans. Les conseils des accompagnateurs à la rénovation, constitués dans ce cas du thermicien et du conseiller MAR, ont été très importants dans cette étape.

Août 2023
à janvier 2024



Maturation du projet par le ménage, consultation des entreprises et dépôt de la déclaration préalable des travaux (DP)

Le choix des entreprises a fait l'objet d'un accompagnement par le MAR et le thermicien. Les propriétaires de la maison ont finalement opté pour une unique entreprise en responsabilité de la rénovation thermique de l'enveloppe de leur maison.



ENSEIGNEMENT

Une fois les défauts thermiques identifiés, il est crucial de sélectionner des artisans compétents pour mettre en œuvre les solutions envisagées. Opter pour une entreprise regroupant plusieurs corps de métier facilite la coordination des interventions. Les entreprises doivent être choisies en fonction de leur expertise sur les solutions techniques prévues, ce qui peut réduire le nombre de candidats mais maximise les chances de réussite du projet. Enfin, il est important d'anticiper les délais administratifs, comme le dépôt de la déclaration préalable (DP).

Janvier
à mai 2024



Solution technique retenue et mise à jour de l'audit

L'audit – base du calcul des aides à la rénovation – a été mis à jour d'après la solution de rénovation énergétique retenue. Cette solution est le fruit de plusieurs discussions entre les propriétaires, les entreprises choisies et les accompagnateurs à la rénovation.



ENSEIGNEMENT

Une campagne d'information associée à des programmes de formation doit accompagner les innovations comme celles portées par ce projet.

Juillet 2024



Préparation du chantier

La préparation du chantier a été facilitée par le fait qu'il y ait une unique entreprise responsable de la rénovation de l'enveloppe du bâtiment. Cette entreprise a donc été seule responsable et utilisatrice de l'échafaudage qu'elle a installé au démarrage du chantier.



ENSEIGNEMENT

De bonnes planification et coordination doivent être prévues. En effet, elles vont impacter entre autres l'emprise du chantier et son planning. Par exemple, avant de déposer les tuiles, il est nécessaire :

- de vérifier leur état mais aussi d'identifier leur modèle et leur coloris pour estimer la quantité et les caractéristiques des tuiles à racheter
 - de prévoir un espace et un support de stockage pour les tuiles à déposer ainsi que pour les neuves
 - d'identifier une fenêtre météo favorable (la découverture totale implique des travaux en été).
- L'échafaudage doit avoir un pont suffisamment long pour enjamber les obstacles comme une véranda.

Juillet
à août 2024



Travaux d'isolation, de couverture et de ventilation

Les travaux d'isolation des murs ont nécessité un rallongement des rives de la toiture. La VMC choisie est assez classique mais a été associée à des gaines de qualité (semi-rigides donc plus durables et faciles à entretenir), mises en œuvre derrière un coffrage parfaitement intégré à l'esthétique de la cuisine.



ENSEIGNEMENT

Une attention particulière doit être portée sur des détails techniques, comme la réhausse de la toiture lors d'un sarking pour respecter les normes de distance entre la tête de cheminée et le faîtage. Si l'isolation thermique extérieure (ITE) est réalisée par une entreprise différente de celle effectuant le sarking, il faudra veiller à ce que l'entreprise en charge du sarking rallonge les rives pour l'ITE.

Août à
octobre 2024



Travaux de chauffage et production d'eau chaude

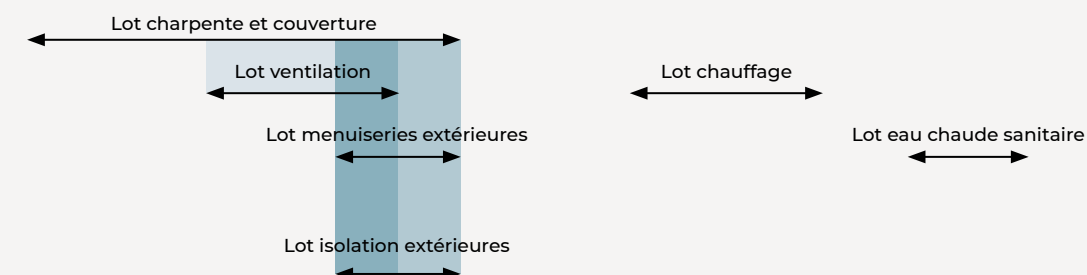
La qualité des solutions choisies ne s'est pas cantonnée à celle de l'enveloppe isolante mais a également porté sur les systèmes :

- un ballon thermodynamique fonctionnant au fluide R290 a été choisi pour la production d'eau chaude ;
- un poêle à granulés à haut rendement a été posé pour le chauffage ;
- une VMC simple flux hygro réglable.



ENSEIGNEMENT

Les choix des systèmes doivent faire l'objet d'une réflexion multicritère : fonctionnalité de l'équipement, esthétique, valeur « verte », qualité acoustique... Tous ces critères sont importants pour des systèmes qui seront utilisés tous les jours par les habitants.

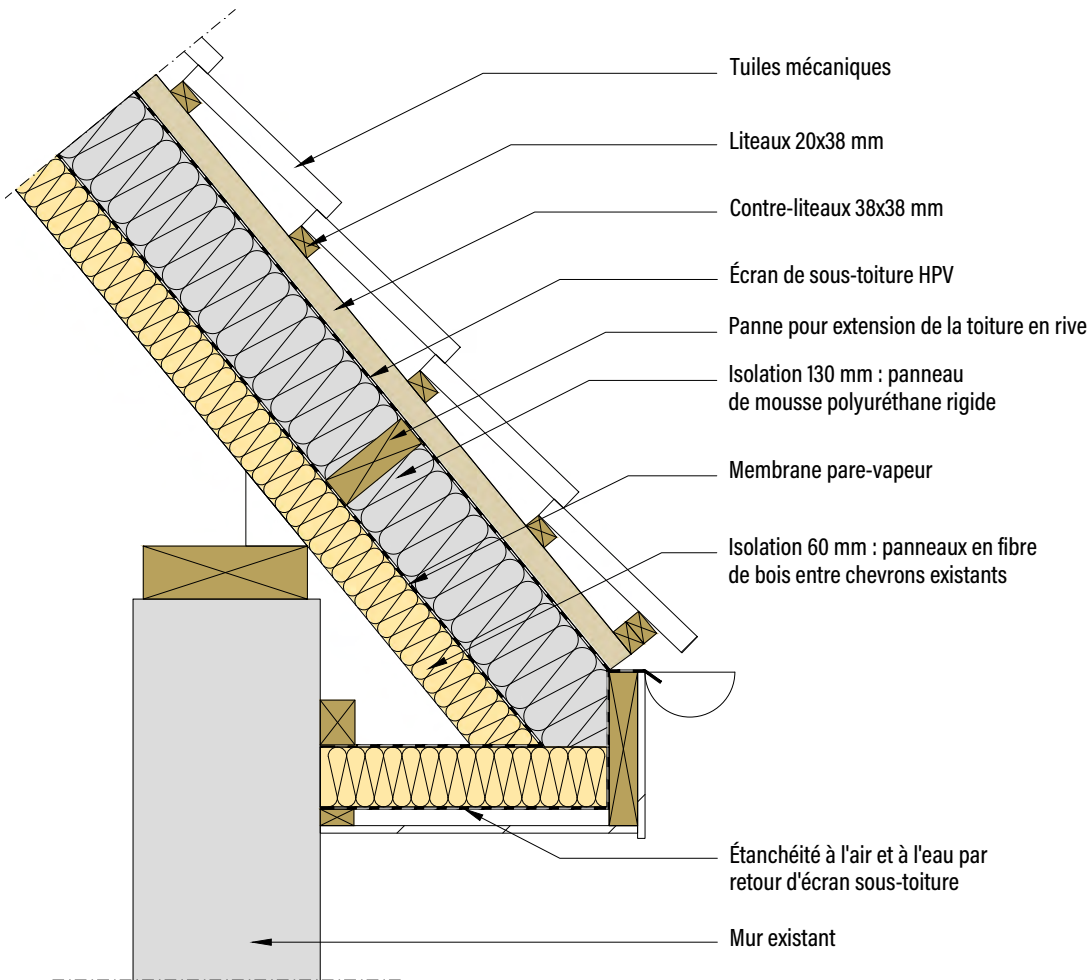


Niveau d'interaction entre entreprises

DESCRIPTION TECHNIQUE



Détail 1 : Jonction mur-toiture
(coupe verticale)



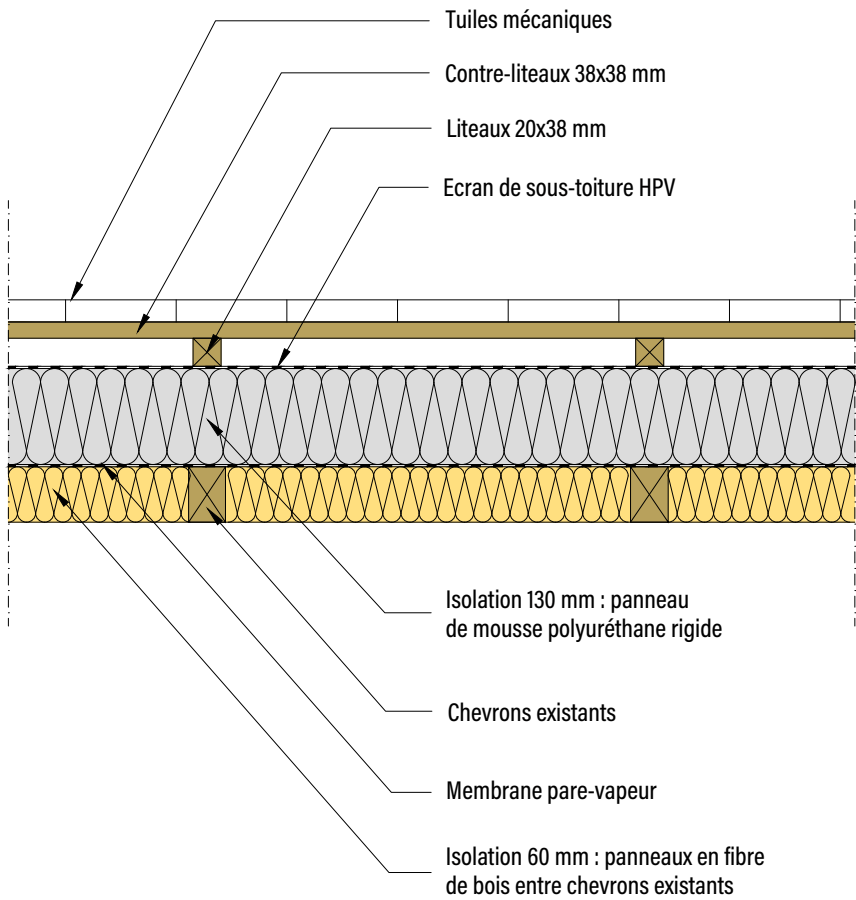
L'isolant existant sous chevrons n'est pas représenté dans les détails ci-dessus.



Analyses de risque hygrothermique

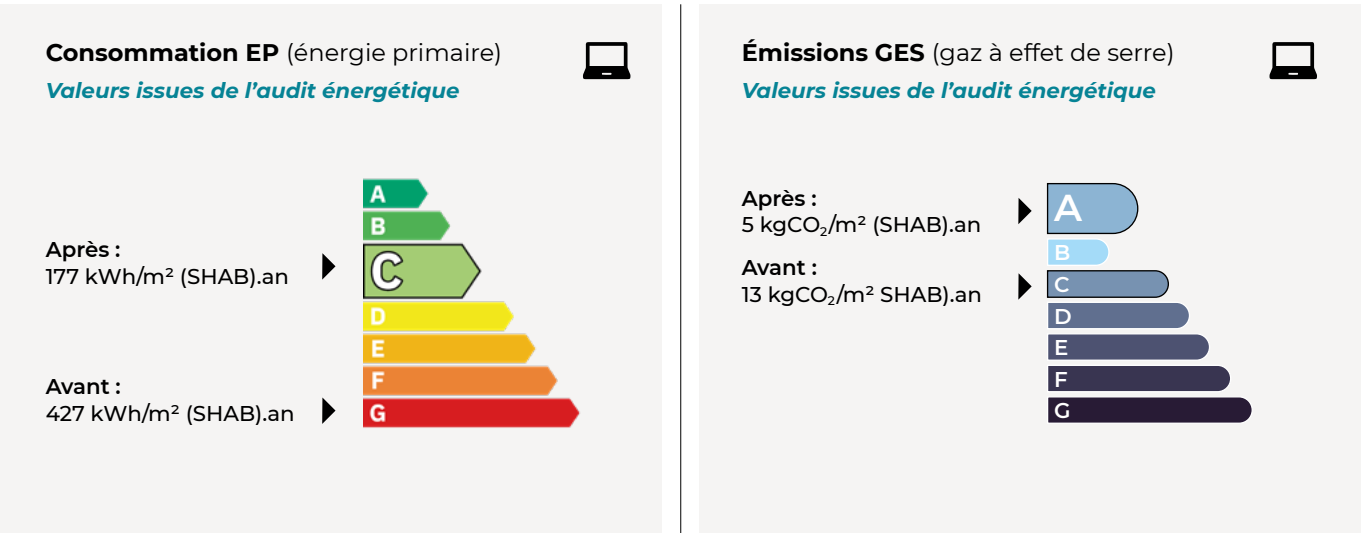
Une étude a été réalisée à l'aide du logiciel WUFI afin d'analyser les potentiels risques liés aux transferts hygrothermiques (condensation et apparition de pathologies type moisissures) dans la solution de rénovation proposée. Cette étude a permis d'écarter le risque sous réserve d'une réalisation soignée, et est valable dans les conditions d'étude du présent chantier exclusivement (climat, matériaux et épaisseurs des isolants 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.

Détail 2 : Coupe transversale toiture
(coupe verticale)



DONNÉES ÉNERGÉTIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

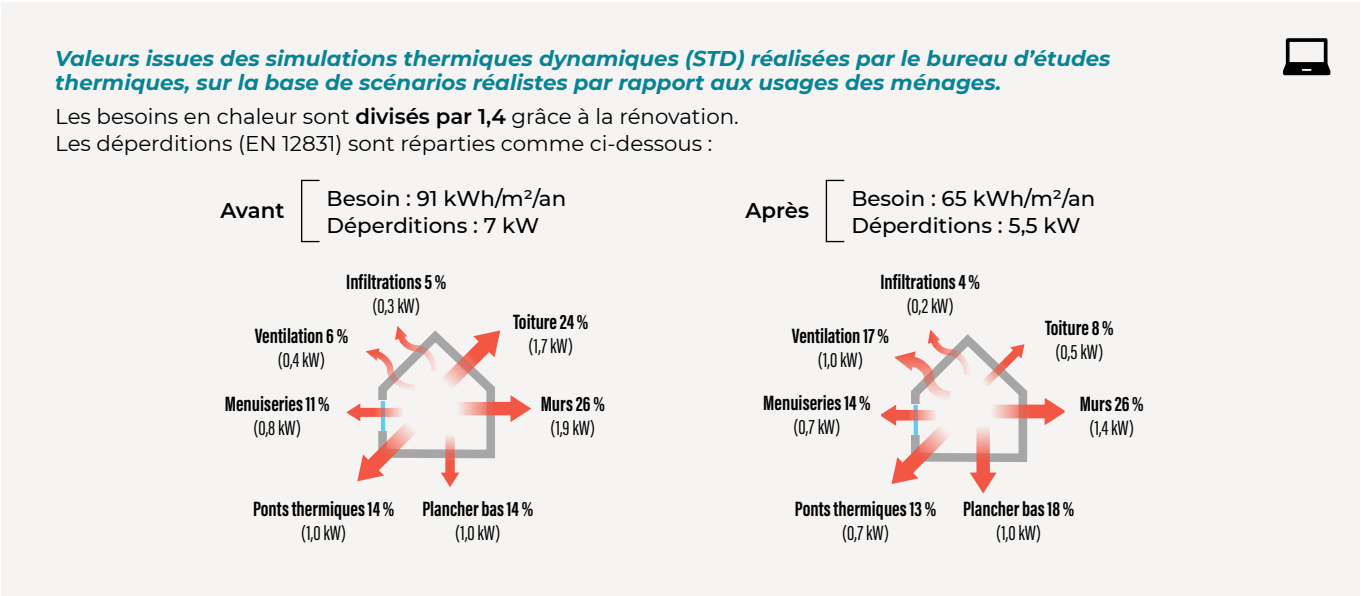
Données énergétiques et environnementales réglementaires
issues de scénarios d'usage réglementaires (cf. température intérieure fixée à 19°C)



Les données issues des calculs réglementaires de l'audit énergétique sont obtenues par des simulations basées sur des hypothèses conventionnelles.

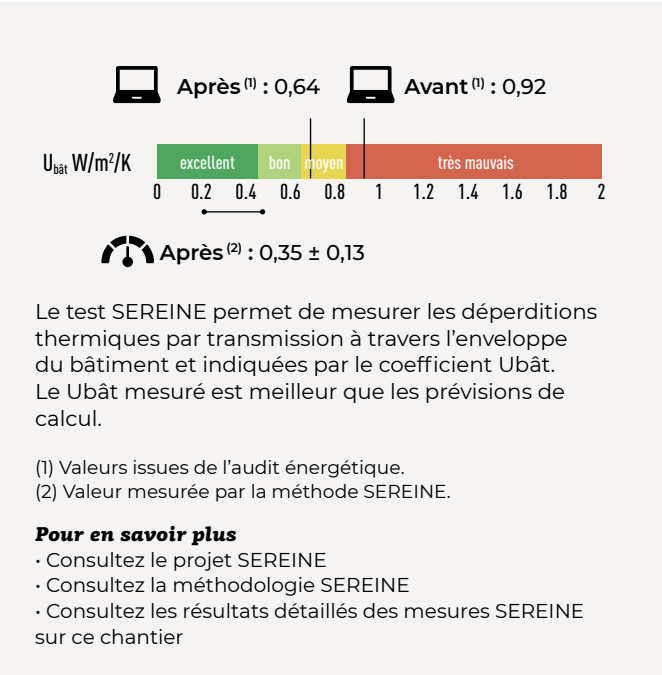
PERFORMANCE DE L'ENVELOPPE

Besoin en chaleur

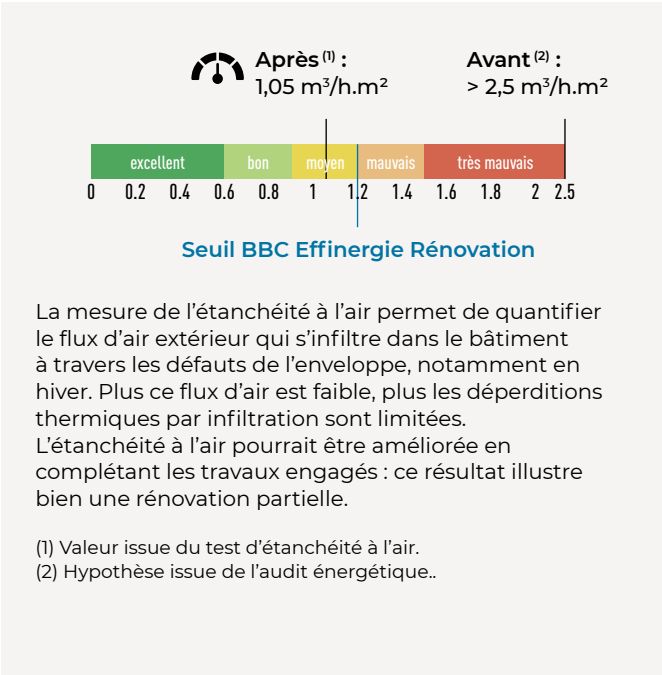


Par temps froid, les déperditions thermiques d'un bâtiment sont composées des déperditions par transmission à travers l'enveloppe (Ubât), par renouvellement d'air (ventilation) et par infiltrations d'air froid depuis l'extérieur (étanchéité à l'air).

Ubât (performance de l'isolation)



Étanchéité à l'air



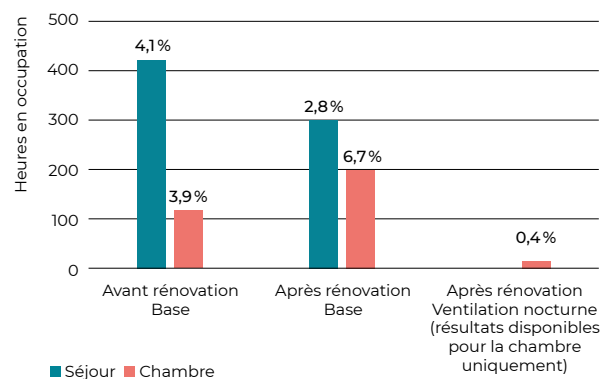
CONFORT

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).



Nombre d'heures et pourcentage du temps en occupation en situation d'inconfort (température $\geq 26^{\circ}\text{C}$)



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 ; fenêtres ouvertes la nuit (de 20h à 7h) en été.

En l'absence de ventilation nocturne, la maison est légèrement sujette à la surchauffe, avant comme après rénovation. Les travaux améliorent le confort dans le séjour ; dans les chambres de l'étage la rénovation augmente le nombre d'heures d'inconfort, néanmoins les températures maximales atteintes sont moins hautes (33°C avant travaux, 30°C après). Dans tous les cas, le confort est rétabli par l'ouverture des fenêtres la nuit. La fermeture des occultations, notamment des fenêtres de toit, est indispensable à la maîtrise de la surchauffe.

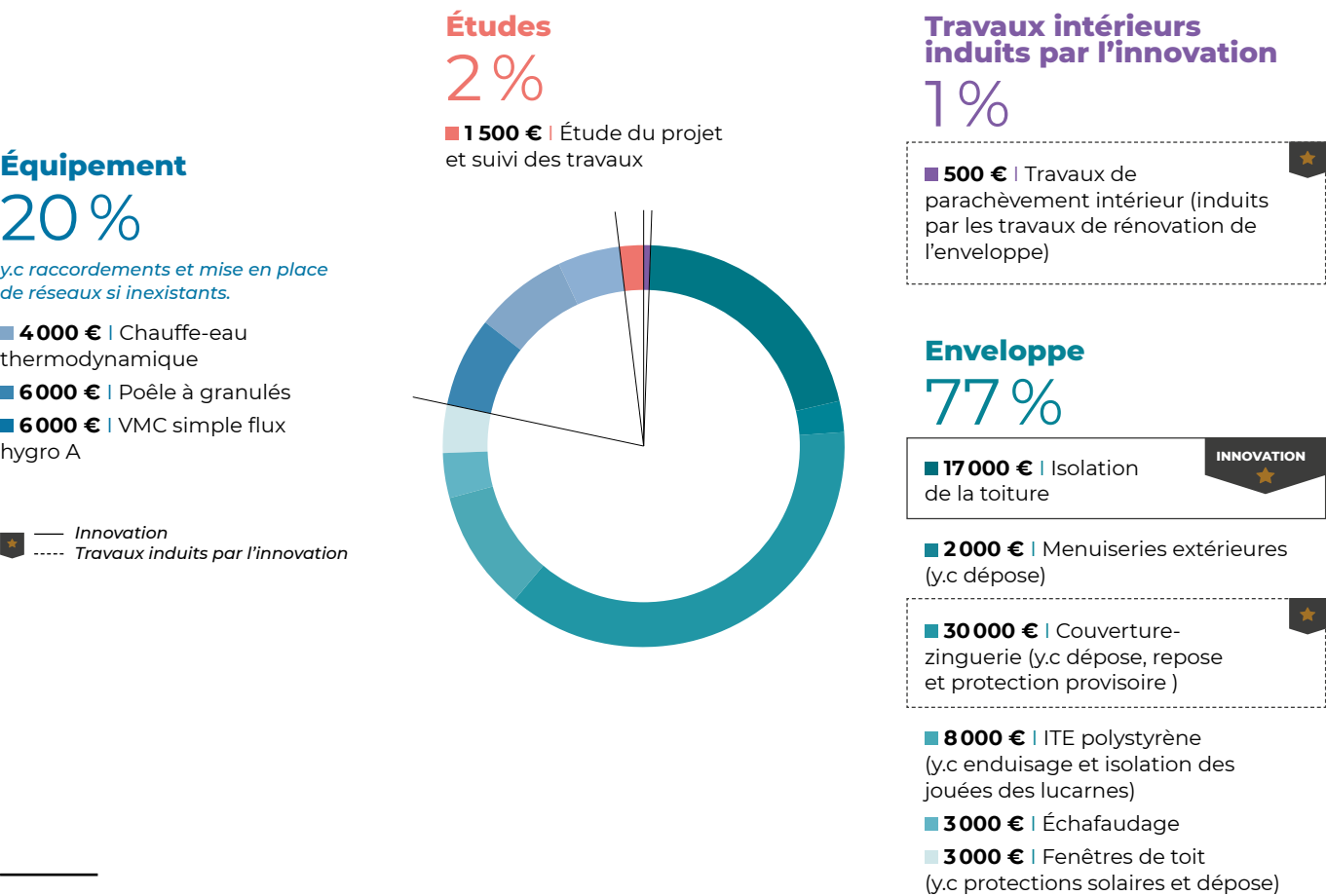


COÛT DE LA SOLUTION ET AIDES DISPONIBLES

Coût total des travaux liés à la performance

81 000 € HT

Surface habitable : 91 m²



- À savoir :
- 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 n'intègrent pas 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 1 an, la rénovation globale de la maison sera remboursée via l'économie d'énergie, estimée à 250 kWh/m² SHAB/an (hors financement PROFEEL de l'innovation) : Les travaux ont été concentrés sur le poste de déperdition énergétique le plus important de la maison (la toiture) et sur

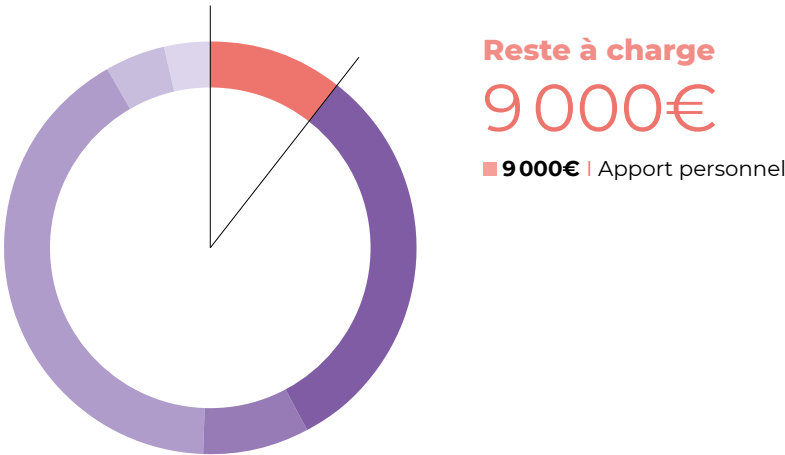
l'amélioration des systèmes énergétiques. L'amélioration de la performance énergétique (classe G à C du DPE) a un impact fort sur la valeur de la maison (plus-value de 22 % selon statistiques notaires, comptabilisée dans le calcul du temps de retour sur investissement).

Plan de financement des travaux (TTC)

Aides financières

76 000 €

- 4 000 € | Aide Région Normandie (chèque éco-énergie Normandie)
- 3 000 € | Aide Département du Calvados
- 35 000 € | MaPrimeRénov' « Parcours accompagné »
- 7 000 € | Bonification « Sortie de passoire énergétique »
- 27 000 € | 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 répliquabilité

- **Haute performance énergétique :** la solution permet un traitement renforcé des déperditions en toiture et par les murs, atteignant des niveaux proches du BBC Rénovation.
- **Haute performance environnementale :** solution compatible avec des produits bio sourcés.
- **Nuisances faibles :** Travaux compatibles en site occupé puisque l'isolation est réalisée par l'extérieur (délais réduits, et confort maintenu pour les occupants).
- **Adaptabilité au bâti diffus :** la technique est compatible avec de nombreuses maisons des

années 70 à 90, à charpente traditionnelle ou fermette, fréquentes dans le parc pavillonnaire.

Points à améliorer pour la répliquabilité

- **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.
- **Coordination inter-lots à anticiper :** l'enchaînement des travaux (ITE, couverture, VMC, poêle) nécessite une coordination rigoureuse entre les corps de métier, notamment si tous ne font pas partie d'un groupement intégré.



TECHNIQUE	Conception		La solution Baticok 1 (variante légère) est hautement adaptable à des architectures simples et courantes. Elle ne dépend pas d'éléments extérieurs saillants, ce qui la rend bien adaptée aux maisons standards sans complexités (balcons, escaliers, etc.). Cette caractéristique facilite sa duplication dans de nombreux territoires, en particulier en périphérie urbaine où ce type de bâti est fréquent.
	Facilitation technique		Les prérequis techniques sont bien identifiés et documentés, incluant les interfaces critiques (jonction mur/toiture, lucarne, etc.). Cela permet aux entreprises compétentes en sarking et étanchéité à l'air de s'approprier la solution avec un accompagnement minimal. Elle nécessite un savoir-faire précis sur site.
	Moyens humains et logistiques		La solution requiert une coordination rigoureuse entre artisans pour garantir la qualité d'exécution. Elle demande des moyens humains qualifiés et une bonne gestion du chantier, notamment pour la gestion de la réhausse de la toiture (entre entreprise responsable de l'isolation de la toiture et cheministe) et de l'extension de la charpente en rive basse (entre l'entreprise responsable de l'isolation de la toiture et celle responsable de l'isolation des murs). Ici, elle a été gérée par une seule entreprise, ce qui a simplifié les interactions.
	Durabilité		Les matériaux utilisés (laine de bois + polyuréthane) sont performants et résistants à long terme. Leur combinaison assure une certaine inertie thermique, une durabilité dans le temps et une faible nécessité de maintenance. La solution répond ainsi aux exigences de robustesse nécessaires pour un déploiement à grande échelle. Par ailleurs, cette variante nécessite moins de compétence en charpente.
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		Actuellement, la solution reste relativement onéreuse en intervention unitaire, en raison de la technicité de mise en œuvre. Toutefois, les coûts peuvent baisser par répétition par les mêmes équipes ou intégration dans des dispositifs territoriaux. Les devis sont bien construits et transparents, favorisant une bonne lisibilité pour les ménages.
	Cadre réglementaire		Cette solution par l'extérieur peut nécessiter de déposer une déclaration préalable auprès des services d'urbanisme par la possible modification de l'aspect de la façade. La solution respecte les seuils de performance réglementaires (BBC rénovation) mais son innovation (traitement des interfaces) peut nécessiter un accord préalable de l'assureur.
SOCIAL	Personnalisation		La solution est personnalisable en matériaux, finitions et performance visée. Elle s'adapte aux envies des ménages sans réduire la surface habitable et peut être combinée à des projets d'extension ou de surélévation. Elle permet ainsi de répondre à des attentes esthétiques et pratiques variées.
	Amélioration et avantages		Outre la hausse de performance thermique et de confort, cette solution permet aux occupants de rester dans leur logement. Elle donne aux entreprises un levier de montée en compétence (sarking, gestion fine des interfaces) et aux ménages un meilleur confort d'été comme d'hiver.
	Gestion des nuisances		Compatible en site occupé, la solution limite les nuisances sonores, les intrusions dans le logement et les déplacements de mobilier. Les travaux sont concentrés à l'extérieur, avec un planning resserré, rendant l'intervention acceptable pour les occupants comme pour le voisinage.
		Frein à la répliquabilité	Répliquabilité facilitée

RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LE CHANTIER

Réseau Rénovateur BBC Normandie

ABC Isolation et BATIDERM Ingénierie (Jean HOURANY) font partie du réseau rénovateurs et auditeurs 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 bâtiment énergivores, notamment pour des ménages aux revenus modestes, souhaitant mettre en place des solutions innovantes.



AUDITEUR ÉNERGÉTIQUE JEAN HOURANY

“ La solution Baticok 1 développée par le charpentier et rénovateur BBC Julien Couillard a déjà montré ses preuves. La présente variante légère de la solution Baticok 1 permet elle aussi d'isoler la toiture et de résoudre la problématique d'infiltration d'air dans le plancher intermédiaire. Un peu moins performante écologiquement et dotée d'une plus faible inertie thermique, elle nécessite moins de compétence en charpente et permet un parfait traitement des lucarnes type chien assis. C'est une solution facile à dupliquer pour des entreprises déjà compétentes en pose d'isolation par l'extérieur et en étanchéité à l'air.



ENTREPRISE ISOLATION THERMIQUE ARTHUR PIQUET

“ L'audit énergétique et le ressenti des occupants nous ont permis de détecter qu'une grande partie des déperditions et de l'inconfort provenait d'une mauvaise étanchéité au vent dans le plancher intermédiaire. Dans ce cas, nous offrons une solution technique adaptée qui consiste à isoler la toiture par l'extérieur. L'amélioration thermique est réalisée par l'isolant mis en œuvre mais aussi l'étanchéité à l'air de la maison par une membrane pare vapeur et l'étanchéité à l'air de l'isolant par le pare-pluie HPV. Il faut être très attentif au traitement des points singuliers pour rendre les travaux très performants, comme par exemple sur ce chantier : la lucarne, les fenêtres de toit, les jonctions murs/toiture.



OCCUPANT

“ Les intervenants nous ont totalement satisfaits. ABC Isolation, entreprise très compétente, travaille avec des sous-traitants sérieux (toiture entre autres) dans des délais courts et respectés ; c'est comme si on avait affaire à un intervenant unique.

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.



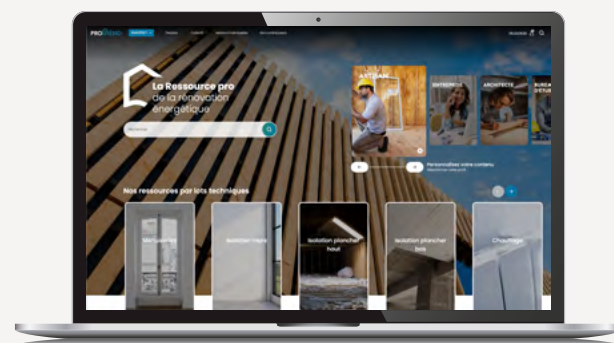
PROFEEL

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 chantiers ont bénéficié de l'innovation Baticok 1.

Pour en savoir plus
Consultez les fiches chantier de Fleury-sur-Orne et Ponts-sur-Seulles



Une étude sur la répliquabilité de la solution Baticok 1 a été développée pour RESTORE.

Pour en savoir plus
Consultez l'autodiagnostic de répliquabilité



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 1 dans ce chantier à destination des professionnels est également disponible.

Pour en savoir plus
Consultez le coût détaillé de la solution Baticok 1 appliquée sur ce chantier



Un diagnostic de faisabilité de la solution Baticok 1 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 1 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



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, Bretteville-l'Orgueilleuse. CSTB. www.proreno.fr/documents/fiche-chantier-de-renovation-globale-a-bretteville-lorgueilleuse-14-realisation-suivi-et-analyse-de-la-mise-en-oeuvre

Pour toute demande d'information sur le projet ou le chantier Bretteville-l'Orgueilleuse
restore@cstb.fr

