

GUIDE TECHNIQUE

Dorémi

Décembre 2025

RAPPORT RESTORE





RÉDACTION

Équipe de conception :

Camille JULIEN (Dorémi)

Laura BLASKOVIC (Dorémi)

Xavier DINET (Dorémi)

Fabien VIGIER (Dorémi)

COORDINATION

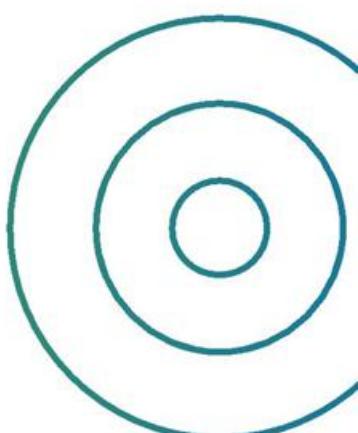
Hocine BOUSSA (CSTB)

Billy RAKOTOMALALA (CSTB)

RELECTURE

Franck LEGUILLOON (CSTB)

Rémi BOUCHIE (CSTB)



1	OBJECTIF DE CE GUIDE	7
2	DOMAINE D'APPLICATION	7
2.1	Les maisons visées	7
2.2	Domaine d'emploi.....	9
2.3	Introduction à la déclinaison en gamme	9
3	PRINCIPE GÉNÉRAL DE LA SOLUTION GLOBALE	11
3.1	Principe générale de la solution globale.....	11
3.2	Description de principe de l'ensemble des lots	14
4	DÉCLINAISON EN GAMME	18
4.1	Maison B2.2 – Courant-Lemaître	18
4.2	Maison B3.1 – Chalandon	19
5	ÉLÉMENTS DE DIAGNOSTIC	19
5.1	Diagnostic technique global du bâtiment	19
5.2	Diagnostic des besoins et contraintes des habitants.....	21
5.3	Adaptation relative au diagnostic	23
6	DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE LA SOLUTION	24
6.1	Solution de référence B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE »	24
6.1.1	Interface ITE x Combles perdus.....	24
6.1.2	Interface ITE x Menuiseries.....	30
6.2	Solution de référence B3.1 « CHALANDON »	35
6.2.1	Interface ITE x Sarking.....	35
6.3	Gamme B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE ».....	39
6.3.1	Murs en pierre.....	39
6.3.2	Débord de toiture limité	39
6.3.3	Combles aménagés	40
6.3.4	Escalier extérieur.....	42
6.3.5	Isolation sous-sol semi-enterré.....	46
6.3.5.1	<i>Variante 1 – sous-sol non chauffé</i>	46
6.3.5.2	<i>Variante 2 – sous-sol totalement ou partiellement intégré au volume chauffé</i>	47
6.3.6	Marquise.....	49
6.3.7	Parois déjà isolées	50
6.3.8	Menuiseries déjà remplacées	51
6.3.9	Combles déjà isolées	52

6.3.10 Zone humide.....	53
6.4 Gamme B3.1 « CHALANDON »	53
6.4.1 Débord de toiture limité	53
6.4.2 Modénatures	54
6.4.3 Équipements existants gênants en façade	54
6.4.4 Lucarne de toit/chien assis/cheminée	55
6.4.5 Risque de perte d'usage	55
6.4.6 Remontées capillaires	56
6.4.7 Fissures affaissements structurels.....	56
7 MISE EN ŒUVRE	57
7.1 Interface ITE x Combles perdus.....	57
7.2 Interface ITE x Menuiseries.....	58
7.3 Interface ITE x Sarking	60
8 COMPÉTENCES REQUISES.....	61

Les projets RENOSTANDARD puis RESTORE ont été engagés pour favoriser la massification de la rénovation des bâtiments de maisons individuelles diffuses. Ce parc de maisons (16,5 millions de maisons en résidence principale) est un vivier très important pour la réduction du besoin énergétique et l'impact environnemental du secteur des bâtiments, sachant que plus de 40 % des maisons ayant un DPE sont notées E, F ou G¹.

Les projets RENOSTANDARD et RESTORE s'appuient sur l'analyse architecturale du parc de maisons en France qui permet de ressortir des typologies de bâtiments aux caractéristiques constructives proches. Ces similarités permettent de concevoir des solutions de rénovation globales et performantes adaptées à toute une typologie de maisons qui pourront ensuite être ajustées en fonction du cas particulier de chaque maison (besoin du ménage, particularité du bâti, etc.).

La massification de la rénovation passe alors par le développement d'une offre de solutions innovantes dont la faisabilité technique a déjà été validée par des réalisations ou des travaux de conception bien avancés.

Pour concevoir des solutions innovantes, ont été lancés plusieurs appels à manifestation d'intérêt (AMI) à destination de groupements d'entreprises puis la sélection d'une combinaison d'offres adaptées à des modèles de bâtiments très courants. Les critères de choix des solutions ont tenu compte, entre autres, du potentiel des solutions pour répondre à la massification, de la complétude des groupements portant la solution, du potentiel de la solution à accéder rapidement au marché et, bien sûr, de la performance de la solution (thermique, environnementale, confort et économique).

Les groupements sélectionnés bénéficient, dans le cadre du projet, d'un accompagnement dans la conception de leur solution. Cet accompagnement consiste essentiellement en la coordination et la mobilisation de différents experts du CSTB issus de divers domaines scientifiques ou techniques pour appuyer les équipes sur la consolidation technique, la validation du niveau de performance attendu et la réplicabilité des solutions développées.

Par ailleurs, quelques études spécifiques ont été conduites sur des problématiques bien ciblées afin d'aider certains groupements à opérer des choix dans la conception de leur solution et à définir des règles de dimensionnement.

¹ [Le parc de logements par classe de performance énergétique au 1er janvier 2022, SDES, 2022.](#)

Le présent document rassemble un ensemble d'éléments techniques jugés pertinents à prendre en compte dans la conception de la solution proposée par les équipes de conception et ses déclinaisons. Il est le fruit d'un travail collaboratif mené dans le cadre du projet RESTORE entre les équipes de conception et le CSTB. Sans avoir le statut d'un guide de recommandation professionnelle, le présent document en reprend la philosophie et les éléments de langage.



1 OBJECTIF DE CE GUIDE

L'objectif de ce guide est de fournir un ensemble d'informations techniques pour la conception et le dimensionnement d'une solution innovante de rénovation destinée à être mise en œuvre en maisons individuelles. Il fournit en particulier des éléments de description détaillés concernant certains lots de rénovations ainsi que leurs interfaces. Il fournit également des éléments plus généraux pour la conception d'une rénovation globale adaptée à certains types de maisons courants en vue de faciliter son déploiement territorial. La solution étudiée dans le présent guide cible des types de maisons individuelles très courantes telles que décrites ci-après :

- **Maison type B2.2**: maison « Courant-Lemaître » jumelée 1946 - 1968 (900 000 unités) ;
- **Maison type B3.1**: maison « CHALANDON » autonome 1969 - 1974 (1 000 000 d'unités).

Les informations contenues dans ce guide ont pour but de fournir une base technique la plus fiable possible en vue de faciliter l'appropriation et la diffusion de la solution vers l'ensemble des acteurs de la construction.

Le présent guide contient en particulier les éléments d'information suivants :

- Le domaine d'emploi de la solution;
- Le principe général de la solution;
- La déclinaison en gammes ;
- Les éléments de diagnostic ;
- La description détaillée de la solution.

Bien que prenant la forme d'un guide technique, le présent guide n'a pas le statut d'une recommandation professionnelle.

2 DOMAINE D'APPLICATION

2.1 Les maisons visées

Les solutions détaillées dans le présent guide visent les maisons individuelles référencées B2.2 « Courant Lemaître » et B3.1 « Chalandon », selon la nomenclature du projet RESTORE ([typologies constructives prioritaires RESTORE](#)) et dont un exemple représentatif est décrit en annexe du présent guide.

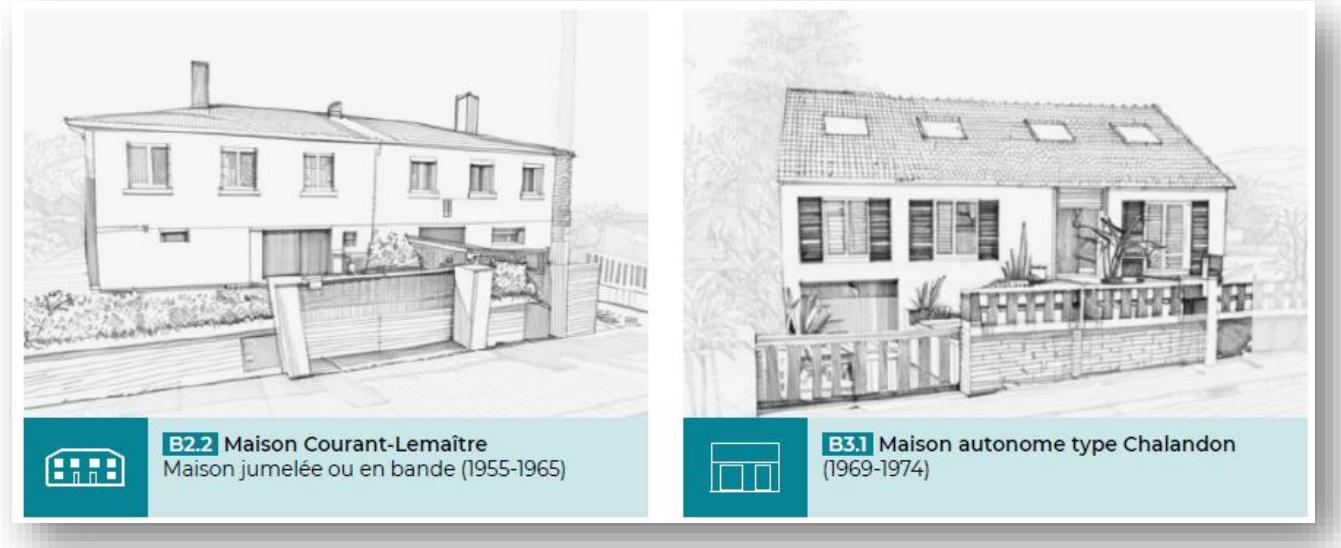


Figure 1: Vue d'artiste des maisons visées

Les solutions détaillées dans ce guide visent plus particulièrement certains lots et le traitement de leur interface.

- **Maison type B2.2**: interface A = lot 1 (murs) x lot 4 (plancher haut comble) et interface D = lot 1 (murs) x (escalier)²;
- **Maison type B3.1**: interface C = lot 1 (murs) x lot 3 (rampants) et interface B = lot 1 (murs) x lot 5 (menuiseries).

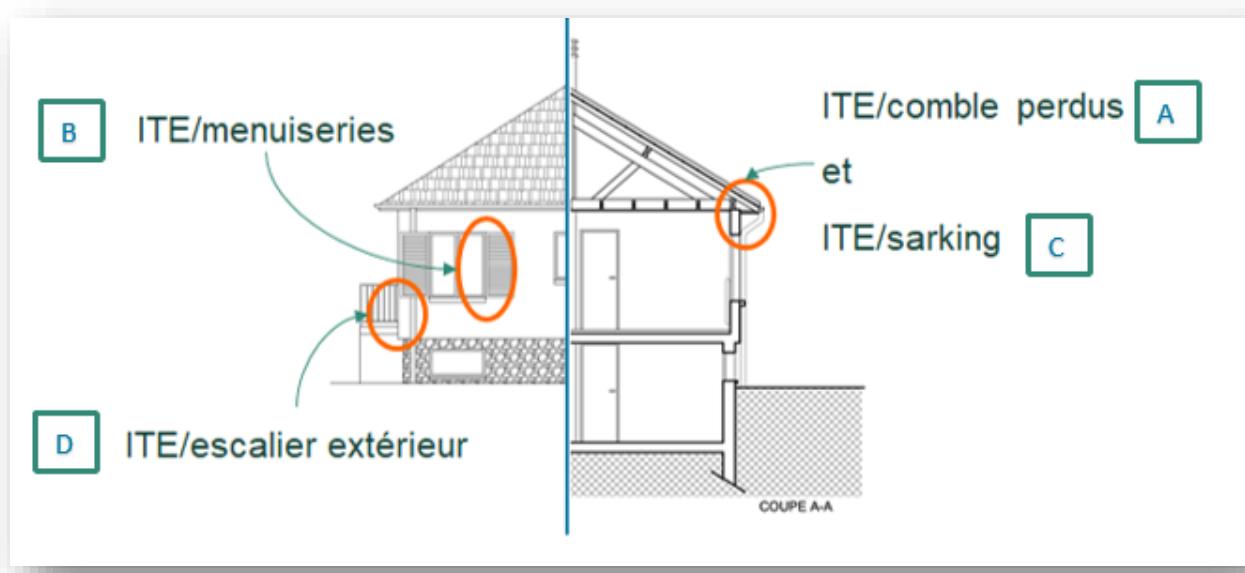


Figure 2: interface traiter dans le guide

² Traité comme une déclinaison

2.2 Domaine d'emploi

La solution Dorémi appliquent en France métropolitaine avec les restrictions listées ci-dessous :

- Située en zone 1 à 3 au sens de la NF EN 1991-P1-4 relative à l'exposition au vent ;
- Logements individuels de 1^{re} famille au sens de la réglementation incendie ;
- Située en zone de plaine selon altitude < 900 m ;
- Hors zone humide selon la carte représentant les zones climatiques fournie par le FD P 20-651 ;
- Toute zone sismique de France métropolitaine en respectant les contraintes des avis techniques (ex : nombre de chevilles de fixation des panneaux d'isolant en ITE).

2.3 Introduction à la déclinaison en gamme

Les adaptations de la solution se déclinent en trois natures :

- Les adaptations architecturales concernent les points d'attention à avoir pour que la solution s'adapte harmonieusement au bâtiment et à son contexte, mais surtout les points singuliers qui nécessitent des adaptations, notamment pour éviter tout pont thermique ;
- Les adaptations relatives à la localisation géographique jouent un rôle crucial dans le choix des matériaux, leurs contraintes de mise en œuvre et de dimensionnement, les performances associées, leur exposition aux intempéries et au vent ;
- Les adaptations liées à l'état initial suite au diagnostic.

Elles se déclinent en gammes visant les situations courantes listées dans le tableau ci-après :

Maisons	Solution de référence	Adaptations	§ dans le présent guide
B2.2 « Courant-Lemaître »	Mur en parpaing	Murs en Pierre	6.3.1
	Débords larges	Débords toits limités	6.3.2
	Combles perdus	Combles aménagés	6.3.3
	Pas d'escalier	Présence d'un escalier	6.3.4
	Mur bas accessible	Mur bas semi-enterré	6.3.5
	Pas de marquise	Présence d'une marquise	6.3.6
	Parois non isolées	Parois déjà isolées	6.3.7
	Fenêtres existantes	Fenêtres neuves	6.3.8
	Combles non isolés	Combles déjà isolés	6.3.9
B3.1 « Chalandon »	Débords larges	Débords limités	6.4.1
	Sans modénatures	Éléments architecturaux	6.4.2
	Façades libres d'éléments d'équipement	Équipements existants gênants en façade	6.4.3
	Fenêtres de toit	Lucarne de toit/chien assis	6.4.5
	Sans perte d'usage	Risque de perte d'usage	6.4.6
	Sans remontées capillaires	Remontées capillaires	6.4.6
	Aucun problème structurel	Fissures et affaissement fondations	6.4.7

3 PRINCIPE GÉNÉRAL DE LA SOLUTION GLOBALE

3.1 Principe générale de la solution globale

La solution Dorémi est avant tout une **méthode** comportant plusieurs points essentiels.

1. Une **approche globale**: travaux de rénovation énergétique (isolation de l'enveloppe, menuiseries, occultations, étanchéité à l'air, système de ventilation, système de chauffage et d'eau chaude sanitaire) permettant d'abaisser les consommations de chauffage à $50 \text{ kWh}_{\text{EP}}/\text{m}^2_{\text{SHAB}}.\text{an}$ après travaux (équivalent au niveau BBC rénovation³) ce qui équivaut au $80 \text{ kWh}_{\text{EP}}/\text{m}^2_{\text{SHAB}}.\text{an}$ pour chauffage et ECS.

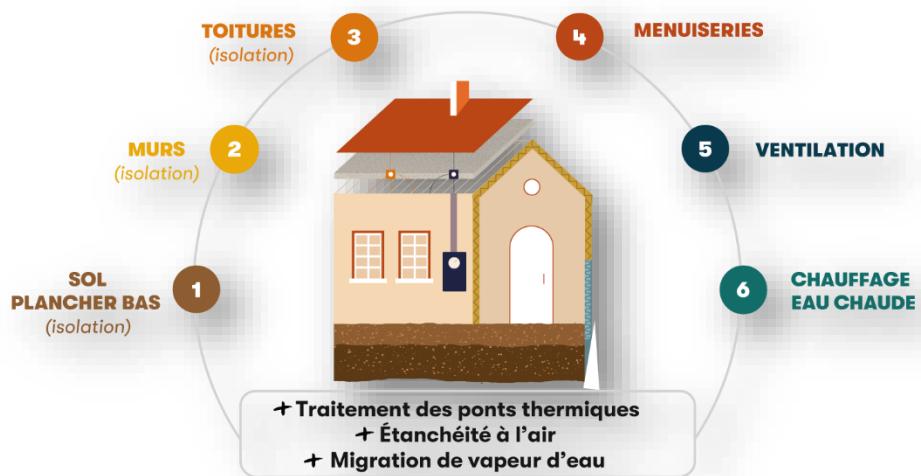


Figure 3 : Illustration de la rénovation complète et performante mise en avant par Dorémi, décrivant les 6 lots de travaux et l'importance du travail des interfaces pour minimiser les ponts thermiques et les défauts d'étanchéité à l'air, ainsi que du choix des matériaux isolants et leur finition pour une bonne migration de vapeur d'eau dans les parois (source : Dorémi).

2. **Un dimensionnement simplifié** à travers les Solutions Techniques de Rénovation précalculées (STR, Enertech 2015 et 2023⁴). Cette approche permet une adaptabilité maximale : tous types de maisons individuelles à usage d'habitation, quels que soient la date de construction, les matériaux composant le bâti, les gestes de travaux déjà effectués, ont une solution adaptée. La STR choisie pour le

³ Voir étude [ADEME](#), Dorémi, Enertech, Rénovation Performante par étapes (2021)

⁴ STR actuellement utilisées par Dorémi disponibles sur le site [du LAB'Dorémi](#)

projet indique une performance minimale pour chacun des postes de travaux de rénovation énergétique (voir Figure 4).

3. Des **artisans formés au travail en groupement** et à la rénovation performante. Les artisans Dorémi ont en commun la vision globale d'un projet de rénovation performante + la maîtrise des Solutions Techniques de Rénovation (STR) + portent une attention particulière aux points suivants : migration vapeur d'eau, étanchéité à l'air de l'enveloppe, ponts thermiques, qualité de l'air, choix du système de ventilation, de chauffage et production ECS.

LES SOLUTIONS TECHNIQUES DE RÉNOVATION (STR)

Chauffage	Isolation des murs	Étanchéité à l'air	Ventilation	Menuiseries extérieures		Résistances additionnelles			N° STR
	Intérieure OU Extérieure	Objectif n50 [vol/h]		Double Flux OU Simple Flux Hygroréglable	Uw max. [W/m².K]	Sw minimal	R-Murs [m².K/W]	R-Plancher bas [m².K/W]	
Chauffage combustible (à condensation OU rendement >70% pour la biomasse) OU PAC (ETAs ≥ 126%)	Int	3	Double Flux	1,1	0,3	6	4,5	10	1
	Int	3	Double Flux	0,8	0,3	4,5	4,5	10	2
	Int	1	Double Flux	1,7	0,36	4,5	4,5	10	3
	Int	1	Double Flux	1,3	0,3	4,5	3	7,5	4
	Int	1	Double Flux	1	0,3	3,7	3	10	4b
	Ext	3	Double Flux	1,7	0,36	4,5	4,5	7,5	5
	Ext	3	Double Flux	1,3	0,3	4,5	3	7,5	6
	Ext	3	Simple Flux Hygro	0,8	0,3	6	4,5	10	7
	Ext	1	Double Flux	1,7	0,36	4,5	3	7,5	8
	Ext	1	Double Flux	1,3	0,3	3,7 [*]	3	7,5	9
Chauffage électrique conservé à effet Joule OU PAC air/air conservée ET Production d'eau chaude sanitaire Thermodynamique ou Solaire	Ext	1	Simple Flux Hygro	1,1	0,3	4,5	3	7,5	10
	Int	1	Double Flux	0,8	0,3	7,5	6,5	10	11
	Ext	1	Double Flux	1,1	0,3	6	4,5	10	12
	Ext	1	Double Flux	0,8	0,3	4,5	3	10	13

Calculs réalisés par le bureau d'études 

^{*} cette valeur doit être augmentée à 4,4 m².K/W pour être compatible avec les aides à la rénovation globale 2024

 dorémi

V4.0124

Figure 4 : Solutions Techniques de Rénovation

4. Un outil commun et détaillé, le « **référentiel de rénovation performante Dorémi** ». Il permet de s'adapter aux contraintes architecturales, aux contraintes techniques ainsi qu'aux préférences des propriétaires. Le référentiel donne les clés pour atteindre le niveau BBC rénovation en respectant le bâti, sans imposer les matériaux à employer ni les techniques de mise en œuvre.
5. Un **traitement** précis des **interactions et interfaces** entre postes pour atteindre les objectifs d'étanchéité à l'air, limiter les ponts thermiques et prendre en compte la préservation du bâti.

6. **Un test d'étanchéité** à l'air intermédiaire en cours de chantier pour identifier et corriger efficacement les éventuelles sources d'infiltrations parasites.
7. **Un suivi qualité pendant toute la phase chantier** par un Formateur Accompagnateur Expert (FAE) formé aux exigences du référentiel de rénovation performante Dorémi.



Figure 5 : Piliers de la rénovation performante de projet Dorémi (source : Dorémi).

Pour ce projet RESTORE, la solution intégrée retenue est la STR 6 pour les deux typologies, afin de développer les solutions en ITE, mais en dissociant les systèmes de chauffage.

Au-delà des préconisations de la STR choisie, il sera étudié pour ce projet l'usage spécifique de la fibre de bois (isolant biosourcé) dans un système ETICS (sous enduit).

- **B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE » = STR 6 + chaudière bois/gaz double service**
 - o ITE fibre de bois enduite, plancher de combles, plancher haut du sous-sol, menuiseries double vitrage performantes, ventilation double flux, $n50=3\text{vol/h}$.
- **B3.1 « CHALANDON » = STR 6 + pompe à chaleur double service**
 - o ITE fibre de bois enduite, sarking fibre de bois, plancher haut du sous-sol, menuiseries double vitrage performantes, ventilation double flux, $n50 = 3 \text{ vol/h}$, zone tampon entrée.

Pour en savoir plus sur la solution Dorémi, consultez :

- La [fiche solution](#)
- Le [Guide de mise en œuvre](#)
- Le [Guide réplicabilité](#)

3.2 Description de principe de l'ensemble des lots

La solution globale présentée dans ce guide **vise la rénovation globale** de maisons de type B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE » et B3.1 « CHALANDON ». Une **description des différents lots** pour aboutir à une rénovation globale est proposée dans ce chapitre. Les lots décrits dans ce chapitre sont donnés **à titre indicatif** dans un objectif d'atteindre une performance globale. Ils n'ont cependant pas tous fait l'objet d'une analyse technique approfondie dans le cadre du programme RESTORE.

Pour chaque lot, sont décrits, le **principe de la solution** ou la famille de procédé **et** les **modifications** de l'**état existant à prévoir**.

Les lots 1 (isolation des murs), 3 (isolation des rampants combles aménagés), 4 (isolation plancher haut combles perdus) et 5 (menuiseries) seront traités en détails dans le chapitre 6.

LOTS	Type de solution	
	Maison B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE »	Maison B3.1 « CHALANDON »
1 – Isolation des murs	<p>ETICS = Isolation thermique par l'extérieur sous enduit</p> <p><u>Préconisation</u>: pose d'un procédé d'isolation en fibre de bois sous avis technique ou ATEX. $R = 4.5 \text{ m}^2.\text{K/W}$</p> <p>Description détaillée au § 6.</p>	
2 – Isolation des planchers bas	<p><u>Hypothèse</u>: le sous-sol est considéré comme non chauffé</p> <p><u>Principe cas de base</u> :</p> <p>Isolation en sous face du plancher bas $R = 3 \text{ m}^2.\text{K/W}$.</p> <p>Traitement de l'étanchéité à l'air des traversées de plancher (réseaux)</p> <p>Déplacement des réseaux en amont pour permettre la continuité de l'isolation du plancher bas.</p>	

<i>3 – Isolation des rampants de combles aménagés</i>	Non concerné	<p><u>Famille de procédé : Sarking</u></p> <p>Isolation de la toiture par l'extérieur sur charpente existante avec panneaux de férence de bois. $R = 7,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$</p> <p>Traitement de la migration de vapeur et de l'étanchéité à l'air par pose de membrane pare-vapeur</p> <p>Description détaillée au § 6.</p>
<i>4 – Isolation des planchers hauts de combles perdus</i>	<p><u>Hypothèse</u> : combles correctement ventilés et absence de plancher au-dessus de l'isolation</p> <p><u>Famille de procédé : Ouate de cellulose soufflée</u>. $R = 7,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$</p> <p>Traitement de l'étanchéité à l'air du plancher haut, notamment aux traversées par des réseaux et en périphérie (passage vers doublages existants)</p> <p>Description détaillée au §6.</p>	
<i>5 - Menuiseries</i>		<p><u>Famille de procédé</u> : Menuiseries performantes, pose en tunnel au nu extérieur de la maçonnerie existante. $U_w \leq 1,3 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$, $Sw \geq 0,3$, Classement A4</p>

	<p>Occultations : les volets battants en bois sont conservés après adaptation. De nouveaux gonds sont posés dans des plots de fixation adaptés à l'ITE.</p> <p>Description détaillée au § 6.</p>	
6 - Système de ventilation	<p><u>Famille de procédé</u> : ventilation double flux centralisée (VMC DF)</p> <p>Objectif de renouvellement d'air : 0,6 vol/h (qualité d'air intérieur optimisée)</p> <p>Une VMC double-flux est préférée à une simple-flux pour limiter les déperditions énergétiques. Le double réseau insufflation/extraction permet également un meilleur contrôle du balayage (répartition) de l'air neuf, garantit un apport permanent d'air neuf dans chaque pièce de vie sans risque de shunt et, en maintenant un équilibrage des pressions entre insufflation et extraction, limite les risques de passages d'air humide (infiltrations parasites pathologiques) par les défauts d'étanchéité de l'enveloppe.</p> <p>Conception intégrant l'optimisation de l'implantation du caisson de ventilation (dans le volume chauffé et en position la plus centrale selon les contraintes du logement), et gestion acoustique (placée dans un local suffisamment insonorisé + supports antivibratoires + réseau de soufflage insonorisé).</p>	
7 - Système de chauffage et/ou refroidissement + ECS	<p><u>Famille de procédé</u> : Chaudière bois double service</p> <p>Aucun système de refroidissement ajouté</p>	<p><u>Famille de procédé</u> : PAC air-eau double service</p> <p>Option rafraîchissement non proposée</p>
	<p>La conservation ou non du système de chauffage existant est toujours étudiée lorsque l'équipement a été remplacé récemment. Si sa plage de modulation de production de chauffage n'est pas compatible avec les besoins réduits après les travaux de rénovation performante, il pourra être déposé et intégré à une filière de réemploi.</p>	

<i>8 – Réseau de chauffage et/ou refroidissement et émetteurs</i>	<p><u>Famille de procédé</u> : chauffage central sur radiateurs (plancher chauffant envisageable)</p> <p>Tous les réseaux hors du volume chauffé sont calorifugés. Les traversées de parois sont traitées pour maintenir l'étanchéité à l'air.</p> <p>En cas de mur nécessitant d'être isolé par l'intérieur, les réseaux sont déplacés pour qu'ils soient dans le volume isolé.</p> <p>Les émetteurs peuvent être conservés (avec de la loi d'eau du système de chauffage).</p> <p>Prévoir le nettoyage (désembouage) du réseau et des émetteurs conservés, surtout pour l'installation d'une PAC.</p>
<i>10 – Réseau électrique</i>	<p><u>Point de vigilance</u> : traversée des réseaux et étanchéité à l'air (mastic, bouchons d'étanchéité, gel d'étanchéité électrique pour les boites de dérivation, ...).</p>
<i>11 – Réseau de plomberie</i>	<p><u>Point de vigilance</u> : traversée des réseaux et étanchéité à l'air</p>

4 DÉCLINAISON EN GAMME

4.1 Maison B2.2 – Courant-Lemaître

Maison B2.2 – Courant-Lemaître	
Contraintes prioritaires identifiées	Déclinaisons
Adaptation type 1 – Architecturale	
Nature du support	§ 6.3.1 - Mur en pierre
Débord de toit	§ 6.3.2 - Débord de toit limité
Plancher haut	§ 6.3.3 - Combles aménagés
Obstacles	§ 6.3.4 - Escalier extérieur § 6.3.5 - Sol § 6.3.5.1 - Sous-sol non chauffé § 6.3.5.2 - Sous-sol chauffé § 6.3.6 - Marquise
Adaptation type 2 – Localisation	
Risques hygro	§ 6.3.10 - Zone humide
Adaptation type 3 – Diagnostic	
Isolation des parois verticales	§ 6.3.7 Cas 1 - isolation intérieure Cas 2 - isolation extérieure
État des menuiseries	§ 6.3.8 - Conservations des menuiseries
Isolation des combles	§ 6.3.9 - Comble déjà isolé

4.2 Maison B3.1 – Chalandon

Maison B3.1 – Chalandon	
Contraintes prioritaires identifiées	Déclinaisons
Adaptation type 1 – Architecturale	
Débord de toit	§ 6.4.1 - Débord de toit limité
Obstacles	§ 6.4.2 - Modénatures § 6.4.3 - Équipements gênants § 6.4.4 - Lucarne de toit
Adaptation type 3 – Diagnostic	
Risque de perte d'usage	§ 6.4.5 - Réduction de passage
Humidité	§ 6.4.6 - Remontées capillaires
Structure	§ 6.4.7 - Fissure affaissement

5 ÉLÉMENTS DE DIAGNOSTIC

Dans ce chapitre, sont détaillés des éléments de reconnaissance à vérifier avant le choix de la solution et la conception des travaux de rénovation. En effet, il est impératif avant travaux d'analyser l'existant.

Ce diagnostic est réalisé lors d'un État des Lieux Architectural et Technique (**ELAT**) en présence de l'ensemble de l'équipe d'entreprises et d'un accompagnateur expert.

5.1 Diagnostic technique global du bâtiment

Un bon diagnostic technique permet d'adapter la solution aux différentes situations rencontrées afin d'obtenir la performance souhaitée, d'éviter de réaliser des travaux inutilement et d'éviter l'aggravation d'une pathologie existante.

- Pour le lot ITE murs :

Plusieurs sujets majeurs doivent être pris en compte lors d'un diagnostic des murs comme par exemple la structure, la présence d'humidité, la présence d'obstacles, la présence d'isolation existante...Quelques éléments importants sont listés ci-après :

- La structure : vérifier la présence de fissures et détermination des causes. Avant d'entreprendre des travaux d'isolation des murs, il est indispensable de vérifier avec l'appui d'un spécialiste le caractère non pathologique et stabilisé de la fissure. Vérifier l'état du support existant et suivre les recommandations du document de référence : [PDF - Recommandations professionnelles ITE : PSE sous enduit \(Etics\)](#), en particulier pour la reconnaissance des supports et les tests d'arrachement (Annexe I) ;
- L'humidité : vérifier la présence d'infiltration, de moisissures, de remontées capillaires et traiter la cause avant de démarrer les travaux ;
- Vérifier la présence éventuelle de freins liés aux règles d'urbanisme : emprise sur le terrain public, mitoyenneté, environnement classé au sens des ABD (Architecte des Bâtiment de France) ;
- Vérifier la présence d'une isolation existante et évaluer son état, sa mise en œuvre (continuité) et l'absence d'humidité excessive. Estimer sa résistance thermique afin de pouvoir dimensionner l'isolation rajoutée (règle des 2/3 -1/3).

- Pour le lot des menuiseries :

- Vérifier l'état de la menuiserie, son état de fonctionnement, estimer sa performance selon la technologie utilisée (type de menuiserie, type de vitrage, présence de condensation, étanchéité à l'air...) ;
- Vérifier le type de pose des fenêtres existantes (tunnel, applique) et la présence d'une isolation existante ;
- En cas de conservation de la menuiserie et pose de l'ITE : Vérifier que les dimensions des coquillages sont suffisantes pour accueillir l'isolant en retour de tableau (minimum 30 mm), Vérifier qu'il y a la place nécessaire pour isoler la pièce d'appui maçonnerie existante sans obturer les trous d'évacuation de la pièce d'appui existante.

- Pour le lot isolation du plancher de combles perdus :
 - o Vérifier que le support est continu, étanche à l'air et résistant à la charge apportée par l'isolant ;
 - o Vérifier l'absence de traces d'humidité, d'animaux, d'insectes ;
 - o Vérifier que la ventilation des combles est correcte (Contrôler les sections de ventilation en se reportant aux DTU en vigueur, vérifier qu'elles ne sont pas obstruées et vérifier / remplacer les grilles anti-intrusion insectes / rongeurs) ;
 - o Faire vérifier l'état de la charpente et de la couverture par un professionnel afin d'éliminer toute infiltration d'eau et tout problème structurel ;
 - o Vérifier la présence de conduit de fumée ;
 - o Vérifier la présence de réseaux et leur état (électricité, chauffage, ECS...).
- Pour le lot isolation des rampants de toiture (SARKING) :
 - o Structure : vérifier l'état de la charpente ;
 - o Vérifier la présence d'un platelage existant sous couverture (voliges généralement) et déterminer sa nature ;
 - o Cheminée : vérifier l'état structurel, l'étanchéité, vérifier avec l'aide éventuelle d'un spécialiste le dimensionnement de l'appareil existant et la possibilité d'installer un appareil (taille du boisseau, hauteur de la cheminée...).

5.2 Diagnostic des besoins et contraintes des habitants

La réalisation de travaux engage des modifications de l'environnement de vie des occupants pour de nombreuses années. Faire un bon diagnostic des besoins des habitants permet d'éviter les déceptions post-travaux et d'anticiper des évolutions futures dans la vie des ménages.

- Pour le lot menuiserie :

Lors de la pose de nouvelle menuiserie plusieurs éléments importants doivent être portés à la connaissance des occupants :

- o Informer sur la possibilité d'installer des vitrages anti-effractions en particulier dans le cas où des barreaudages existants seraient supprimés ;

- Expliquer les contraintes liées à l'ouverture des fenêtres selon le type de pose retenue (ouverture limitée à 90° dans certains cas) ;
 - Le choix des fermetures est un élément important à discuter avec les occupants, tant sur les aspects performanciels que fonctionnels...Dans certains cas le choix s'impose par une décision des ABF (Architecte des Bâtiments de France). La conservation des fermetures existantes impose parfois de devoir redimensionner les éléments ;
 - Interroger les occupants sur les projets d'isolation envisagés au niveau des murs. Le remplacement des menuiseries au moment de réaliser une isolation des parois est préférable afin de faciliter un traitement optimal de l'interface. Si cela n'est pas possible, selon le type de pose envisagée, il peut être utile d'anticiper le traitement ultérieur de l'interface notamment la largeur des dormants dans le cas d'une pose en feuillure (cochonnet) ou la pose sur un rejingot permettant un traitement du pont thermique plus efficace dans le cas d'une pose en tunnel à l'extérieur.
- Pour le lot isolation du plancher de comble perdu :
- Questionner le ménage sur un changement de destination prévu (habitation ou stockage). Le choix de la solution technique d'isolation pourra être impacté selon l'usage du comble. Un renforcement de structure pour le plancher pourra également être nécessaire ;
 - Interroger le ménage sur l'utilisation et le maintien des conduits de fumées et ventilation. Leur suppression peut éviter la mise en place de dispositions particulière vis-à-vis de la sécurité incendie et une dégradation de la performance d'isolation (ponts thermiques).
- Pour le lot isolation des rampants de toiture :
- Interroger le ménage sur l'usage des conduits de cheminée (type d'installation) ;
 - Expliquer les enjeux liés à la conservation de la cheminée (disposition supplémentaire liées à la sécurité incendie, traitement des étanchéités périphériques, ponts thermiques...).

5.3 Adaptation relative au diagnostic

À partir du diagnostic, certaines actions préalables peuvent être nécessaires avant de commencer les travaux.

- Pour le lot ITE murs :
 - Présence de fissures : en cas de fissures jugées non pathologiques (stabilisées, non préjudiciables structurellement), prévoir un rebouchage afin d'assurer l'étanchéité à l'air de la paroi. Dans le cas d'une ITE, l'enduit existant joue un rôle prédominant dans l'étanchéité à l'air pour le mur, il doit donc être continu ;
 - Présence d'humidité : après le traitement de la cause, il est nécessaire de laisser sécher plusieurs mois la zone traitée avant de pouvoir démarrer les travaux ;
 - Respect des règles d'urbanisme : adaptation des coloris et finitions autorisées ;
 - Valider la compatibilité du nouvel isolant avec l'isolant existant afin de ne pas emprisonner de la vapeur d'eau au sein d'un des deux isolants (**cf. § 6.3.7**).
- Pour le lot menuiserie
 - En cas de conservation de la menuiserie existante, il est nécessaire de traiter le retour tableau par une fine couche d'isolation (**cf. § 6.3.8**).
- Pour le lot isolation du plancher de comble perdu :
 - Dans le cas de la mise en place d'un plancher au-dessus de l'isolation (pour le stockage), la mise en œuvre d'un pare-vapeur peut être nécessaire sous l'isolant.
- Pour le lot isolation des rampants de toiture
 - En cas de capacité portante insuffisante de la charpente, il peut être nécessaire de remplacer ou renforcer des pièces jugées défectueuses ou à risques (**cf. § 6.4.7**) ;
 - Vérifier la compatibilité des voliges existantes avec les préconisations formulées dans les guides techniques ou avis technique de SARKING. Le cas échéant, prévoir son remplacement pour se mettre en conformité.

6 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE LA SOLUTION

6.1 Solution de référence B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE »

Description détaillée des lots prioritaires et de leurs interfaces sous la forme de coupes de principe.

6.1.1 Interface ITE x Combles perdus

Description Lot 1 - murs

Principe solution :

- Famille : ITE ETICS : isolation thermique extérieure en isolant biosourcé (panneau de fibre de bois calé-chevillée) sous enduit
- Préconisation obligatoire : pose d'un procédé (isolant + enduit) sous avis technique ou ATEX
 - o La performance thermique de l'isolation répond au référentiel Dorémi soit R additionnelle = 4,5 m².K/W soit environ 180 mm d'isolant

Modifications à prévoir :

- La pose d'une ITE calé chevillé nécessite une surface plane. Importance du nettoyage lors de la préparation de façade. Pose d'un enduit de râgréage ou piquetage si nécessaire afin d'obtenir la surface la plus plane et homogène possible.
- Si modénature, les déposer (sciage, piquage).

Points de vigilance :

- Désolidariser l'isolant ETICS de tout point dur : 1 à 2 cm avec fond de joint ou joint mousse pré-comprimé (pour limiter le pont thermique), afin de laisser l'ITE se dilater et éviter que l'enduit fissure.
- Quelle que soit la configuration, la continuité des isolants entre lots ainsi que celle de la limite d'étanchéité à l'air sont toujours étudiées.
- De même, le travail des interfaces est traité systématiquement avec les artisans.
- Nécessite un collage en boudin continu, ou en plein, sur les panneaux en périphérie extérieure et autour des ouvertures pour bloquer le passage d'air entre isolant et mur.

- Bien traiter tous les éléments métalliques existants. Enlèvement préférable sinon un vrai traitement anti-corrosion (ex : gonds de volet existant/ verrière) pour éviter pont thermique ou corrosion dans la pierre et/ou risque d'éclatement.

Caractérisation des parois

ITE					
Intérieur	Enduit plâtre	Parpaing	Isolant biosourcé (fibre de bois)	Enduit (ouvert à la migration de la vapeur d'eau)	Extérieur
	1 à 2 cm	20 cm	R = 4,5 m².K/W Si lambda = 0,040 Ep = 18 cm	1 à 2 cm	

Coupes en partie courante :

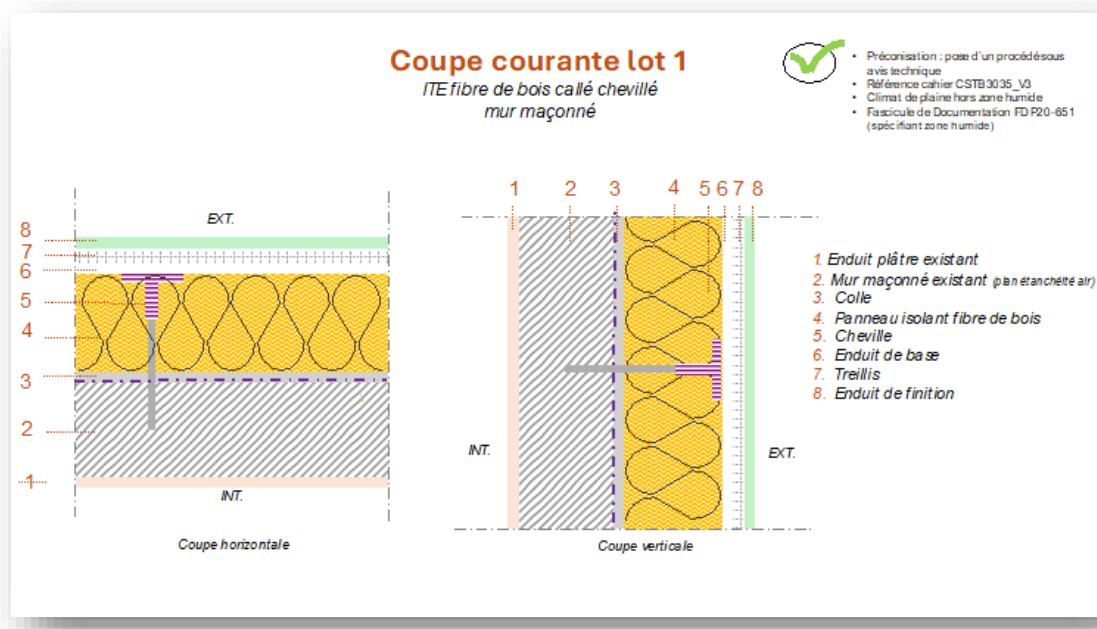


Figure 6 : Coupe en partie courante, Lot 1 mur – ETICS en panneau isolant bois

Description Lot 4 – plancher haut comble perdu

Principe solution :

- Ouate de cellulose soufflée conforme au NF DTU 45.11
- R additionnelle = 7,5 m².K/W

Modifications à prévoir :

- Selon le diagnostic, le traitement de l'étanchéité à l'air du plafond peut impliquer la reprise du plâtre en plafond, reprises des fissures, traitement des pénétrations de points lumineux centraux.
- Le plâtre doit être continu pour assurer l'étanchéité à l'air.



Figure 7 : Exemple plâtre sur lattis non étanche, à reprendre (source : Dorémi)

Points de vigilance :

- Étanchéité : traiter toutes les traversées de réseaux, passages de câbles et gaines par des manchettes/EPDM/adhésifs adaptés/travaux induits de plâtre.
- Boîtiers de dérivation électrique : en plus de leur signalement à fixer sur la charpente, s'assurer que les boîtiers sont étanches sinon possibilité d'y mettre un gel bi-composant.
- Trappe d'accès aux combles :
 - o Prévoir l'étanchéité à l'air des trappes d'accès. Un joint sur la périphérie de l'encadrement diminuera les fuites de chaleur et les courants d'air.
 - o Ne pas oublier d'isoler cette surface en y fixant un panneau isolant côté froid et si possible, avec la même résistance thermique que le reste du plancher haut. Le cadre de la trappe doit avoir la hauteur de l'isolant + 20 %. En cas d'accès aux combles par une cage d'escalier encloisonnée, il sera peut-être

plus simple et plus économique de faire réaliser une trappe isolée plutôt que d'isoler l'ensemble des parois de l'escalier.

- Traiter l'étanchéité en périphérie des plafonds selon diagnostic : si le plafond a été réalisé après les cloisons et doublages (courant quand cloisons, doublages et plafond sont en brique), combler les têtes de cloison creuse et les espaces de doublages qui débouchent dans les combles : bourrage des vides avant étanchéification (à l'air) par mortier adapté, membrane, membrane liquide pulvérisée ou badigeonnée. (nota bene : le remplissage des vides à la mousse PU ne suffit pas pour rendre étanche à l'air)
- Ventilation des combles : selon le diagnostic, adapter, si besoin, les sections de ventilation (ajout de tuiles chatières ou grille en pignons) pour assurer un renouvellement d'air suffisant afin d'éviter les problèmes liés à une humidité trop importante (moisissures, détérioration de la charpente ou altération des matériaux d'isolation), et la surchauffe en été.
 - o Si le faîtage est scellé prévoir des tuiles chatières en partie haute de la couverture, si faîtage à sec (closoir ventilé) pas de nécessité d'ajouter de tuile chatière si l'entrée d'air est correcte en bas de pente, c'est-à-dire si les sections sont conformes aux DTU de la série 40.
 - o Prévoir la mise en place de déflecteurs en périphérie du comble afin de préserver un espace suffisant entre isolant et couverture (lame d'air 4 cm sous les tuiles) et permettre ainsi à l'air de bien entrer et circuler dans le comble perdu.
Ce déflecteur pourra avantageusement être réalisé avec une bande d'écran de sous-toiture HPV (Haute perméabilité à la Vapeur d'eau), agrafée sous les chevrons (haut à 10 cm au-dessus de l'épaisseur prévue pour l'isolation) pour suivre la pente de toit et redescendre sur le mur gouttereau, cela évite ainsi l'espace vide créé par la pose d'un déflecteur en panneau de bois en amont du mur à cause d'un accès souvent difficile en bas de pente pour le fixer.
- Structure bois en bon état : selon le diagnostic, réaliser, si besoin, le renforcement de la structure pour supporter l'ajout du poids de l'isolant.
- Pour préserver la ventilation sous couverture, poser des déflecteurs pour arrêter l'isolant.

- Bonne pratique : éviter de marcher sur l'isolant soufflé à mettre en place un chemin d'accès pour permettre un contrôle visuel de la toiture et une inspection des combles.



Figure 8 : Exemple du traitement de l'étanchéité à l'air entre la contre-cloison briquette et le comble perdu (source Dorémi)

Combles perdus					
Intérieur	Lattis plâtre	Plancher bois existant	Isolant biosourcé (ouate de cellulose soufflée)	Combles ventilés	Extérieur
	Avec reprise d'étanchéité		R = 7,5 m².K/W Si lambda = 0,040 Ep = 30 cm		

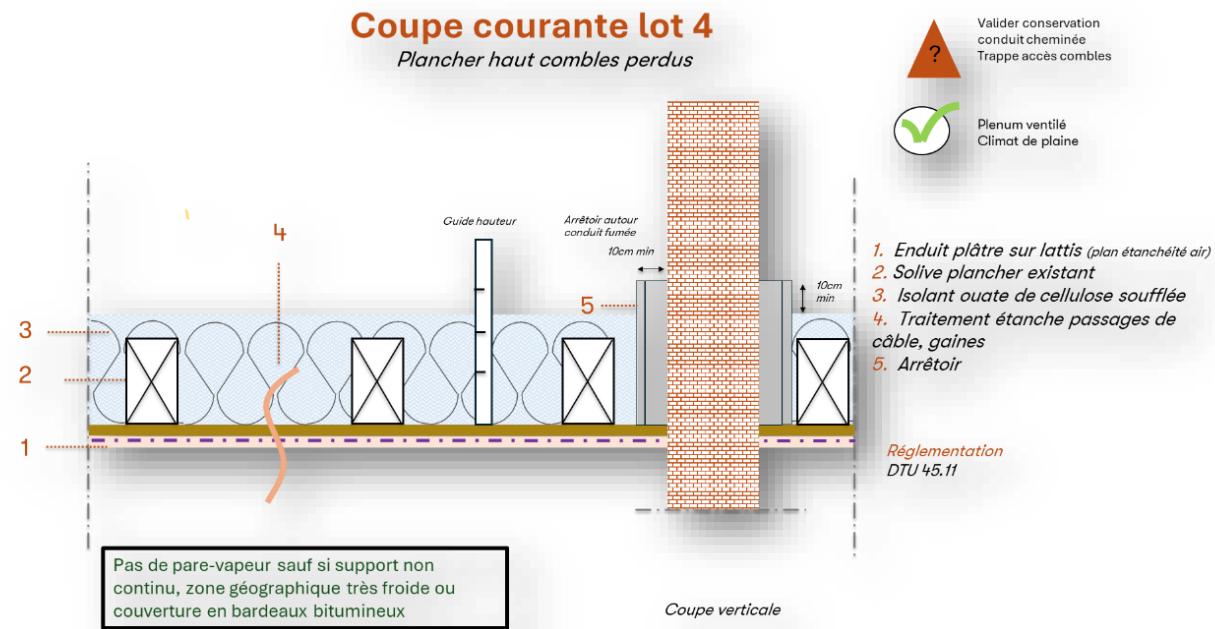


Figure 9 : Coupes en partie courante Lot 4 - plancher haut combles perdus 1/2

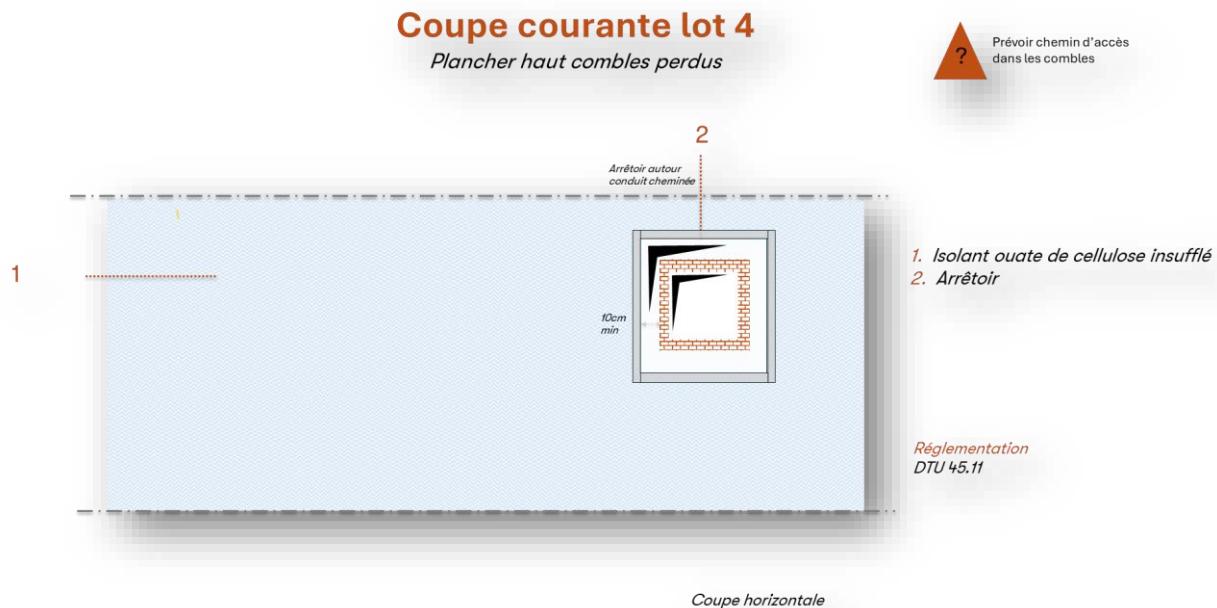


Figure 10 : Coupes en partie courante Lot 4 - plancher haut combles perdus 2/2

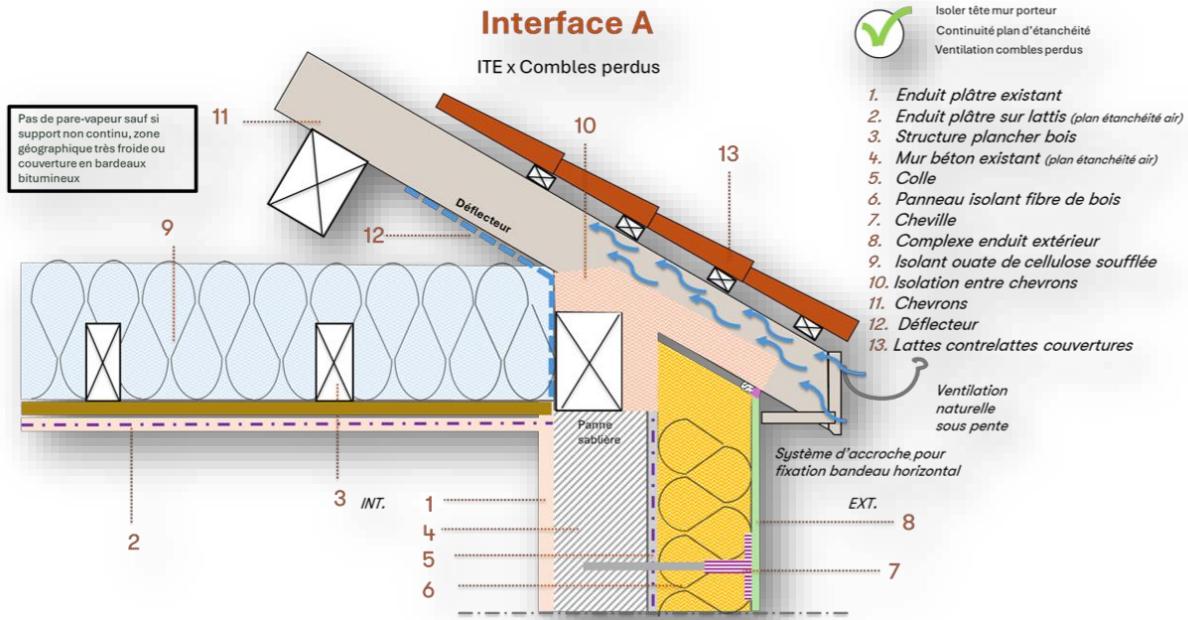


Figure 11 : Interface A entre lot 1-ETICS et lot 4 – combles perdus

Points de vigilance ITE/Combles perdus

- Étanchéité à l'air : test d'infiltrométrie à faire en cours de chantier après traitement de l'étanchéité en façade et en combles et avant la pose des isolants pour permettre des corrections.
- Traitement des ponts thermiques (Continuité isolation) : bien recouvrir la tête de mur béton et panne sablière avec un isolant pour faire la liaison entre l'isolant du mur (ITE) et celui de la toiture (combles) et ainsi éviter un point froid et une condensation potentielle.
- Coordination avec le ventiliste et l'électricien dès la première réunion de chantier pour le phasage de l'intégration des réseaux.

6.1.2 Interface ITE x Menuiseries

Description Lot 1 - murs

Idem 6.1.1

Description Lot 5 - menuiseries

Principe solution :

- La menuiserie extérieure répond au référentiel Dorémi, c'est-à-dire Menuiseries double vitrage performantes (U_w (max) = 1,3 W/m².K et S_w mini = 0,3
- Pose : en tunnel nu extérieur existant
- Dormant élargi : pour retour isolant sur tableau

Coupes en partie courante :

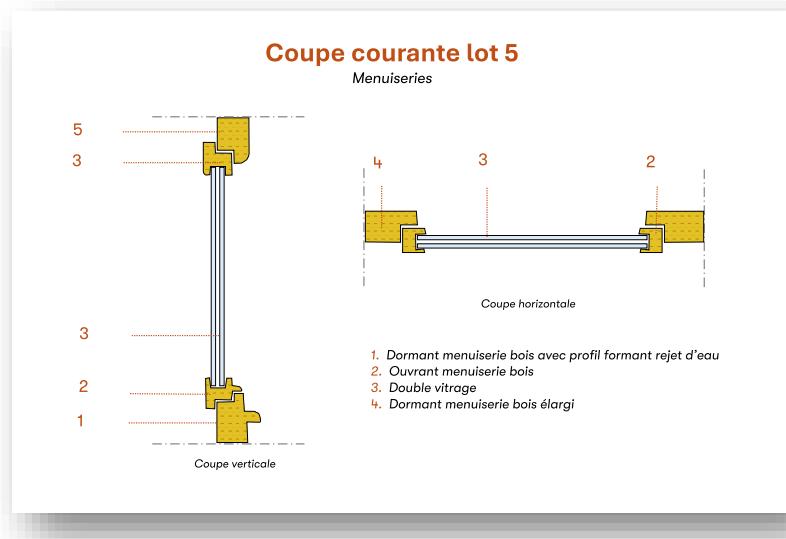
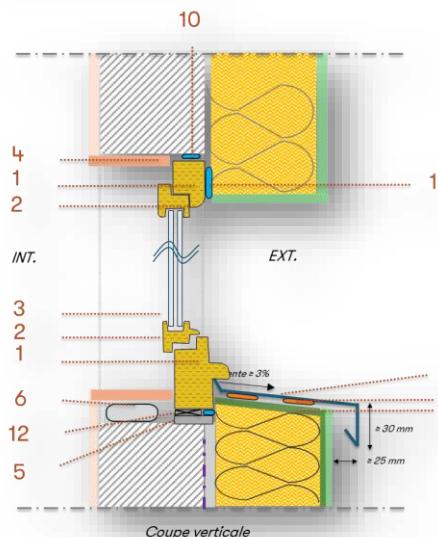


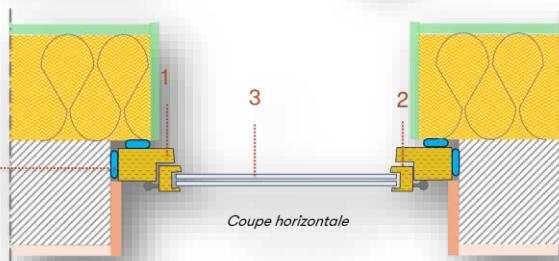
Figure 12 : Coupe en partie courante, Interface Lot 1/Lot 5

Schéma de principe



Interface B

ITE x Menuiseries



- 1. Dormant menuiserie bois élargi
- 2. Ouvrant menuiserie bois
- 3. Double vitrage
- 4. Habillement intérieur (BA13/plâtre/bois) retour tableaux
- 5. Rejingot créé (assise 40 mm, remontée 25mm)
- 6. Colle/MAP ou calle pour tenir le parement
- 7. Sous enduit + trame
- 8. Mastic ou colle d'assemblage compatible enduit
- 9. Bavette alu (ou pièce d'appui maçonnerie)
- 10. Mousse imprégnée (type Compriband) pour étanchéité air et eau
- 11. Joint de désolidarisation (type Compriband)
- 12. Calle (5mm mini)

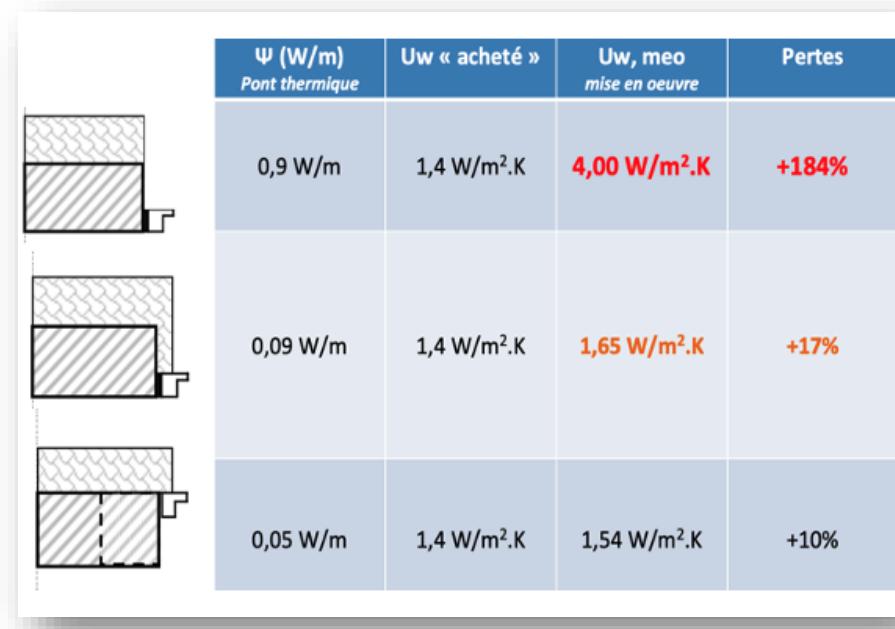
Figure 13 : Interface B entre lot 1 ETICS et lot 4 menuiseries

Modifications à prévoir :

- Dépose des dormants existants (dépose totale) ;
- Occultations : dépose et repose de l'existant (volets battants en bois) ;
- Scellement des fixations des volets battants : dépose + pose avec supports de gonds à rupture de ponts thermiques.
- Occultations très importantes pour le confort d'été et les consommations de chauffage. La pose des occultations est réalisée en minimisant les ponts thermiques.

Points de vigilance :

- Utilisation adhésif spécifique : scotch d'étanchéité à l'air qui laisse migrer la vapeur d'eau et compatible avec les supports visés.
- Traitement du pont thermique périphérique de la fenêtre. Le positionnement de la fenêtre au nu extérieur est :

**Figure 14 :** Calcul déperdition façade selon l'emplacement de la menuiserie

Zoom sur la fixation des volets battants avec ITE

Il existe plusieurs solutions actuellement sur le marché pour fixer des volets battants avec un système ITE finition enduit :

1. Support en plots à rupture de pont thermique

Ce type de support présente des avantages thermiques en supprimant le pont thermique lié aux fixations du support dans la maçonnerie. De plus, la fixation du nouveau gond est pérenne.

Ce matériel présente un coût nettement supérieur à tous les systèmes de prolongation de gonds existants. Il faut compter aux alentours des 120 euros TTC posé par gond.



Figure 15 : Exemples de solutions de supports pour volets battants avec traitement du pont thermique

2. Gonds déportés

Ce système présente l'avantage du prix peu élevé à l'achat. La mise en œuvre est simple mais le traitement en périphérie peut être délicat (solution de mousse PU pour combler les vides). Pour les grosses épaisseurs d'isolant (supérieures à 160 mm), le porte-à-faux est conséquent et peut être source de fissurations en périphérie des gonds.

Pour le traitement du pont thermique, il existe sur le marché des déports de gond à rupture de pont thermique.

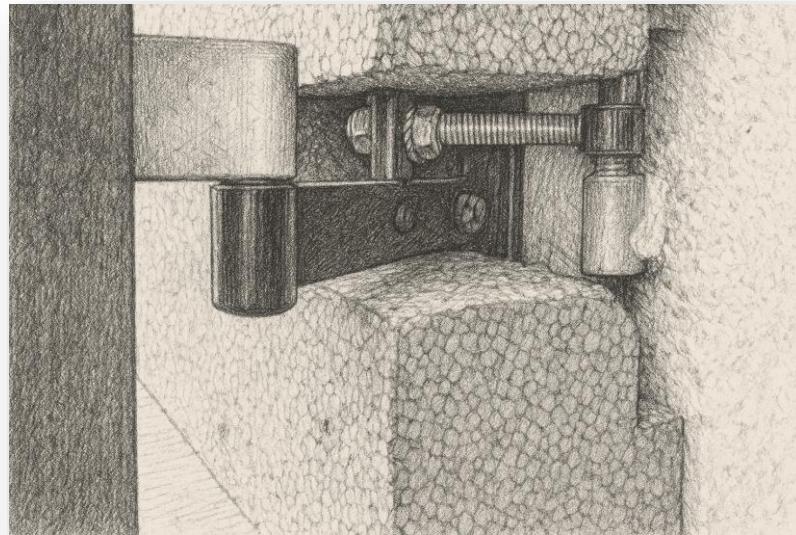


Figure 13 : Illustration d'une solution de gonds déportés

3. Volets battants sur précadre

Le volet battant sur pré cadre facilitera la pose et assurera une finition d'angle parfaite. L'occultation sera optimale grâce aux joints situés dans le pré cadre. La motorisation des volets est possible par une alimentation solaire ou autre.

Le précadre permettra l'isolation du tableau. Cette isolation ne sera possible qu'en présence d'un cochonnet suffisant sur les menuiseries existantes ou en cas de pose sur cadre bois existant conservé.

Concernant l'interface avec l'ITE, il faudra prévoir des supports de pose en amont afin de fixer le pré cadre. À chaque gond il faut prévoir une fixation ainsi qu'un ou deux supports en partie haute selon la largeur du volet.

Points de vigilance :

- Assurer la continuité de l'isolation entre les menuiseries et l'ITE : retours d'isolation des tableaux = dormants des menuiseries élargis
- Pose des nouvelles menuiseries en tunnel au nu extérieur de la façade. Le tableau maçonné se trouve alors dans l'espace chauffé : diminution des ponts thermiques.
- Traitement appui fenêtre (infiltration d'eau).

6.2 Solution de référence B3.1 « CHALANDON »

Description détaillée des lots prioritaires et de leurs interfaces sous la forme de coupes de principe.

6.2.1 Interface ITE x Sarking

Description Lot 1 - murs

Idem § 6.1.1

Seule différence : support de base = brique au lieu de parpaing.

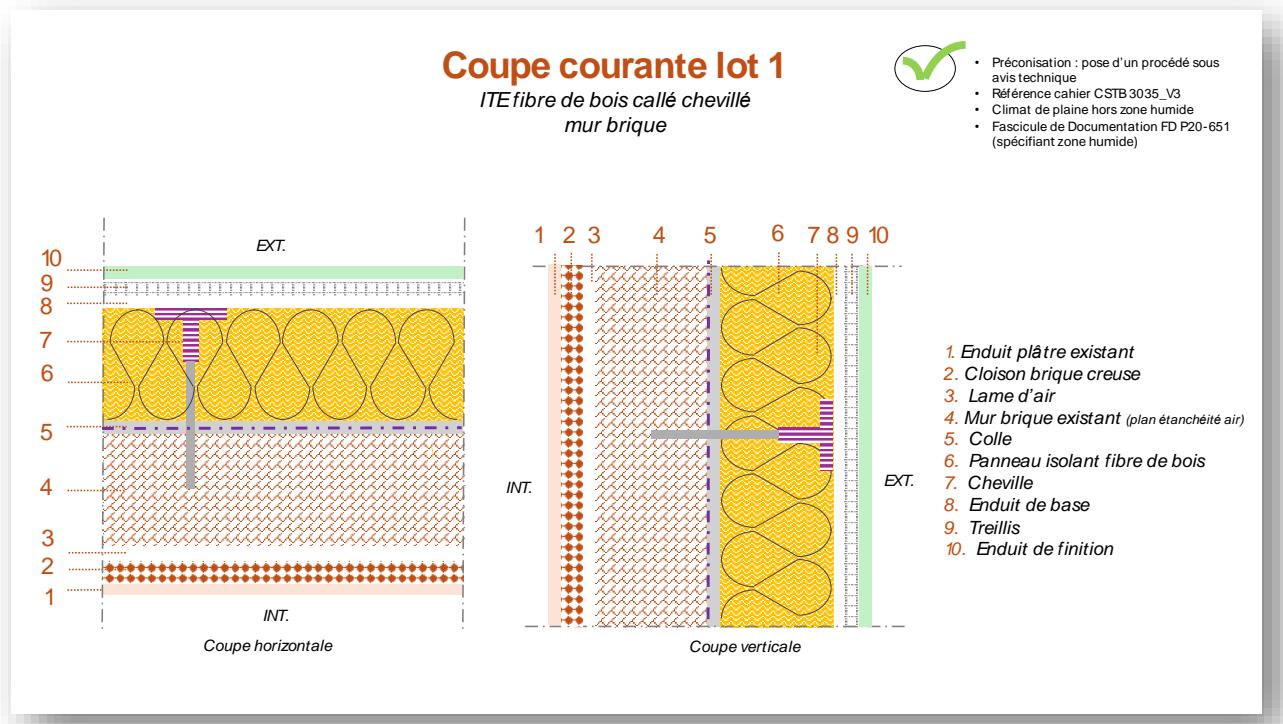


Figure 17 : Coupe courante lot 1 ETICS fibre de bois sur mur brique

Description Lot 3 – sarking

Principe solution :

- La performance thermique de l'isolant répond au cahier des charges du référentiel Dorémi.
- R additionnelle = 7,5 m².K/W
- Fibre de bois rigide dont l'usage est prévu dans un avis technique (par exemple : DTA 7/22-1794_V2).
- Masse volumique 110 kg/m³, Capacité thermique spécifique 2100 J/(kg*K), résistance à la compression kPa inf50 et écran de sous-toiture HPV.

SARKING						
	Chevrons existants	Pare-vapeur	Isolant biosourcé (panneau fibre de bois)	Écran de sous-toiture	Couverture (tuiles)	
Intérieur			$R = 7,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ <i>si $\lambda = 0,039 \text{ W/m.K}$</i>	Sd = 0,04	Ventilées en sous-face	Extérieur
		Sd mini 18m				

Modifications à prévoir :

- Dépose de la couverture d'origine
- Vérifier l'état de la charpente et sa capacité à supporter un ajout de charge. Si besoin prévoir un renforcement de la charpente ou remplacement des pièces jugées défectueuses ou à risque par un charpentier
- Repérer toutes les sorties en toiture (cheminées, ventilation de chute, câbles...) et les fenêtres de toit.

Coupes en partie courante Lot 3 :

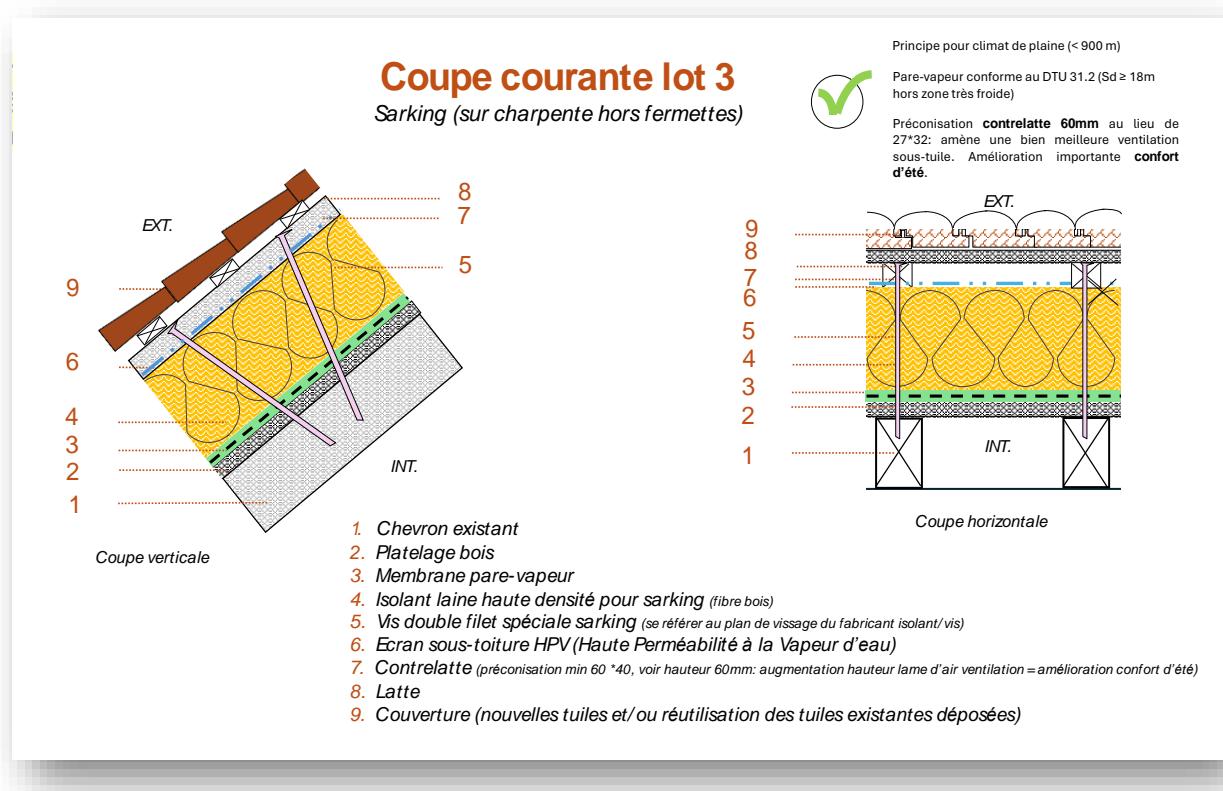


Figure 18 : Coupe courante lot 3 toiture sarking

Points de vigilance :

- Sécurité des intervenants : suivre les principes de mise en œuvre du guide de l'OPPBTP « Isolation thermique par l'extérieur des toitures - Sarking et pose de panneaux isolants supports de couverture avec ou sans platelage » ;
- Il n'y a pas d'avis technique sur le sarking en fibre de bois. Les entreprises s'appuient sur le DTU 31.2 (bardage) mais attention, il y a plus de contraintes en termes de résistance et de durabilité en couverture qu'en bardage. Il peut être pertinent de se référer à l'avis technique pour le sarking en laine de roche, dont les contraintes sont proches ;
- Les fermettes industrielles ne sont pas visées par les avis techniques Sarking.
- Prévoir le traitement des ponts thermiques et garantir la continuité de l'étanchéité à l'air avec les murs (souvent l'enduit existant qui devra ne pas présenter de fissures). Traitement des ponts thermiques en tête de mur et pose de membrane d'étanchéité à l'air pare-vapeur. Traitement soigné aux jonctions d'étanchéité ;
- Choix de supports d'isolant limitant les ponts thermiques structurels. Choix de matériaux permettant de limiter l'inconfort estival et assurant les principes de migration de vapeur ;
- Dans la majorité des cas de couverture en tuiles, de nouvelles tuiles seront posées pour des questions de prise de responsabilité et de garanties décennales des entreprises. Il est très rare que les anciennes tuiles soient reposées ;
- Soigner les entrées et sorties d'air pour assurer le meilleur tirage (et améliorer le confort d'été).

Interface Lot 1/ Lot 3

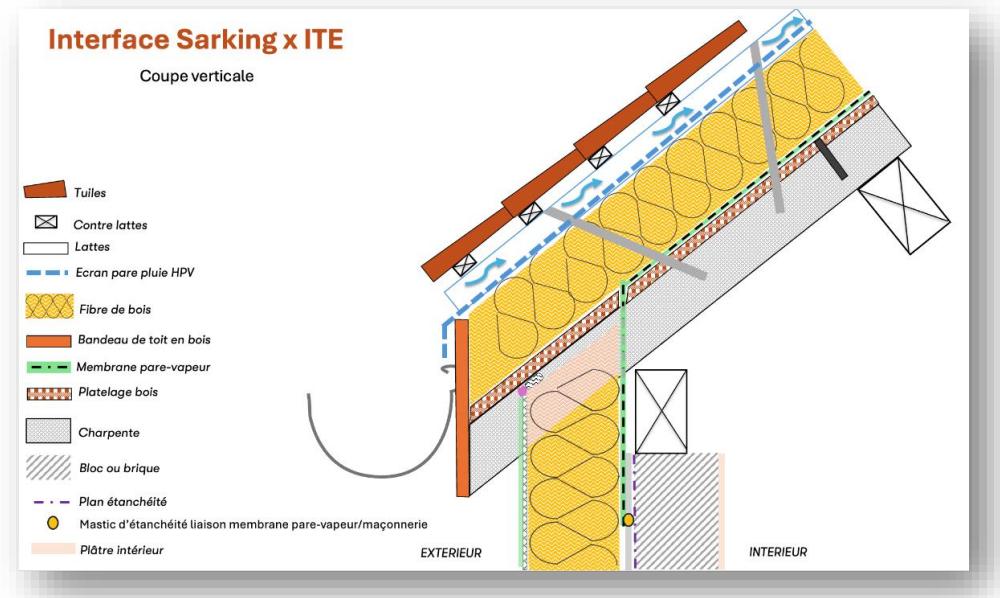


Figure 19 : Interface C entre lot 1 ETICS et lot 3 sarking

Points de vigilance :

- La continuité de l'enveloppe reste un point essentiel pour garantir une performance maximale de la rénovation ;
- Étanchéité à l'air : le pare-vapeur doit venir recouvrir le plan d'étanchéité à l'air du mur existant sur l'enduit existant. Ce recouvrement est nécessaire pour la continuité de l'étanchéité. S'assurer auparavant qu'il n'y a pas de fissures sur l'enduit existant ;
- Pare-vapeur conforme au DTU 31.2 ;
- Cette continuité passe par une mise en œuvre soignée et précise ainsi qu'un dialogue entre artisans. Importance des échanges entre artisans avant et pendant ;
- Sur les pignons, il est recommandé de prolonger la charpente afin de recouvrir et ainsi protéger l'ITE ;
- Dans le cas d'une sortie de cheminée en toiture, il est nécessaire de reprendre l'étanchéité (solin + bande d'étanchéité) autour de la souche de la cheminée.
- Si une fenêtre de toit type Velux est présente, sa dépose et repose est à prévoir (afin de garantir la bonne étanchéité de la toiture). Il est rare qu'un artisan, pour des raisons de garantie, accepte de reposer une fenêtre de toit existante.
- Fixation des chevilles à 80 mm minimum du bord de l'isolant.

6.3 Gamme B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE »

Les propositions d'adaptation suivantes constituent des pistes de travail mais n'ont pas fait l'objet de validation technique dans le cadre de cette étude.

6.3.1 Murs en pierre

Si pierre en soubassement, problématique planéité du support.

Entraîne une modification du choix technique ITE.

Plusieurs solutions dont certaines ne sont pas des techniques courantes sont envisageables :

- Isolant bi-densité avec une face semi rigide qui épouse la forme de la pierre, en pose calée chevillée (pose très soigneuse pour éviter les désaffleurements entre panneaux) ;
- Isolant semi rigide entre ossature qui épouse la forme de la pierre + panneau à enduire ;
- Isolant en vrac insufflé derrière un panneau à enduire fixé sur ossature (caisson) pour épouser parfaitement la forme de la pierre ;

Cette dernière solution permet de récupérer l'aplomb et fixer un panneau sur ossature pour la réalisation de l'enduit. Selon les surfaces des parois extérieures il est possible de faire varier l'épaisseur d'isolant et de garantir la planéité finale. La pose doit être extrêmement minutieuse pour éviter tout vide d'air entre le mur et l'isolant. Avant pose, il est souvent nécessaire de prévoir un piquetage et/ou gobetis sur le mur en pierre pour minimiser les différences d'aplomb et les profondeurs de joints.

6.3.2 Débord de toiture limité

Une prolongation de la charpente et des chevrons sur pignon et avancées de toiture sur les façades est nécessaire pour assurer la protection de l'ITE des intempéries. Ce prolongement s'effectue généralement en dédoublant les chevrons sur une longueur suffisante. Attention cette prolongation de charpente et de couverture doit être étanche à l'eau pour ne pas amener d'infiltration en partie haute du système ITE. Attention également, à bien prendre en compte la charge de neige dans ce cas. Une reprise de la charpente support nécessite forcément une dépose à minima des premiers rangs de tuiles à l'égout et/ou en rives de couverture.

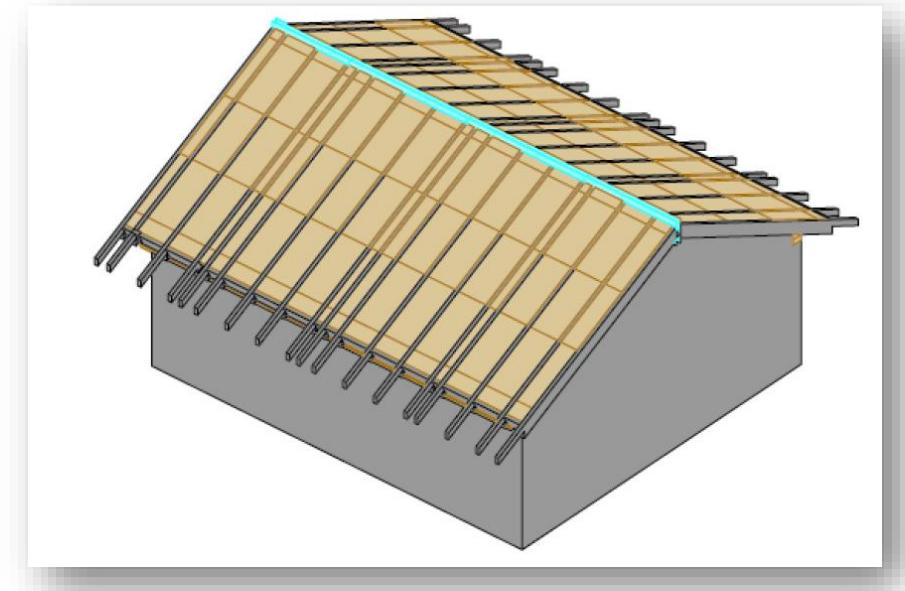


Figure 20 : Prolongation de charpente sur la façade par dédoublement des chevrons

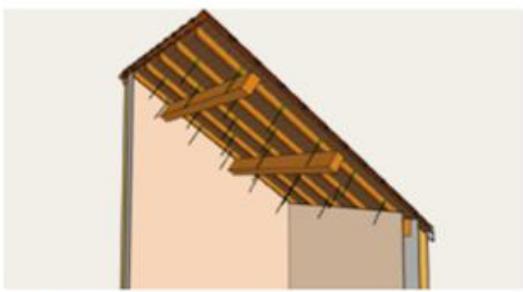
Si pour des raisons financières, d'urbanisme ou autres il y a impossibilité de prolonger, une alternative consistera en la mise en place d'une couvertine en amont de la pose de l'isolant. Ce type de solution est généralement pris en charge par la filière ITE. Ceci n'étant pas une solution traditionnelle, il n'existe pas spécialement de texte de référence pour traiter des bons recouvrements et des interactions satisfaisantes avec les tuiles. Le CPT 30.35 impose une cote minimale de 25 mm entre l'enduit fini et l'extrémité du profilé de couronnement (goutte d'eau). Il est donc impératif d'évaluer la dimension du profilé de couronnement en fonction des éléments suivants : type de pose de l'isolant/ épaisseur de l'isolant avec épaisseur de l'enduit fini.

L'attention est également attirée sur l'aspect esthétique de la toiture qui en sera grandement modifiée (bande métallique de largeur importante en périphérie de toiture, acceptation du permis modificatif par ABF

6.3.3 Combles aménagés

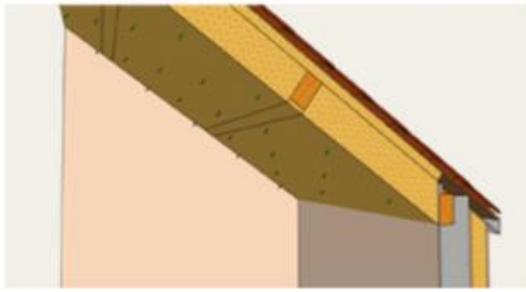
Modification solution = isolation des rampants par l'intérieur. Prévoir une ITI en plus pour ce dernier niveau. L'enjeu est d'assurer la continuité d'isolation entre rampants et murs et la continuité de l'étanchéité à l'air. Il peut être nécessaire de déposer la couverture en bas de pente pour recouvrir la tête de mur.

L'isolation en laine minérale doit être réalisée conformément au NF DTU 45.10. Si d'autres produits isolants sont envisagés, le dimensionnement des ouvrages (notamment le Sd du pare-vapeur) et leur mise en œuvre doivent être conformes aux Avis Techniques correspondants. Voici les différentes étapes nécessaires :



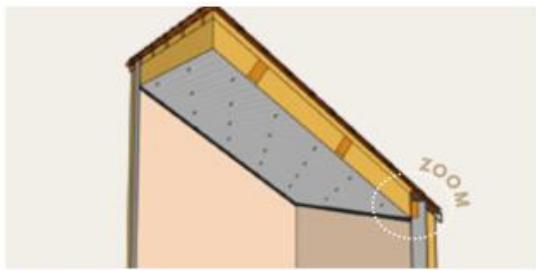
2.2 Pose des suspentes

à rupture de pont thermique sur les chevrons



2.3 Pose de l'isolant

Les pannes seront recouvertes d'isolant (si possible)

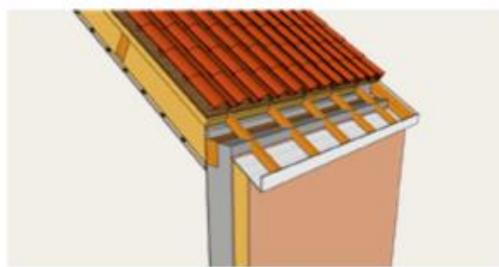


2.4 Pose et raccord frein-vapeur

sur le mur à l'aide d'adhésif adapté – traitement de l'étanchéité à l'air au niveau des suspentes si traversantes

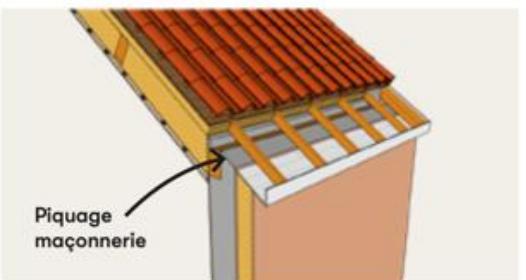


Zoom 2.4 Raccord frein vapeur / mur – Si lame d'air intérieure, déposer localement le parement pour raccord à la maçonnerie



2.6 Dépose partielle de la toiture

en bas de pente afin d'avoir accès à la tête de mur et au débord de toit



2.7 Piquage de maçonnerie

afin de pouvoir isoler la tête de mur ($R > 1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) tout en conservant la lame d'air sous la couverture

Figure 21 : Extrait de document technique détaillant la jonction ETICS et rampant de comble aménagé (source Dorémi-Enertech, 2022)

6.3.4 Escalier extérieur

Étudier avec les propriétaires la possibilité de supprimer l'escalier existant soit en modifiant l'usage de l'habitation soit en le remplaçant par un nouvel escalier déporté. Il arrive fréquemment que de nouveaux propriétaires acquéreurs réalisent une modification totale de la distribution intérieure du logement, et alors l'escalier latéral extérieur, devenu inutile, est supprimé. Cette solution est à étudier en priorité car elle a l'avantage de supprimer d'importants ponts thermiques constitués par l'escalier et le balcon palier d'arrivée.

Si la dépose est complète (ferraillage + béton), il faudra veiller à bien traiter tous les éléments en fer pénétrant dans la maçonnerie en appliquant un traitement anti-corrosion si leur enlèvement complet, bien que préférable, n'est pas retenu.

S'il est opté pour un remplacement, il sera conseillé un nouvel escalier déporté en bois ou métal (ou mixte). Pour cela, des supports de fixations (masses d'ancrage isolantes) devront être intégrés au système ITE avant finition pour permettre son installation.

Cas 1 (recommandé) : Si la largeur des marches est suffisante pour garder un passage confortable après sa réduction par l'épaisseur d'ITE, alors la pratique la plus courante est de simplement isoler le mur avec un rail de départ parallèle à la volée de marches.

Ce traitement des marches est toujours un point délicat d'un point de vue thermique mais également esthétique et durabilité.

Cette pratique de démarrer l'ITE à 15 ou 20 cm des marches, avec un rail de départ parallèle à la pente de l'escalier ou aux marches, laissent un espace creux entre isolation et marches qui représente un pont thermique conséquent, une altération esthétique peu appréciée des maîtres d'ouvrage, un lieu d'accumulation de débris (feuilles en particulier) pouvant retenir de l'eau et une source d'accident avec l'arête du rail et la possibilité de se coincer le pied entre rail et marche.

De plus, l'arête de l'isolation, même renforcée par le rail de départ, située à 20 cm de la marche, présente un point de faiblesse face aux chocs et aux frottements inévitables dans un lieu de passage comme un escalier.

Or, selon le Cahier 3035_V3 (Figure A3.1 et Figure A4), il est possible de descendre l'isolant dans le cas d'un balcon ou d'une terrasse. Il est donc proposé de descendre l'isolation de la même façon jusqu'aux marches.

Pour respecter la garde aux rejaillissements d'eau sur l'isolant en fibre de bois, il est utilisé un autre type d'isolant en « soubassement », au contact des marches et du palier, qui doit être imputrescible, tel que le liège, voire le PSE ou le verre cellulaire. Un calfeutrement compatible avec le revêtement des marches doit être prévu entre l'isolant imputrescible et l'escalier. Le profil goutte d'eau est marouflé lors de la mise en œuvre de l'enduit.

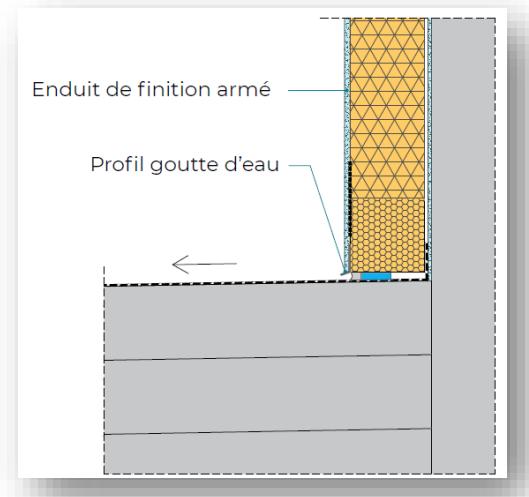


Figure 22 : Traitement de l'interface entre l'escalier et l'isolation par l'extérieur

L'ITE dans la montée de l'escalier étant soumise à des frottements ou des coups plus importants que le reste de la façade, il est judicieux de prévoir la mise en place d'une double trame ou d'une trame armée afin de renforcer mécaniquement le système.

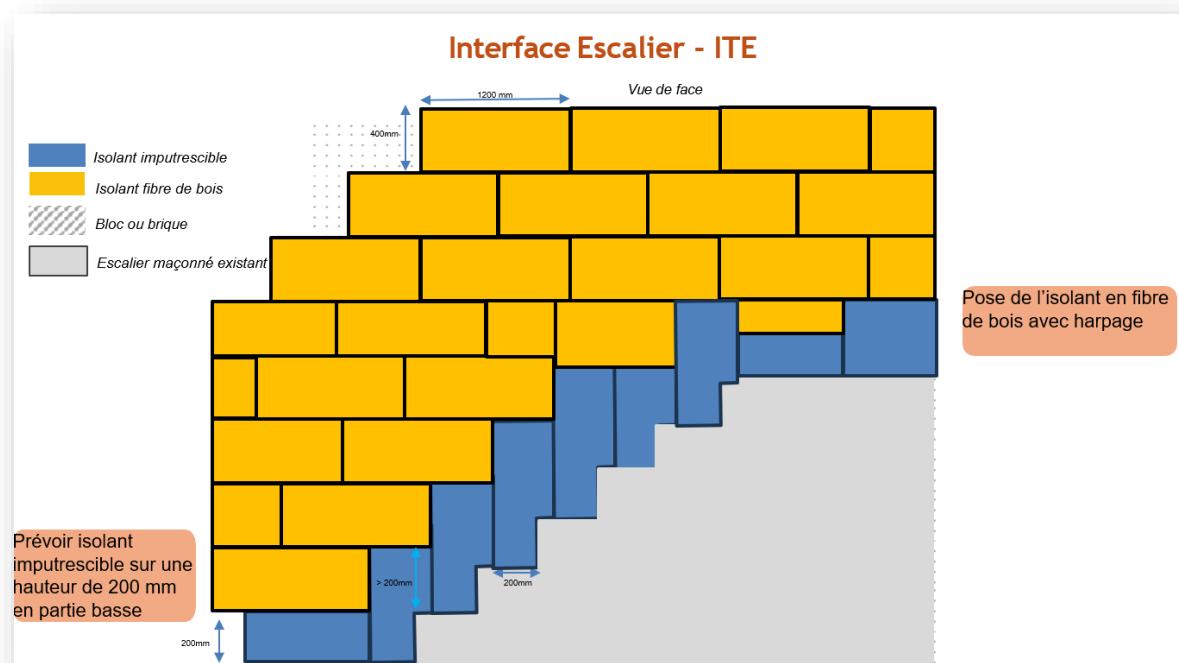


Figure 23 : Calepinage entre isolant imputrescible de soubassement et isolant en fibre de bois (ITE courant) pour préserver la garde d'eau

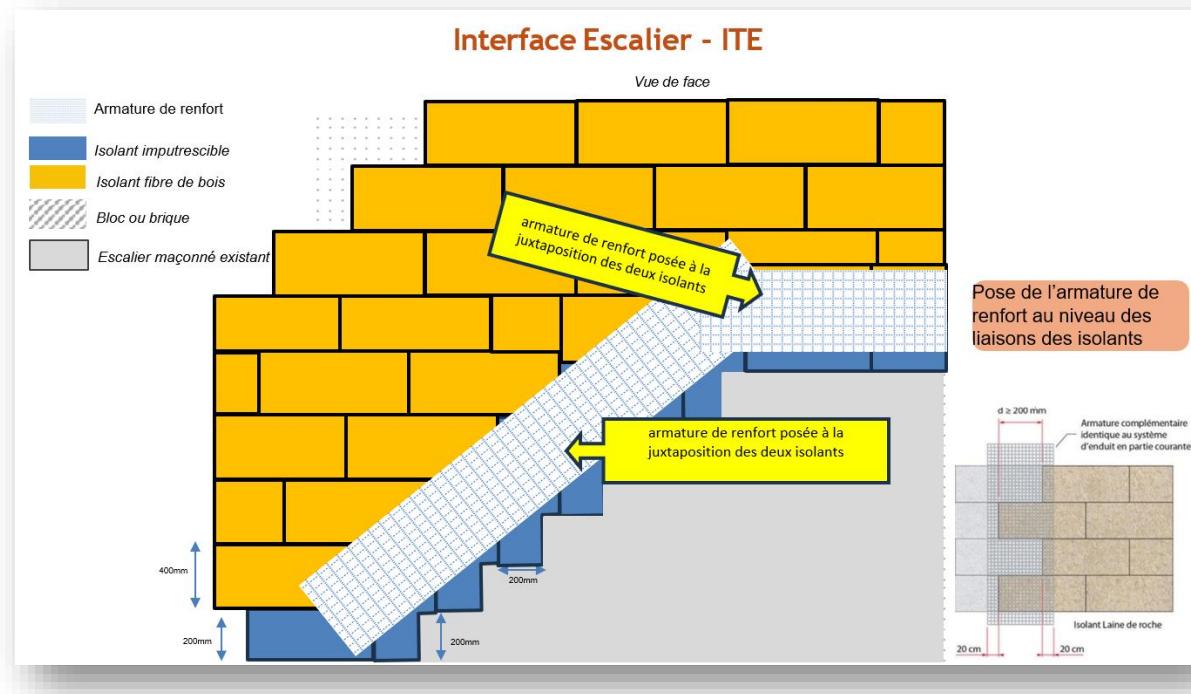


Figure 24 : Ajout d'une trame de renfort à la jonction des 2 isolants avant la pose de la trame complète et de l'enduit

Cas 2 : Il peut arriver que la découpe de l'escalier soit réalisable, lorsque les marches ne sont structurellement solidaires du mur (exemple ci-dessous avec limon déporté). Dans ce cas, ne pas hésiter à procéder à cette solution, cela permettra de réaliser une ITE continue sans rupture thermique.



Figure 25 : Exemple d'escalier où la découpe est possible

Selon la finition envisagée pour l'ITE, dans notre cas un enduit, il peut être opportun de préconiser une trame armée pour cette zone.

Le système ITE sera soumis à des passages et des divers coups. Il faudra également traiter le garde-corps existant qui très souvent sera coupé et refixé après travaux de ferronnerie. Si le garde-corps existant n'est pas conservé, la fourniture et pose d'un nouveau devra être envisagée.

Cas 3 : Conservation de l'escalier béton existant comme support pour la création d'une nouvelle esthétique.

- Première étape : isoler les marches et contremarches existantes avec des panneaux isolants imputrescibles et résistant à la compression ;
- Seconde étape : fixer des platines acier dans les marches béton de l'escalier au travers de l'isolant. Ces platines seront à la largeur définitive des futures marches ;
- Troisième étape : fixer les plateaux bois de finition.

L'escalier existant est alors intégré en partie dans l'ITE. Un calcul pour le porte-à-faux peut être nécessaire selon le matériau utilisé.



Figure 26 : Exemple traitement escalier par prolongement des marches

6.3.5 Isolation sous-sol semi-enterré

6.3.5.1 Variante 1 – sous-sol non chauffé

La solution de référence s'applique avec l'ITE qui s'arrête sous le niveau du plancher bas du RDC (descente d'isolant de 400 à 600 mm). Une isolation intérieure est posée en sous-face du plancher haut du sous-sol (R additionnelle = 3 m².K/W).

Attention dans ce cas aux ponts thermiques relativement importants en pied de mur.

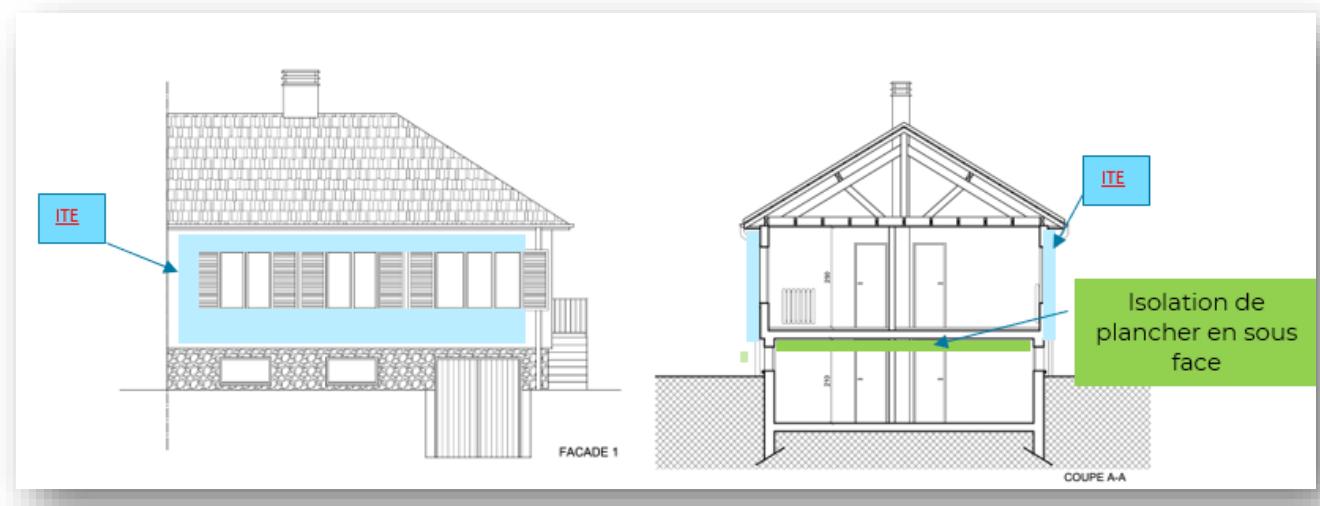


Figure 14 : Isolation du plancher bas et du pied de mur dans le cas d'un sous-sol non chauffé

Attention au traitement de l'escalier d'accès au sous-sol: dans le cas de la variante 1 l'escalier est traité dans la zone non chauffée : traitement ITI des cloisons de la cage d'escalier au sous-sol + porte étanche + isolation en sous face de l'escalier.

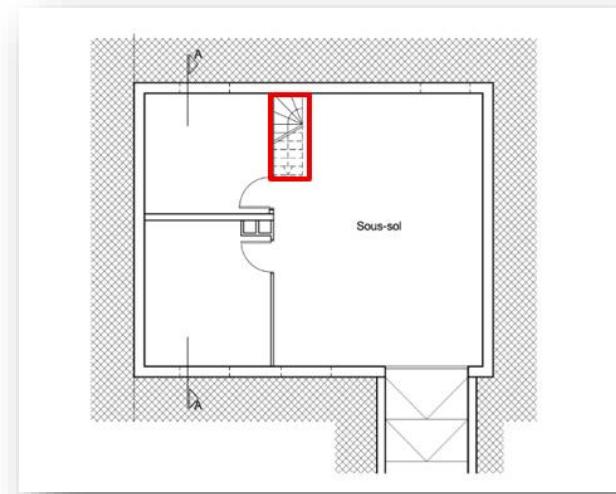


Figure 15 : Isolation de la cage d'escalier au sous-sol

6.3.5.2 Variante 2 – sous-sol totalement ou partiellement intégré au volume chauffé

La modification de la solution de référence engendre un surcoût non négligeable mais permet de créer de nouvelles pièces chauffées = augmentation surface habitable (voir si la hauteur sous plafond restant est > à 1,80 m pour surface habitable).

Si l'isolation thermique par l'extérieur ne descend pas sur la totalité du mur enterré, une isolation par l'intérieur des murs enterrés devra être envisagée pour traiter le pont thermique en partie basse du sous-sol. Il convient d'évaluer la pertinence financière de l'ITE enterrée si celle-ci doit être complétée par de l'ITI ou d'évaluer la pertinence d'une ITI si l'ITE descend suffisamment (notamment pour garder un contact direct avec le sol pour le confort d'été).

Cas 1 : Isolation de l'ensemble des parois du sous-sol :

- Isolation des murs et isolation au-dessus du plancher sur terre-plein
- Si le garage est supprimé, transformation de la porte de garage (ITI + nouvelle menuiserie).

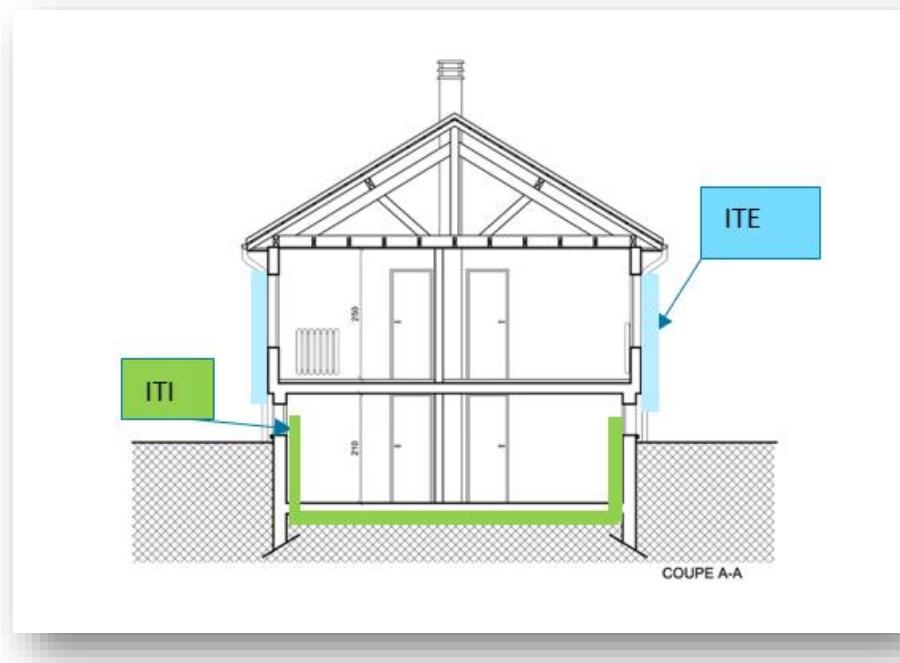


Figure 16 : Intégration totale du sous-sol dans le volume chauffé – isolation par l'intérieur des parois du sous-sol

Avantages associés : permet de passer des réseaux (électriques, eau) dans les doublages des futures pièces.

Inconvénients: attention à la luminosité une fois les systèmes isolants posés. Difficulté à trouver des portes de garage suffisamment étanches à l'air, perte d'inertie en masquant les murs enterrés par des isolants.

Cas 1 bis : Isolation partielle des parois du sous-sol

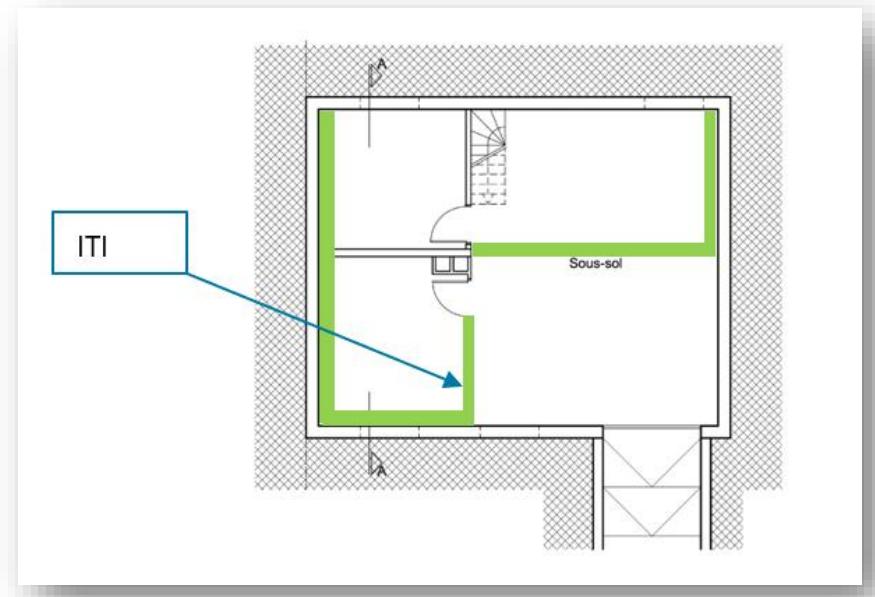


Figure 17 : Intégration partielle du sous-sol dans le volume chauffé – isolation par l'intérieur des parois du sous-sol

Cas 2 : Descente de l'isolation par l'extérieur dans le sol.

La solution consiste à descendre l'ITE de 80 cm dans le sol en utilisant un isolant imputrescible spécifique (liège expansé, polystyrène extrudé par exemple).

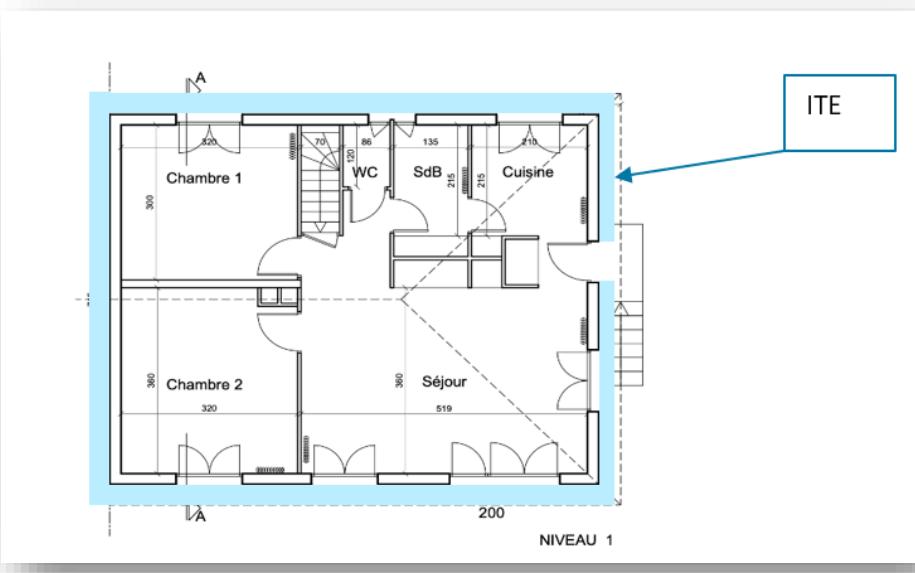


Figure 18 : Isolation par l'extérieur avec descente dans le sol

Points de vigilance :

Le coffrage des réseaux avec un matériau adapté peut être nécessaire avant de pouvoir isoler les parois. Une alternative est de prolonger les canalisations afin qu'elles circulent en dehors de l'isolant.

6.3.6 Marquise

Au-delà de sa fonction principale de protection à la pluie au niveau des portes d'entrée des maisons, les marquises participent à leur identité architecturale. Si la marquise en fer existante est conservée, il sera nécessaire de déposer temporairement la marquise pour la réalisation de l'ITE avec support de reprise de charge dans l'isolant. Soudure de plaques en acier qui permettront de fixer la marquise dans les supports de reprise de charge.



Figure 19 : Coupe verticale d'un support pour charge lourde

Point de vigilance : les platines métalliques supportant des charges lourdes induisent des ponts thermiques importants. Il convient de s'orienter vers des solutions à rupture de ponts thermiques.

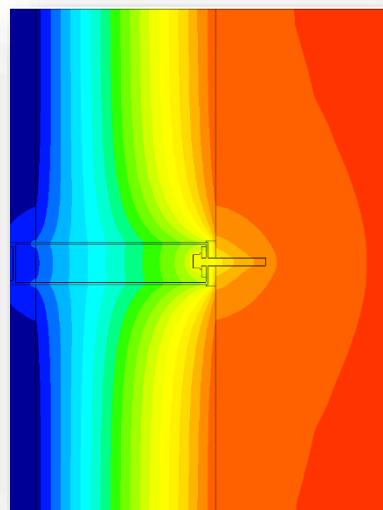


Figure 20 : Image thermique issue de la modélisation d'une platine métallique

6.3.7 Parois déjà isolées

Cas 1 : ITI existante

Selon état de l'isolant et l'épaisseur posée, on peut la laisser et ajouter l'ITE à l'extérieur comme prévu (sans changer le R souhaité).

Il faut veiller au respect de la résistance thermique de l'isolation intérieure qui doit être inférieure ou égale à 1/3 de la résistance totale de la paroi isolée afin d'éviter d'éventuels problèmes de point de rosée.

Le système ITE devra par conséquent apporter les 2/3 du R paroi (contrainte liée à migration vapeur d'eau). Attention à l'altitude des logements qui pourra occasionner selon les cas de passer sur un rapport $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ (> 900 m).

Points de vigilance :

- Attention à la fermeture de volets battants existants déportés qui seront éloignés vers l'extérieur de l'épaisseur de l'ITE ;
- Attention à l'épaisseur finale de la paroi ITI+parpaing+ITE = effet tunnel ;
- Autre point de vigilance, étudier la migration de la vapeur et trouver la solution la plus adaptée pour éviter toute pathologie.

Cas 2 : ITE existante

La retirer et reposer une nouvelle ?

La problématique en ITE existante sera le traitement des retours tableaux rarement faits. Pour plus de sobriété dans le projet, il est envisageable de conserver l'ITE et travailler sur ces retours tableaux uniquement.

Si la tenue mécanique du système existant est bonne, on peut ajouter une nouvelle ITE. Cela peut se faire dans la limite d'une épaisseur totale de 300 mm. Avant la mise en œuvre, il est nécessaire de procéder à une reconnaissance détaillée de l'existant pour savoir si le support et l'ITE en place sont compatibles avec une sur-isolation. Pour obtenir une accroche satisfaisante du nouveau complexe isolant, ce dernier doit être fixé mécaniquement au support maçonné, les chevilles de fixation doivent traverser le nouveau ET l'ancien isolant. Le collage en plein des nouveaux panneaux isolants sur l'ancien système est obligatoire. Les travaux de rénovation d'ITE sont formalisés par les recommandations professionnelles ETICS (juillet 2022). Elles détaillent les différentes étapes de la rénovation des systèmes d'ITE.

6.3.8 Menuiseries déjà remplacées

Il y a très peu de cas pour lesquels les menuiseries existantes sont conservées. Pour cela il est nécessaire que :

- les menuiseries répondant aux critères thermiques actuels (U_w , S_w) et au classement A E V correspondant à la situation ;
ET
- les menuiseries permettent un retour d'isolant sur les tableaux maçonnés suffisant pour traiter le pont thermique (isolant de 40 minimum) ;
ET
- une garde suffisante entre la pièce d'appui maçonnée et les évacuations d'eau de la pièce d'appui de la fenêtre existante afin de pouvoir mettre de l'isolant et une bavette pour traiter le pont thermique ;
ET
- les menuiseries existantes soient posées dans les règles de l'art et répondent au système de ventilation existant ou futur (mortaisage à prévoir ou condamnation si VMC double flux).

Si la menuiserie est conservée dans sa position initiale :

- Vigilance sur le traitement des retours tableaux + vérifier la possibilité de la remplacer par l'intérieur ultérieurement (impossible par l'extérieur après ITE et traitement retours tableaux).
- La ventilation du cadre bois existant conservé doit être assurée malgré l'isolation en retour de tableau.
- Bonne pratique : une vigilance particulière est à apporter au traitement de ce point singulier comme précisé dans le CPT 30.35 V3 ou le guide RAGE « menuiseries extérieures avec ITE » : la réalisation du rejingot après mise en œuvre des fenêtres n'est plus admise. Il convient de faire exécuter les appuis de baies, les seuils et les rejingots avant mise en œuvre.

Sinon, possibilité de changer uniquement le vitrage (selon les cas) ou l'ensemble de la menuiserie.

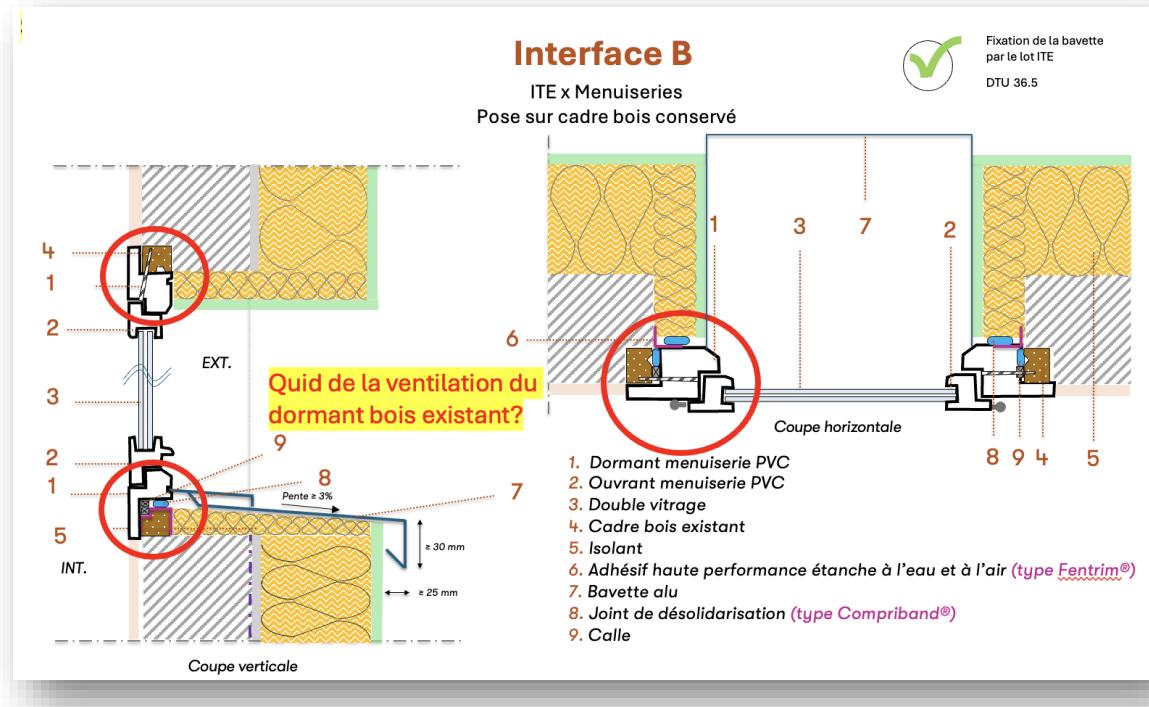


Figure 21 : Interface B entre ETICS et Menuiseries avec cadre bois existant conservé

6.3.9 Combles déjà isolées

Dans la plupart des cas, l'isolant est retiré et une nouvelle isolation est posée, ce afin de bien traiter l'étanchéité à l'air et la migration de la vapeur d'eau. En effet, la présence d'un isolant existant complexifie la vérification et le traitement de l'étanchéité à l'air, il est parfois plus simple de déposer en totalité l'existant.

Concernant l'étanchéité à l'air du plafond existant, il devra :

- Être traité correctement si l'état existant présente des fissures ou des pénétrations non traitées (réseau électrique, plafonnier) ;
- L'étanchéité à l'air doit être assurée avant la mise en place du nouvel isolant s'il y a lieu d'intervenir par le comble ;
- Il est possible et relativement fréquent que le vide technique des contre cloisons en brique plâtrière communique directement avec le comble. Il conviendra de traiter de façon sérieuse l'étanchéité à l'air sur la périphérie du comble.

Points de vigilance généraux :

- Vérifier l'absence d'entrée d'eau en toiture ou de réseaux de chauffage fuyards dans les combles ;
- Respect des distances de sécurité par rapport aux conduits de fumée pour les isolants combustibles ;
- Protection par capotages de spots installés sous l'isolant (éviter au maximum les spots traversant la limite d'étanchéité à l'air) ;
- Vérifier que la mise en place de déflecteurs en périphérie sera possible malgré la présence de l'isolant précédent afin d'éviter tout contact avec la couverture et que la ventilation du comble perdu puisse se faire. Si cela se révèle impossible et que la ventilation du comble est insuffisante, prévoir la mise en place de tuiles chatières en partie basse et haute si faîtage scellé. Prévoir également des membranes de sous-toiture ;
- Retrait ou déplacement de l'isolant si nécessité d'ajouter une membrane sur le sol (côté chaud).

6.3.10 Zone humide

Dans le cas où la mise en œuvre est prévue dans une zone humide au sens de la carte..., l'utilisation d'un isolant en fibre de bois n'est aujourd'hui pas couverte par un avis technique. Il convient donc de remplacer l'isolant en fibre de bois par un autre isolant (polystyrène, laine de roche, laine de verre).

6.4 Gamme B3.1 « CHALANDON »

6.4.1 Débord de toiture limité

Solution = adaptation charpente lors travaux sarking pour protection de l'ITE. Ajout d'un chevron de compensation pour prolonger le débord de toiture. Ajouté transversalement aux chevrons existants.

Issus doc : « Tendances et enseignements techniques Réno Standard ».

6.4.2 Modénatures

Modénatures autour des menuiseries.

Elles pourront être reproduites en cas d'ITE avec des moulures identiques si nécessaire (coût plus élevé dans ce cas et pouvant nécessiter une validation des services locaux de l'urbanisme).

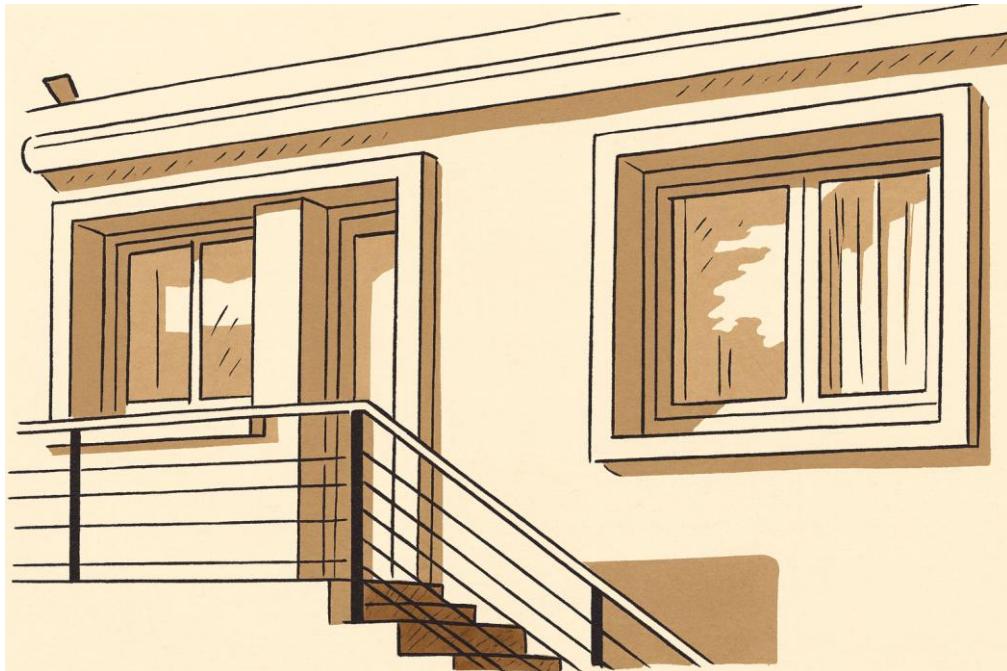


Figure 22 : Reproduction des modénatures sur ITE

Néanmoins, si une déclinaison régionale largement répandue pour les typologies B2.2 « COURANT-LEMAÎTRE » et B3.1 « CHALANDON » est constatée, une recherche de solutions permettant de préserver certains modes constructifs et/ou matériaux sera mise en place. Les tuiles, par exemple, présentent de nombreuses spécificités régionales. Celles-ci correspondent, dans la majorité des cas, aux habitudes et usages des artisans locaux.

6.4.3 Équipements existants gênants en façade

La présence d'équipement en façade est très fréquente sur les parois existantes pouvant gêner la pose d'ITE. La solution consiste généralement à déplacer ou prolonger ces éléments.

- Alimentation électrique principale aérienne fixée en façade : gestion à demander au gestionnaire de réseau ENEDIS (et non à l'entreprise) pour mise en protection

le temps du chantier ou dépose et enterrement. Obligation de faire déplacer les réseaux par le concessionnaire.

- Descentes Eaux Pluviales : dépose des descentes par le façadier juste après la mise en place de l'échafaudage et avant la mise en place du rail de départ. Il faudra prévoir une adaptation de regards EP ou au moins de leurs couvercles pour éviter, lors de la repose des descentes, des dévoiements problématiques.
- Sorties de conduits de fumée en façade (ventouse de chaudière à condensation, conduit concentrique de poêle à granulés) : prolongation des conduits par un chauffagiste/poêliste avec gestion de l'écart au feu par une coquille isolante sous avis technique.
- Grilles en façade pour prise d'air et rejet d'air de PAC aérothermique, Chauffe-eau thermodynamique ou ventilation double-flux : mise en place de conduits de prolongation avant la pose de l'ITE ; reprise d'étanchéité à l'air de la façade autour des conduits avec mastic ou enduit selon les espaces à combler ; puis repose des grilles après ITE.

6.4.4 Lucarne de toit/chien assis/cheminée

La présence de chiens assis ou de lucarnes ajoute une complexité aux travaux d'isolation et d'étanchéité à l'air. Un isolant doit être appliqué sur les deux joues (parois latérales des lucarnes) ainsi qu'au plafond. Comme pour les embrasures de fenêtres, s'il manque de la place, il peut être envisagé d'opter pour la pose extérieure d'un matériau ayant un fort pouvoir isolant avec une épaisseur réduite (comme le polyuréthane, isolant sous vide ou mousse phénolique). La complexité des découpes et la difficulté d'accès en font un point singulier propice aux défauts de pose, au risque de créer des ponts thermiques : on surveillera particulièrement la qualité des travaux à ces endroits.

6.4.5 Risque de perte d'usage

Deux situations peuvent couramment se rencontrer :

- ITI sur mur mitoyen donnant sur un local non chauffé induisant une éventuelle réduction de passage dans un couloir ou un escalier : une réduction partielle de l'épaisseur de l'ITI devra permettre de conserver un usage adapté aux occupants.
- ITE et escalier extérieur : En premier lieu, valider avec les propriétaires la conservation, le remplacement ou la suppression de l'escalier. En cas de conservation de l'escalier existant et un risque de réduction de passage

problématique à l'usage, prévoir une réduction de l'épaisseur d'isolant et éventuellement le remplacement ponctuel par un isolant thermiquement plus performant (ex : polyuréthane à la place de la fibre de bois, si pas de risque pathologique). Cette réduction d'épaisseur peut donner lieu à une recherche de traitement architectural particularisant (contraste d'enduits ou enduit/bardage, etc.).

Il faudra vérifier que l'ajout d'une épaisseur d'isolation intérieure ou le déplacement de menuiseries dans le cadre d'une isolation par l'extérieur n'empêchent pas l'usage aux occupants des systèmes d'ouverture des menuiseries et la manipulation des occultations. L'électrification des volets est alors une solution à considérer pour le dernier point.

6.4.6 Remontées capillaires

- Identifier la ou les causes de sources d'eau qui arrivent en pied de mur (problème de voiries réhaussées, problème drainage, EP fuyardes, regard d'évacuation bouché, arase trop basse par rapport au sol extérieur, arase discontinue ...), nettoyer le mur et laisser sécher avant de mettre en place une solution (ventilation, ...). <https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/remontees-capillaires.18073>.
- L'installation d'un déshumidificateur sera sans doute obligatoire afin d'évacuer les grandes quantités d'eau et la ventilation prendra le relais sur l'humidité créée par le fonctionnement normal du logement après traitement des causes de ces remontées capillaires.

6.4.7 Fissures affaissements structurels

Dans ce cas, il convient d'arrêter le projet et conseiller au ménage de faire intervenir un bureau d'étude spécialisé (BE structure) pour émettre un diagnostic et la mise en place de témoins et préconisations de solution.

7 MISE EN ŒUVRE

Le détail des étapes de mise en œuvre des 3 interfaces étudiées dans ce guide est fourni dans un guide de mise en œuvre consultable sur le site www.prreno.fr.

7.1 Interface ITE x Combles perdus

La pose de l'isolation dans les combles perdus après la pose de l'ITE est généralement préférable. Différentes raisons à cela :

- La mise en place de l'isolation extérieure en première étape permettra un confort de travail à l'entreprise pour le détuilage en périphérie ;
- La pose de l'isolation sur la panne sablière ainsi que la mise en œuvre de panneau d'isolant entre chevrons sont ainsi réalisées plus aisément et sans occasionner de dégât sur le déflecteur car ce dernier n'est pas encore installé ;
- Enfin ce phasage permet de finaliser le passage des réseaux électriques et autres réseaux nécessaires dans les combles.

Points d'attention :

- Avant soufflage de l'isolant, il faut s'assurer que le plancher de combles (plafond du dernier niveau) est bien étanche à l'air pour éviter les courants d'air parasites, les pertes de chaleur en hiver et l'apport de chaleur en été ;
- Il faut vérifier la continuité du parement intérieur (fissures, et pourtour de traversées à colmater) et l'absence d'espace en périphérie en liaison avec un doublage intérieur des murs. En cas d'espace périphérique, traiter par-dessus avec calfeutrement mousse et enduit ou installation de membrane d'étanchéité à l'air liquide.

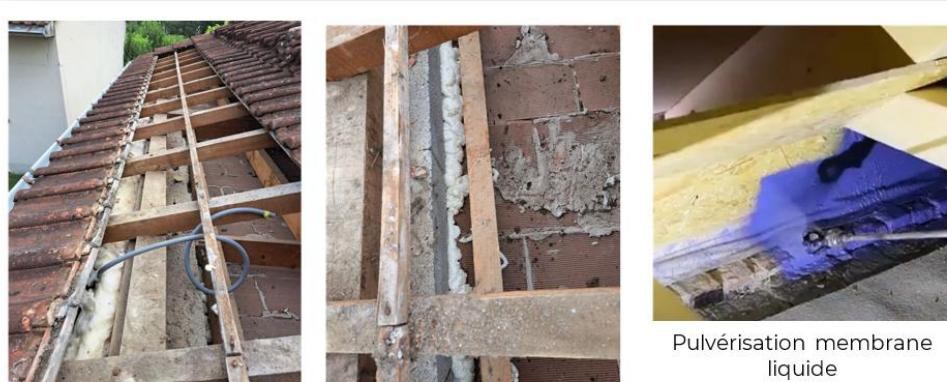


Figure 23 : Photos de chantier, détuilage et réalisation de l'étanchéité à l'air, source Dorémi

7.2 Interface ITE x Menuiseries

La pose des menuiseries extérieures doit être réalisée avant la pose de l'ITE

Pourquoi ?

- L'installation préalable des menuiseries offrira la possibilité d'une pose classique dans les règles de l'art (DTU) d'une part, et d'autre part cela permet que l'ITE puisse venir au plus près de la nouvelle menuiserie ;
- L'étanchéité à l'air et à l'eau des menuiseries extérieures est souvent le point délicat à réaliser pour les entreprises. Il convient pour ces dernières de rencontrer le moins de difficultés techniques dans la réalisation de ces étanchéités.

Points d'attention :

- La bonne mise en œuvre du lot ITE-mur suppose que l'ensemble des préconisations de mise en œuvre du lot Menuiseries aient préalablement été respectées ;
- Le traitement de l'interface est réalisé par l'artisan qui intervient en second sous réserve que les éléments nécessaires à l'atteinte de la performance globale aient bien été respectés par l'artisan qui intervient en premier.
- Occultations très importantes pour le confort d'été et les consommations de chauffage. La pose des occultations est réalisée en minimisant les ponts thermiques.
- Cas particulier du remplacement des pavés de verre : il conviendra de prévoir un dressage de maçonnerie dans le tableau si nécessaire, avant la pose des nouveaux châssis fixes.

Le lot menuiserie devra s'assurer en amont que :

- Les trous d'évacuation sur la traverse basse ne seront pas obstrués par l'isolation préexistante ni par l'habillage de la pièce d'appui existant ;
- La fourniture et la mise en place des habillages aluminium seront bien réalisés par l'entreprise mettant en œuvre l'ITE ;
- Prévoir des protections temporaires des dormants et/ou ouvrants des menuiseries par l'application d'un adhésif spécifique (attention aux adhésifs qui abîment les laques ou peintures lors de leur dépose après 1 mois sur des façades exposées aux

UV par ex). Conseil : adhésif type masquage de peintre mais ne pas les laisser trop longtemps en place ;

- Prévoir des protections temporaires des vitrages lors de découpe de gonds, barreaudage etc. Il conviendra de protéger efficacement les vitrages (exemple panneau bois) pour éviter les piquages des verres par les projections d'acier en fusion.
- Déterminer la solution d'étanchéité entre la pièce d'appui de la nouvelle menuiserie et le pliage aluminium ou autre installé : discussion entre les 2 lots pour déterminer s'il y a besoin d'ajouter un profil rejet d'eau sur le nouveau rejingot d'appui ou le dormant pour couvrir le relevé arrière de la bavette remontant contre le rejingot ;
- Il est possible d'aller plus loin en anticipant un futur remplacement des menuiseries qui n'occasionnera pas de dégâts sur l'ITE : discussion entre les 2 lots + propriétaire pour la gestion technique et esthétique d'un précadre (bois classe 4 ou mousse rigide de polyuréthane recyclé par exemple) isolant ou, au moins, rupteur de pont thermique, couvert partiellement par l'isolant de façade et dans lequel la nouvelle menuiserie viendra se poser en tunnel ;
- Anticipation avec le client pour les finitions intérieures prévues à la charge de quel lot ? Plaquistre, menuisier ou fait par le client lui-même ? ;
- Création du nouveau rejingot pour accueillir la nouvelle menuiserie (lot : menuiserie) :
 - La création du rejingot doit être anticipée avant la commande des nouvelles menuiseries afin de déterminer les cotes de fabrication et identifier quelle entreprise réalise ce travail (maçon ? menuisier ?).
- Prévoir que la fixation de la nouvelle menuiserie doit être de 30 mm à l'intérieur du tableau afin de limiter les risques d'éclatement du support ;
- Le choix du dormant doit permettre de réaliser les finitions du tableau intérieur. Peut-être s'orienter vers des dormants élargis si la place derrière les paumelles du dormant ne permet pas le passage d'un panneau de finition ;
 - Si VMC simple flux : le choix du dormant doit permettre d'une part l'entrée d'air définie (inutile si VMC double flux) et d'autre part la réalisation des finitions du tableau intérieur haut (pas utile si mortaisage dans les ouvrants).

- Réalisation des étanchéités par bandes imprégnées et ou fonds de joint et joints silicone.

7.3 Interface ITE x Sarking

Il est conseillé de réaliser la pose de l'isolation extérieur de la toiture (sarking) avant la pose de l'ITE-mur.

Pourquoi ?

La réalisation des travaux de Sarking en amont des travaux d'ITE permet l'anticipation de la continuité de l'étanchéité à l'air (membrane avec surlongeur et surlargeur en toiture). Cette membrane est fixée (collée) sur la maçonnerie existante pour assurer la jonction entre l'enduit existant des façades et la membrane. En effet, ce sont les enduits, crépis existants qui représentent la barrière d'étanchéité à l'air des parois verticales et en aucun cas le futur système ITE.

Les travaux d'anticipation de charpente (prolongation de chevonnage ou de couverture sur les pignons si nécessaire) sont réalisés en amont de l'ITE

Points d'attention pour la mise en œuvre du lot sarking :

- Respecter les distances de sécurité au droit des conduits de fumées (pas de matériau combustible) ;
- Être attentif à la continuité de l'isolation au niveau du faîte ;
- Traiter spécifiquement les joints entre les panneaux isolants pour ne pas laisser de ponts thermiques ;
- Repérer toutes les sorties en toiture (cheminées, ventilation de chute, câbles...) et les fenêtres de toit ;
- Choix de supports d'isolant limitant les ponts thermiques structurels. Choix de matériaux permettant de limiter l'inconfort estival et assurant les principes de migration de vapeur ;
- Dans la majorité des cas de couverture en tuiles, de nouvelles tuiles seront posées pour des questions de prise de responsabilité et de garanties des entreprises. Il est assez rare que les anciennes tuiles soient reposées ;
- Conserver les entrées d'air en bas de couverture et sorties d'air au faîte pour assurer la ventilation de la couverture et faciliter l'évacuation de la chaleur sous tuile et ainsi améliorer le confort d'été ;

- Dans le cas d'une sortie de cheminée en toiture, il est nécessaire de reprendre l'étanchéité (solin + bande d'étanchéité) autour de la souche de la cheminée ;
- Si une fenêtre de toit type Velux est présente, sa dépose et repose est à prévoir (afin de garantir la bonne étanchéité de la toiture). Il est rare qu'un artisan, pour des raisons de garantie, accepte de poser une fenêtre de toit existante ;

Points d'attention en préparation et anticipation du lot ITE – mur et de l'interface

- Respecter et anticiper la continuité du traitement de l'étanchéité à l'air: la continuité de l'enveloppe, autant pour l'isolation que pour l'étanchéité reste un point essentiel pour garantir une performance maximale de la rénovation ;
- Traitement des ponts thermiques en tête de mur et pose de membrane d'étanchéité à l'air ;
- Traitement soigné aux jonctions d'étanchéité.

Étanchéité à l'air: la membrane d'étanchéité à l'air doit venir recouvrir le plan d'étanchéité à l'air du mur existant sur l'enduit existant. Ce recouvrement est nécessaire. Il faut s'assurer auparavant qu'il n'y a pas de fissures sur l'enduit existant.

- Cette continuité passe par une mise en œuvre soignée et précise ainsi qu'un dialogue entre artisans. Importance des échanges entre artisans avant et pendant.
- Sur les pignons il est souvent nécessaire de prolonger la charpente afin de recouvrir et ainsi protéger l'ITE. Si la prolongation de la couverture sur les pignons n'est pas envisagée, l'étanchéité en partie haute de l'ITE sera assurée par des couvertines réalisées sur mesure en zinc ou en aluminium.

8 COMPÉTENCES REQUISÉES

Les compétences requises pour les professionnels responsables de la pose des différents lots sont, en tout premier lieu, de connaître les règles de l'art et de savoir respecter les indications de DTU en vigueur pour leur corps de métier.

Il est également requis d'avoir le réflexe de consulter les avis techniques des produits mis en œuvre et de relever les détails et écarts spécifiques par rapport aux règles générales des DTU.

Pour garantir une rénovation d'ampleur de qualité, chaque professionnel ne peut se contenter de se concentrer sur son propre lot.

Au vu de l'importance du traitement des interfaces entre lots pour minimiser les ponts thermiques, réduire les défauts d'étanchéité à l'air énergivores, pathologiques et inconfortables, il est requis des professionnels :

- Une connaissance du concept de ponts thermiques et des situations courantes de discontinuité d'isolation préjudiciable ;
- Une connaissance des situations courantes de défauts d'étanchéité à l'air de l'enveloppe, et l'implication de chaque lot pour les éviter ;
- Une conscience de l'efficacité collective ;
- Une curiosité et une ouverture pour les lots en interface avec le sien ;
- Une capacité à imaginer ses interactions dans une vision globale de la rénovation.

Ces compétences sont souvent considérées comme tacitement acquises par les professionnels eux-mêmes mais le retour d'expérience de Dorémi montre qu'il est au contraire nécessaire d'accompagner les professionnels, sur chaque rénovation, à sortir de leur tunnel de compétences propres à leur lot pour les inciter à co-construire les solutions de mise en œuvre les plus efficaces et garantes d'une démarche qualitative vers la performance.

Pour être pleinement efficace, cet accompagnement doit être précédé par un moment de formation qui permet de prendre conscience du sujet de la rénovation globale performante, du besoin de savoir travailler en collectif et d'en comprendre les intentions pour pouvoir s'y impliquer pleinement.

C'est sur cette base de compétences requises au regard des retours terrain que Dorémi propose sa solution associée systématiquement à un accompagnement technique et une phase préliminaire de formation au sein de son organisme de formation.