

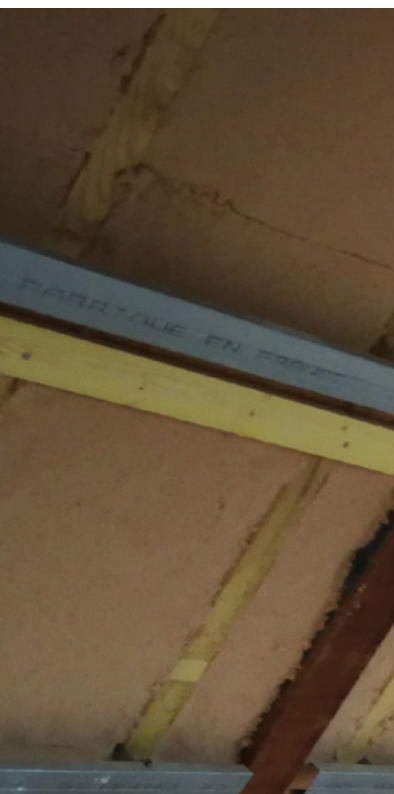


Prévenir les désordres,  
améliorer la qualité  
de la construction

PÔLE  
OBSERVATION

Dispositif REX  
Bâtiments  
performants

# L'ISOLATION DES RAMPANTS EN RÉNOVATION 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE





# SOMMAIRE

Avertissement .....	2
<b>PARTENARIAT AQC / EKOPOLIS .....</b>	<b>2</b>
L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS.....	3
Présentation générale.....	3
Quelques chiffres .....	4
LE CENTRE DE RESSOURCES EKOPOLIS.....	6
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>8</b>
<b>12 ENSEIGNEMENTS CLÉS TIRÉS DES RETOURS D'EXPÉRIENCES.....</b>	<b>9</b>
1 Vérifier au préalable l'état de la couverture et de la charpente.....	10
2 Assurer la ventilation des éléments en sous-face de la couverture et la protection de l'isolant.....	11
3 Assurer la continuité de l'isolation sur les parties courantes des rampants.....	12
4 Anticiper et traiter les ponts thermiques de liaison .....	13
5 Limiter et quantifier les ponts thermiques intégrés.....	14
6 Choisir des produits adaptés pour réaliser l'étanchéité à l'air et maîtriser leur bon jointoiement .....	15
7 Éloigner la membrane d'étanchéité à l'air du parement intérieur pour assurer sa protection .....	16
8 Traiter les points singuliers aux traversées du plan d'étanchéité à l'air .....	17
9 Soigner la mise en œuvre de l'isolation et de l'étanchéité à l'air au niveau des fenêtres de toit.....	18
10 S'assurer d'une bonne migration de la vapeur d'eau vis-à-vis des matériaux préexistants.....	19
11 Tenir compte des caractéristiques de l'écran de sous-toiture pour une bonne gestion des transferts de vapeur d'eau.....	20
12 Prendre toutes les dispositions nécessaires au regard du risque incendie.....	21
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>22</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>23</b>
<b>DÉFINITIONS.....</b>	<b>23</b>

## AVERTISSEMENT

Ce document contient la description d'événements relevés lors d'une enquête. Il ne reflète que l'expérience issue de l'échantillon d'opérations visitées. C'est donc un retour partiel à partir duquel aucune extrapolation statistique ne peut être réalisée.

Ce document propose également un ensemble de bonnes pratiques issues de l'expérience des acteurs rencontrés sur le terrain ou de celle des spécialistes ayant participé à ce travail.

En aucun cas ces bonnes pratiques ne peuvent se substituer aux textes de référence concernés.

## PARTENARIAT AQC / EKOPOLIS

**Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre l'AQC et Ekopolis. Il a été réalisé grâce au soutien financier du programme PROFEEL.**

**Les informations qu'il contient proviennent des retours d'expériences collectés via le Dispositif REX Bâtiments performants conçu et développé par l'Agence Qualité Construction.**

**Il a pour but de présenter 12 enseignements majeurs sur l'isolation des rampants en rénovation. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.**

# L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS



## PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Sous l'impulsion des objectifs de la transition énergétique, le secteur du bâtiment s'est engagé dans une mutation importante qui bouleverse les logiques et les habitudes du passé. Comme dans tous les domaines, ces changements impliquent une montée en compétences des acteurs, qui passe par l'expérimentation. Cette étape, indispensable pour progresser, est cependant naturellement génératrice d'écueils.

L'AQC se devait donc de capitaliser et valoriser ces retours d'expériences pour s'en servir comme des leviers d'amélioration de la qualité. C'est dans cet esprit que le Dispositif REX Bâtiments performants accompagne, depuis 2010, l'ensemble des acteurs de l'acte de construire en les sensibilisant sur les risques émergents induits par cette mutation de la filière Bâtiment.

Ce dispositif consiste concrètement à capitaliser des retours d'expériences en se basant sur l'audit *in situ* de bâtiments précurseurs allant au-delà des objectifs de performances énergétiques et environnementales et sur l'interview des acteurs ayant participé aux différentes phases de leur élaboration.

Le partage des expériences capitalisées est au cœur du mode opératoire. Après une étape de consolidation et d'analyse des données, les enseignements tirés sont valorisés pour permettre l'apprentissage par l'erreur. Cette valorisation s'attache également à mettre en valeur les bonnes pratiques.

## FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

### ÉTAPE A

#### COLLECTE SUR LE TERRAIN

- Interview *de visu* et *in situ* d'acteurs précurseurs de constructions performantes.
- Identification des non-qualités et des bonnes pratiques par les enquêteurs.

### ÉTAPE B

#### CONSOLIDATION DANS UNE BASE DE DONNÉES

- Capitalisation de l'information en utilisant une nomenclature prédéfinie.
- Relecture des données capitalisées par des experts construction.

### ÉTAPE C

#### ANALYSE DES DONNÉES

- Extractions de données en fonction de requêtes particulières.
- Évaluation des risques identifiés par un groupe d'experts techniques.

### ÉTAPE D

#### VALORISATION DES ENSEIGNEMENTS

- Production de rapports.
- Réalisation d'une mallette pédagogique et de plaquettes de sensibilisation pour les professionnels.

Le Dispositif REX Bâtiments performants est alimenté grâce à la coopération des centres de ressources membres du Réseau Bâtiment Durable. Les enquêteurs qui collectent les retours d'expériences sur le terrain sont hébergés dans les centres de ressources régionaux, qui partagent leurs réseaux et leurs réflexions autour des retours d'expériences.

# LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS EN QUELQUES CHIFFRES

**10 ANS**

d'ancienneté

**84 ENQUÊTEURS**

depuis 2010

**10 EN 2020**

**4 000 ACTEURS**

**RENCONTRÉS**

depuis 2010

**500 EN 2020**

**610 BÂTIMENTS**  
**VISANT LE NIVEAU BBC**  
**OU RT 2012**

labellisés ou non

**190 BÂTIMENTS**  
**VISANT LE NIVEAU**  
**PASSIF**

labellisés ou non

**720 BÂTIMENTS**  
**VISANT LE NIVEAU BBC**  
**RÉNOVATION**

labellisés ou non

**65 BÂTIMENTS**  
**RÉALISÉS À L'AIDE D'OUTILS BIM**

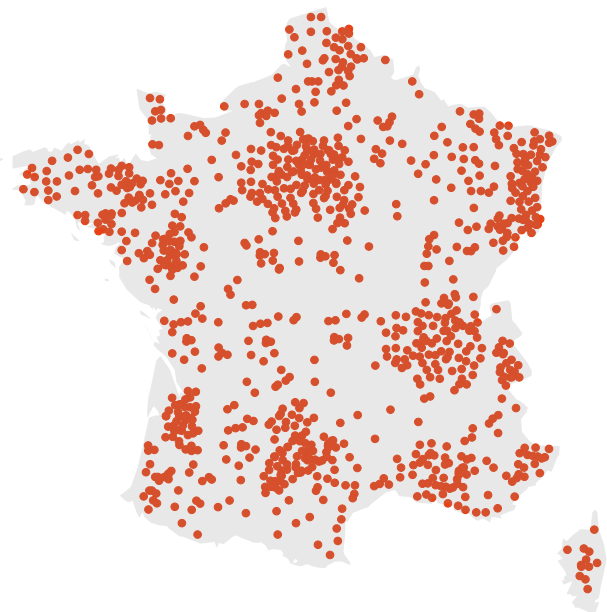
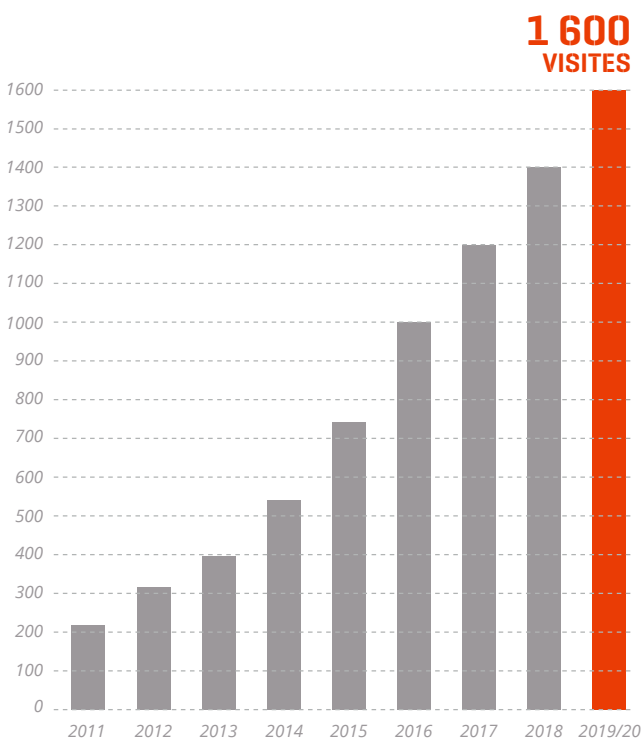
**15 BÂTIMENTS**  
**INTÉGRANT LA DÉMARCHE E+/-C-**

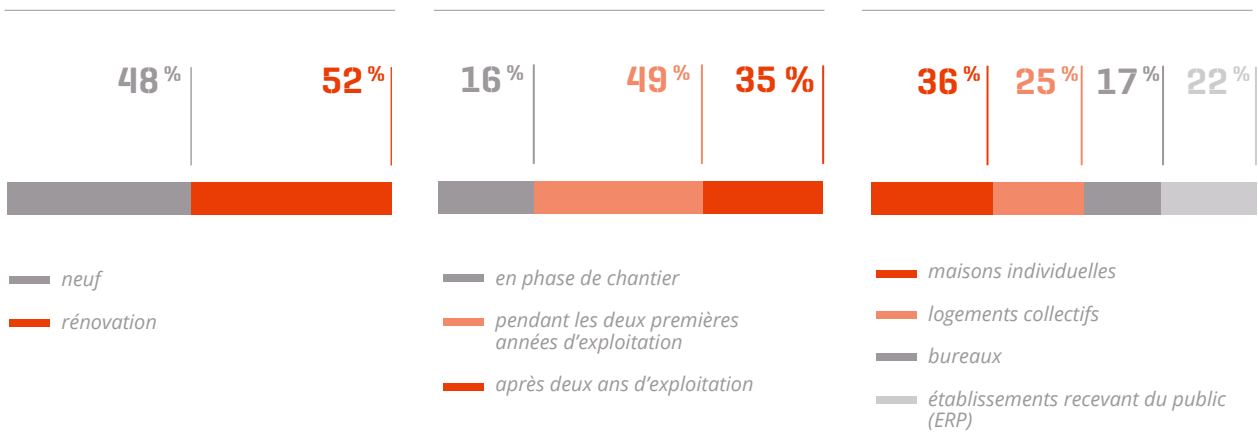
**1 600 BÂTIMENTS**

**VISITÉS** depuis 2010

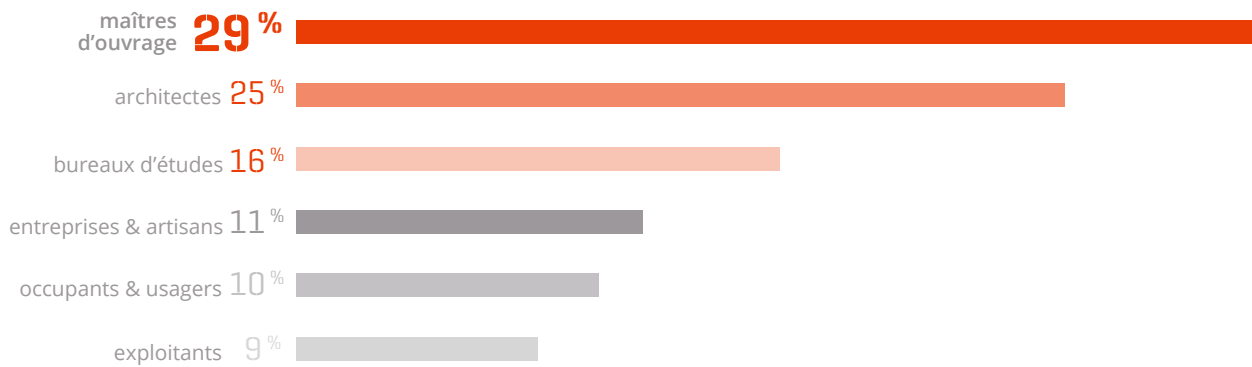
**200 EN 2020**

## OPÉRATIONS VISITÉES

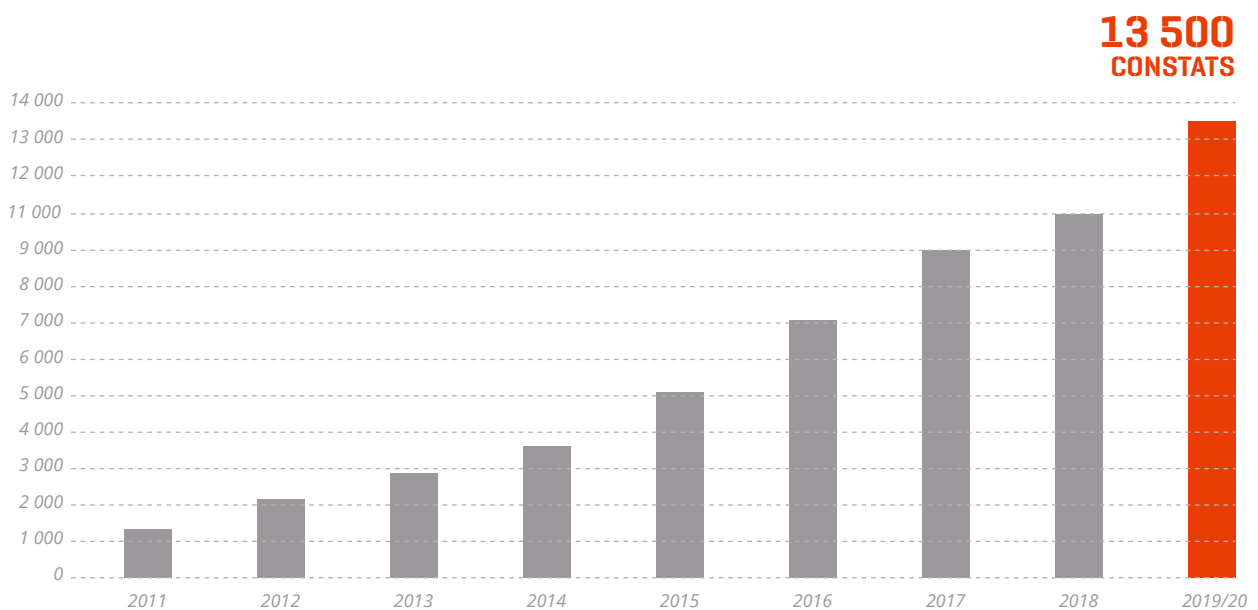




LES ACTEURS RENCONTRÉS



CONSTATS CAPITALISÉS





## CENTRE DE RESSOURCES FRANCILIEN POUR L'AMÉNAGEMENT ET LA CONSTRUCTION DURABLE



L'association Ekopolis est le Centre de ressources francilien pour l'aménagement et la construction durables, maillon francilien du réseau Bâtiment Durable animé par l'ADEME et le Plan Bâtiment Durable.

Sa mission est de **faire évoluer les pratiques des professionnels de la construction, de l'aménagement et le renouvellement urbain, pour intégrer plus largement le développement durable dans leurs opérations.**

Ekopolis s'adresse aux professionnels du bâtiment et de l'aménagement : maîtres d'ouvrage, aménageurs, architectes, urbanistes, bureaux d'études, ingénieurs, économistes, entreprises, organisations professionnelles, et dispose d'un réseau d'environ 2 000 contacts qualifiés en Île-de-France.

### Elle mène pour cela des actions concrètes et complémentaires :

- **la veille et la diffusion des informations utiles aux professionnels** : évolution réglementaire, appels à projets, retours d'expériences, publications techniques, formations, rencontres, ...

Ces informations, en libre accès, sont disponibles sur [www.ekopolis.fr](http://www.ekopolis.fr), la newsletter mensuelle, les réseaux sociaux :

- LinkedIn : [www.linkedin.com/company/9258294/admin/](https://www.linkedin.com/company/9258294/admin/)

- Twitter : [twitter.com/ekopolis](https://twitter.com/ekopolis)

- Facebook : [www.facebook.com/Ekopolis-185350621574406/](https://www.facebook.com/Ekopolis-185350621574406/)

- et notre chaîne Youtube : [www.youtube.com/channel/UC5WRWos\\_VXnQeQccWkGdQDA](https://www.youtube.com/channel/UC5WRWos_VXnQeQccWkGdQDA)

- **Organise le partage d'expériences entre les professionnels** en réseau : ateliers, conférences, expositions, partenariats, visites de sites
- **Forme les professionnels aux nouvelles pratiques** avec des modules qui associent l'intervention d'experts, la visite d'opérations et l'intelligence collective en ateliers de travail.
- **Accompagne les équipes projet sur les opérations avec la démarche Bdf** - Bâtiment durable francilien, depuis 2018.

Ekopolis est une association loi 1901 soutenue par les services déconcentrés de l'Etat (la Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement (DRIEA), la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE)), l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie Île-de-France (ADEME), les CAUE d'Île-de-France, l'Ordre des architectes d'Île-de-France (CROAIF) et depuis 2020 la Métropole du Grand Paris (MGP).



# LA DÉMARCHE BDF - BÂTIMENT DURABLE FRANCILIEN L'INTELLIGENCE COLLECTIVE POUR MIEUX BÂTIR



## ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOCIALE DANS LE DOMAINE DU BÂTI.

La démarche Bdf est un cadre de travail qui comprend des outils et un dispositif d'animation.

Elle permet à l'équipe projet de :

- Fixer un niveau d'ambition et des objectifs précis, réalistes et adaptés au contexte de l'opération (urbain, financier...); Il existe 4 niveaux de reconnaissance : Cap, Bronze, Argent et Or.
- Monter en compétence et disposer du regard d'experts habilités, au service de l'opération. L'instructeur Ekopolis et les professionnels du réseau Ekopolis en "Commissions Bdf", nourrissent le projet de leurs retours d'expériences ;
- Assurer un accompagnement tout au long du projet, depuis la programmation jusqu'à 2 années d'exploitation ;
- Valoriser les efforts consentis grâce à la communication d'Ekopolis auprès de son réseau ;

La démarche Bdf portée par Ekopolis depuis 2017 s'inscrit dans la dynamique nationale « Bâtiment Durable » initiée en 2008 par l'association EnvirobatBDM <http://envirobatbdm.eu>. Elle est ouverte à tous les acteurs qui souhaitent améliorer leurs opérations et développer collectivement leurs connaissances, en particulier aux maîtres d'ouvrage et aux équipes de maîtrise d'œuvre.

Depuis 2017, plus de 60 opérations portées par des maîtrises d'ouvrage publiques et privées, se sont inscrites dans la démarche Bdf.

Elle fonctionne en programme neuf et réhabilitation, et pour tout type d'usage : tertiaire, logement, site industriel, équipements de santé, de sport, de culture...

Retrouvez-les sur le site : [www.ekopolis.fr/batiments-durables-franciliens/operations-bdf/liste](http://www.ekopolis.fr/batiments-durables-franciliens/operations-bdf/liste)

Pour toute information Contact : [contact@ekopolis.fr](mailto:contact@ekopolis.fr)

# INTRODUCTION

## COMPRENDRE L'EXISTANT ET LE COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX MIS EN ŒUVRE

En fonction des caractéristiques du bâtiment et de son usage, la toiture peut être l'élément le plus déperditif. L'isolation de la toiture est systématique dans le cadre d'un projet de rénovation globale et prioritaire dans le cadre d'un projet de rénovation par étapes. L'isolation des rampants, contrairement à l'isolation des combles perdus, permet l'aménagement des espaces sous toiture et donc l'augmentation des surfaces exploitables du bâtiment.

Cette intervention peut cependant remettre en cause l'équilibre hygrothermique des éléments sous-couverture et des espaces sous toiture. Elle doit donc être menée avec une bonne connaissance de l'existant et du comportement des matériaux à mettre en œuvre vis-à-vis des quatre flux suivants :

- l'eau ;
- l'air ;
- la vapeur d'eau ;
- les calories.

## AVOIR UNE APPROCHE MULTICRITÈRE

Au-delà de l'amélioration des performances thermiques du bâtiment, l'approche se doit d'être multicritère pour assurer :

- la pérennité du bâtiment et la sécurité de ses occupants ;
- le confort des occupants tant en période hivernale qu'en période estivale ;
- la qualité sanitaire de l'air intérieur.

Les 12 enseignements de ce rapport sont donc organisés selon les thématiques suivantes :

- Réalisation d'un diagnostic préalable pour s'assurer du bon état de la toiture et de la couverture ainsi que sa compatibilité avec les travaux envisagés (enseignement 1) ;
- Conservation d'une ventilation des éléments sous-couverture pour gérer les phénomènes de condensation (enseignement 2) ;
- Mise en œuvre d'une isolation continue et performante (enseignements 3, 4 et 5) ;
- Mise en œuvre d'un plan d'étanchéité à l'air efficace et durable (enseignements 6, 7 et 8) ;
- Traitement des points singuliers et notamment des fenêtres de toit (enseignement 9) ;
- Gestion de la migration de la vapeur d'eau (enseignements 10 et 11) ;
- Prise en compte des dispositions nécessaires au regard du risque incendie (enseignement 12).

## ADAPTER SA PRATIQUE AUX PRODUITS MIS EN ŒUVRE

Le choix de l'isolant dépend d'un certain nombre de critères propres à chaque projet. Il est important de spécifier qu'en fonction des travaux d'isolation envisagés et des matériaux existants conservés, les règles de l'art sont différentes. Ainsi, il est nécessaire de se référer aux textes techniques listés ci-après :

- NF DTU 45.10 (juillet 2020) : Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées
- Règles professionnelles de construction en paille acceptées par la C2P
- Règles professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre acceptées par la C2P
- NF DTU 31.2 (mai 2019) : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois




Pour les produits non renseignés dans les textes de référence se référer aux avis techniques et cahiers de prescriptions techniques.

# ENSEIGNEMENTS CLÉS

Les pages suivantes présentent 12 enseignements principaux issus de l'analyse et de la synthèse des retours d'expériences observés depuis 2010 dans le cadre du Dispositif REX Bâtiments performants. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

---

✓ bonne pratique ✗ non-qualité

- 
-  Les photos et illustrations de ce rapport sont directement téléchargeables avec leur légende.  
[Cliquer sur le pictogramme pour les télécharger.](#)
  -  Les enseignements sont téléchargeables indépendamment les uns des autres.  
[Cliquer sur le pictogramme pour les télécharger.](#)
  -  Certains enseignements ont été déclinés en format vidéo.  
[Cliquer sur le pictogramme pour les visionner.](#)

# 1 VÉRIFIER AU PRÉALABLE L'ÉTAT DE LA COUVERTURE ET DE LA CHARPENTE

## CONSTAT

- La couverture n'est pas étanche à l'eau après la réalisation des travaux.

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Dégradation des propriétés mécaniques des matériaux (isolant, bois de charpente, parement intérieur) par l'eau.
- Détérioration de la résistance thermique du complexe isolant mouillé.
- Développement de moisissures et dégradation de la qualité de l'air intérieur.

## ORIGINES

- Absence ou mauvais diagnostic avant travaux entraînant un défaut de programmation des interventions préalables nécessaires.
- Déplacement des éléments de couverture suite au flambement de la charpente.

## SOLUTIONS CORRECTIVES

- Réaliser un diagnostic complet.
- Corriger ou remplacer les éléments défectueux.

## BONNES PRATIQUES

- Réaliser un diagnostic de la couverture et de son étanchéité.
- Réaliser un diagnostic de la charpente pour s'assurer que les matériaux en présence sont secs, sains et capables de supporter le poids du complexe isolant sans déformation.
- Effectuer des travaux de reprise de la structure ou de la couverture et prévoir un temps de séchage du bâtiment si nécessaire.
- Intégrer dans le planning de l'opération un temps suffisant dédié à ces interventions préalables.

Référence :

- NF DTU 45.10 P1-1 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées.



Une fuite est survenue dans une pièce située sous les rampants quelque temps après la réalisation des travaux d'isolation. La reprise de la couverture n'avait pas été prévue lors des travaux de rénovation. ©AQC



Au fil des années, la vétusté de la charpente a conduit au flambage des pannes intermédiaires. Cependant, aucune reprise même partielle de la charpente n'est prévue dans le cadre de la rénovation. ©AQC



Le chantier a commencé par la mise hors d'eau et un temps de séchage du bâtiment de plusieurs mois avant le lancement des travaux. La charpente existante a été consolidée. ©F. Petetin



## 2 ASSURER LA VENTILATION DES ÉLÉMENTS EN SOUS-FACE DE LA COUVERTURE ET LA PROTECTION DE L'ISOLANT ⚠

### CONSTAT

- La ventilation des éléments en sous-face de la couverture n'est pas assurée.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Risque pour la durabilité des matériaux du fait de la condensation au sein des supports des éléments de couverture (voliges, liteaux...), de l'isolant et des éléments de charpente.
- Vieillessement prématuré des éléments de couverture.

### ORIGINE

- Méconnaissance des principes de gestion des risques de condensation.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Déposer le complexe isolant ou les éléments de couverture et choisir une pose permettant une lame d'air ventilée en sous-face des éléments de toiture.

### BONNES PRATIQUES

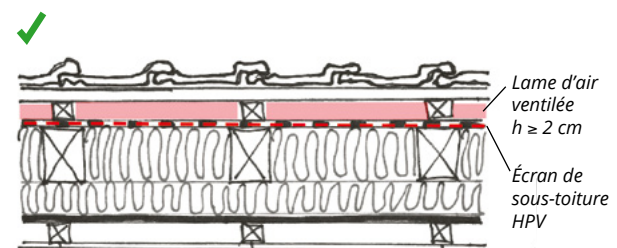
- Prévoir une lame d'air ventilée d'au moins 2 cm sous les éléments de couverture.
- Soigner la pose de l'isolant pour éviter toute déformation de l'écran de sous-toiture (la compression de l'isolant supprimerait la lame d'air sous écran). Pour la mise en œuvre d'un isolant en vrac, prévoir un écran de sous-toiture rigide.
- Augmenter l'épaisseur de la lame d'air à plus de 2 cm pour accentuer le phénomène de convection sous-couverture et favoriser l'évacuation de la chaleur en été.



Absence de lame d'air. L'isolant est au contact du voligeage. ©AQC



L'isolant est plaqué contre les liteaux. Aucune lame d'air n'est présente en sous-face de la couverture en tuiles. ©AQC



Une lame d'air ventilée d'au moins 2 cm est conservée entre les éléments de couverture et l'écran de sous-toiture (HPV), ou l'isolant en l'absence d'écran de sous-toiture. ©AQC



Référence :

- Ensemble des DTU de la série 40 concernant les matériaux de couverture.

## 3 ASSURER LA CONTINUITÉ DE L'ISOLATION SUR LES PARTIES COURANTES DES RAMPANTS ⚡

### CONSTAT

- Des vides sont présents entre les panneaux d'isolants.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de performance de l'enveloppe liée à la création de ponts thermiques.
- Risque de condensation au sein de la paroi au droit des ponts thermiques.

### ORIGINES

- Manque de soin et de précision lors de la pose des panneaux.
- Choix d'un isolant trop souple.
- Absence de calepinage.
- Absence de compression latérale entre les panneaux.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Comblers les vides par des ajouts d'isolant.

### BONNES PRATIQUES

- Choisir des panneaux isolants semi-rigides ou rigides pour faciliter le bourrage lors de l'application des panneaux et assurer une bonne tenue dans le temps (peu de tassement).
- Réaliser des découpes précises et soignées.
- Découper les panneaux dans une largeur légèrement plus importante que le vide à combler.
- Ajouter un contre-isolant intérieur ou extérieur, dans l'idéal avec une pose croisée, recouvrant les éléments de charpente.

N.B. :

- Le bourrage des panneaux d'isolant ne doit pas les comprimer leur épaisseur, ce qui pourrait conduire à obstruer la lame d'air ventilée sous-écran de sous-toitureet/ou sous couverture (cf. enseignements n° 2 et n° 11).
- Le bourrage des panneaux doit être conforme aux spécifications de l'isolant utilisé.
- Un isolant dense, particulièrement s'il est biosourcé, améliore l'inertie de l'enveloppe et assure un meilleur déphasage, notamment en période estivale.

Références :

- CPT 3560\_V2 Mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de combles, § 4.2, p. 8 Réalisation de l'isolation.
- Pour la pose d'isolant en laine minérale : NF DTU 45.10 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 5.3, p. 20 Exécution des travaux d'isolation.
- Pour les autres matériaux (isolants biosourcés...) : se référer aux règles professionnelles ou à l'avis technique du produit retenu.



Les extrémités des panneaux isolant ploient sous leur propre poids, notamment au faîtage à la jonction entre les deux pans de toiture. ©M.Auriac



Le pourtour de la fenêtre de toit a été isolé avec des chutes de panneaux d'isolant, ce qui ne permet pas la continuité de l'isolation. ©AQC



Grâce à des découpes précises et soignées, les panneaux de fibre de bois sont positionnés entre chevrons sans laisser d'espaces vides. La densité des panneaux participe également à leur bonne tenue. Une seconde épaisseur d'isolant en couche croisée sera mise en œuvre avant la pose de l'étanchéité à l'air.

© LezekoArchitectes

## 4 ANTICIPER ET TRAITER LES PONTS THERMIQUES DE LIAISON

### CONSTAT

- L'isolation est interrompue à la liaison entre le rampant du comble aménagé et le mur de façade.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de performance de l'enveloppe due à la présence de ponts thermiques.
- Risque pour la durabilité des matériaux du fait de condensation au sein de l'isolant au droit des ponts thermiques, voire même sur les parements intérieurs (dégradation de l'air intérieur...).

### ORIGINES

- Manque d'anticipation dès la conception quant à la gestion du pont thermique entre l'ITE et l'isolation sous-rampant.
- Manque de soin lors de la pose de l'isolant.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Déposer les éléments de couverture situés au-dessus de la zone du pont thermique pour constater l'état des éléments de structure et d'isolation.
- Comblers le vide entre l'isolant de la façade et le rampant par l'ajout d'isolant et l'ajustement de l'étanchéité à l'air.

### BONNES PRATIQUES

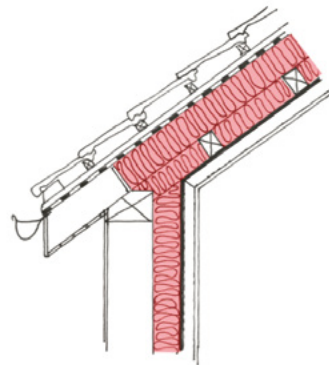
- Dès la conception, proposer et détailler les solutions techniques permettant une continuité de l'isolation.
- L'étanchéité à l'air doit également être finement traitée à cet endroit (cf. enseignements n° 6 et n° 8).

Références :

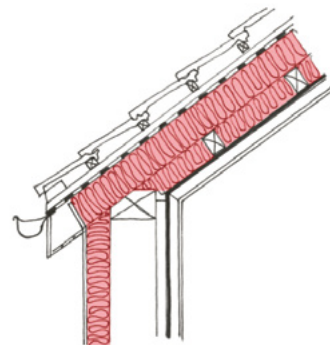
- NF DTU 45.10 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 6.1, p. 25 Raccords d'angles, § 6.2, p. 25 Planchers de faux combles et pieds-droits.
- Guide pratique CSTB Isolation des combles aménagés § 5.2, p. 33 Ponts thermiques de liaison.
- Guide pratique CSTB Les ponts thermiques dans le bâtiment, § Les ponts thermiques des liaisons (PTL), p. 17.



L'isolation des rampants par l'intérieur ne se raccorde pas avec l'isolation de la façade à ce point de jonction. Un pont thermique linéique très important est créé. ©AQC



Dans le cas d'une isolation thermique par l'intérieur, l'isolation est posée de façon continue à la jonction mur/rampant. ©AQC



Dans le cas d'une isolation thermique par l'extérieur, l'isolation est posée de façon continue à la jonction mur/rampant. ©AQC



## 5 LIMITER ET QUANTIFIER LES PONTS THERMIQUES INTÉGRÉS

### CONSTAT

- Le système de pose de l'isolant retenu engendre des ponts thermiques nombreux avec des valeurs élevées n'ont pas été prises en compte dans les calculs des résistances thermiques.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Performance de l'enveloppe inférieure aux prévisions.
- Risque de condensation au sein de la paroi au droit des ponts thermiques.
- Risque de non-respect de la réglementation thermique élément par élément (le calcul des résistances thermiques des parois doit inclure les ponts thermiques).

### ORIGINE

- Absence de gestion des ponts thermiques en phase de conception.

### SOLUTION CORRECTIVE

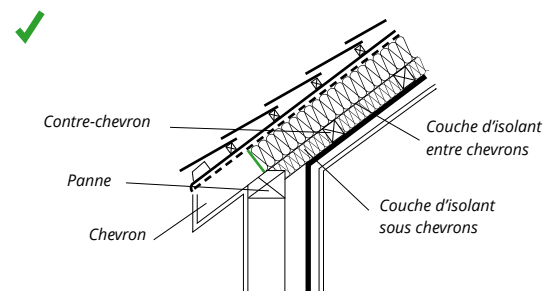
- Poser une seconde épaisseur d'isolant perpendiculairement à la première tout en évitant toute ossature ou suspente métallique.

### BONNES PRATIQUES

- Relever le principe constructif de la charpente lors du diagnostic préalable pour concevoir une mise en œuvre du complexe isolant adaptée.
- Privilégier la pose d'une isolation en deux couches croisées, par exemple une couche entre chevrons et une couche sous chevrons.
- Choisir des matériaux de fixation moins conducteurs (ossatures en bois croisées, poutres bois en I, suspentes en polymère...).
- Quantifier l'impact des ponts thermiques intégrés pour les compenser par la mise en œuvre d'une épaisseur d'isolant plus importante.



L'isolation est appliquée en une seule couche entre pannes. Des suspentes métalliques sont utilisées pour fixer les fourrures et maintenir l'isolant. Les pannes et les suspentes métalliques traversent le complexe isolant de part en part, créant des ponts thermiques dits intégrés. ©AQC



L'isolation est appliquée en deux couches croisées afin de limiter les ponts thermiques liés aux passages des chevrons et contre-chevrons. ©AQC



Les suspentes utilisées sont en composite armé pour limiter la conductivité thermique. ©F. Petetin

Références :

- Guide pratique CSTB Isolation des combles aménagés § 5.1, p. 32 Ponts thermiques intégrés.
- Guide pratique CSTB Les ponts thermiques dans le bâtiment § 3, p. 69 Traitement des PTI.
- NF DTU 45.10 P1-1 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 5.3.3.3, p. 23 Charpente traditionnelle avec isolant entre chevrons, sous chevrons et contre chevrons.
- Réglementation thermique élément par élément, Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.



## 6 CHOISIR DES PRODUITS ADAPTÉS POUR RÉALISER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ET MAÎTRISER LEUR BON JOINTOIEMENT

### CONSTAT

- Le plan d'étanchéité à l'air est assuré par le kraft de l'isolant et les jointoiments sont mal réalisés.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de performance de l'enveloppe : déperditions générées par la présence de nombreuses fuites.
- Risque pour la durabilité des matériaux dû aux condensations au droit des passages d'air (toute fuite d'air correspond à un passage important de vapeur).

### ORIGINES

- Méconnaissance des principes de gestion de l'étanchéité à l'air et des matériaux adaptés à sa réalisation, notamment au regard de la typologie de l'isolant mis en œuvre.
- Méconnaissance de la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Mettre en œuvre une membrane d'étanchéité à l'air en sous-face des fourrures. Cette solution n'est cependant pas idéale (cf. enseignement n° 7).

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir un plan d'étanchéité à l'air continu et adapté à l'isolant mis en œuvre, même si celui-ci dispose d'un surfaçage kraft.
- Consulter et respecter les préconisations présentes dans les DTU et/ou les avis techniques des produits utilisés.
- Lors de la conception, réaliser un carnet de détails en matérialisant systématiquement le plan d'étanchéité à l'air.
- Dans le cas d'une pose d'isolation en deux couches, la seconde couche ne doit pas être positionnée contre un surfaçage kraft sans que celui-ci ait été préalablement perforé sur l'ensemble de sa surface.

N.B. : cet enseignement ne traite que de l'étanchéité à l'air. La gestion de la migration de la vapeur d'eau est abordée dans les enseignements n° 10 et 11.



Le surfaçage kraft est considéré à tort comme une membrane d'étanchéité à l'air. La jonction des panneaux est réalisée par du ruban adhésif posé par-dessus les fourrures. Ces deux points ne permettent pas de bénéficier d'une continuité du plan d'étanchéité à l'air. ©AQC



Le plan d'étanchéité à l'air, réalisé à l'aide d'une membrane et de l'adhésif prévus à cet effet, est continu. Un contre tasseautage sera apporté ultérieurement pour obtenir un vide technique et fixer le parement intérieur. ©AQC



Le plan d'étanchéité à l'air, réalisé à l'aide de panneaux OSB jointés par de l'adhésif prévu à cet effet, est continu. ©AQC



Références :

- Pour la pose d'isolant en laine minérale : NF DTU 45.10 - Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées. Document dans lequel il est notamment précisé que les krafts bitumés, les papiers kraft et les complexes kraft-polyéthylène associés en usine aux rouleaux ou panneaux isolants ne remplacent en aucun cas une membrane d'étanchéité à l'air spécifique (cf. § 3.4 Pare-vapeur, p. 10).
- Pour les autres produits (isolants biosourcés, membranes...) : se référer aux règles professionnelles ou à l'avis technique des produits retenus.

## 7 ÉLOIGNER LA MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DU PAREMENT INTÉRIEUR POUR ASSURER SA PROTECTION ⚠

### CONSTAT

- Le parement intérieur est fixé contre la membrane d'étanchéité à l'air.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Risque de percements du plan d'étanchéité à l'air lors de la mise en place du parement et des éventuels aménagements intérieurs.
- Absence de vide technique entraînant une augmentation du nombre de points singuliers à traiter si des passages de gaines sont nécessaires.

### ORIGINE

- Méconnaissance des risques liés aux percements de la membrane.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Soigner l'étanchéité à l'air au droit des traversées de gaines en cas d'installation électrique non apparente.
- Communiquer aux futurs utilisateurs qu'il ne faut pas percer le parement ou utiliser des chevilles spécifiques (via une note dans le carnet numérique et/ou le DIUO de l'opération).

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir une conception permettant la création d'un vide technique entre la membrane et le parement intérieur. Cette précaution permet le passage des gaines et réseaux et limite les risques de percement de la membrane lors de l'aménagement intérieur. Ce type de mise en œuvre est possible avec une ossature bois ou, en système, avec des rallonges sous-suspentes.
- Prévoir un complément d'isolation dans l'épaisseur du vide technique pour optimiser la performance du bâtiment dans le peu d'espace disponible du comble.

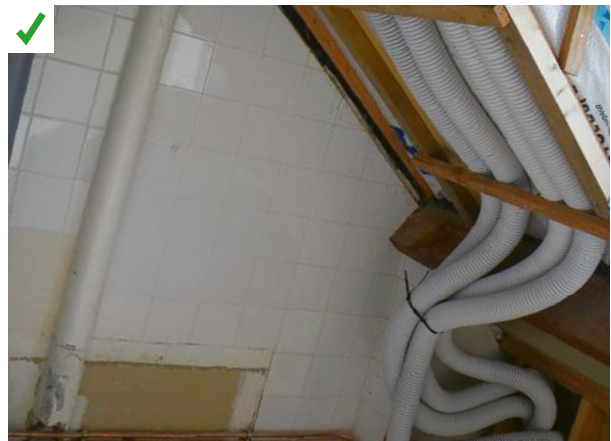
N.B. : dans le cas où un complément d'isolation serait prévu dans le vide technique, respecter la règle dite des 2/3 - 1/3 pour le positionnement de la membrane par rapport à l'isolant.

Références :

- NF DTU 31.2 P1-1 Construction de maisons et bâtiments à ossature bois, § 9.3.1.5, p. 39 Mise en œuvre d'un complément d'isolation intérieure (règle dite des 2/3-1/3).
- Pour les autres produits (isolants biosourcés, membranes...): se référer aux règles professionnelles ou à l'avis technique du produit retenu.



La membrane d'étanchéité à l'air est collée sur les fourrures métalliques à l'aide d'un adhésif double face. La plaque de plâtre, vissée également sur les fourrures métalliques, se retrouve en contact direct avec la membrane. ©AQC



Création d'un vide technique pour le passage des gaines de ventilation double flux permettant d'éviter le percement de la membrane d'étanchéité à l'air. ©V. Jacquet



Pose de la membrane pare-vapeur et d'étanchéité entre deux couches d'isolant selon la règle dite des 2/3-1/3. (1) ©S.Courgey



(1) L'épaisseur du complément d'isolation est dimensionnée pour que sa résistance thermique soit inférieure ou égale à la moitié de celle de l'isolant contenu dans la paroi, sans jamais dépasser 100 mm.

## 8 TRAITER LES POINTS SINGULIERS AUX TRAVERSÉES DU PLAN D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ⚠

### CONSTAT

- La continuité de l'étanchéité à l'air n'est pas assurée au niveau des traversées des éléments de charpente.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de performance de l'enveloppe du fait de la présence de fuites d'air.
- Risque pour la durabilité des matériaux dû aux condensations au droit des passages d'air (toute fuite d'air correspond à un passage important de vapeur).

### ORIGINES

- Méconnaissance des principes de gestion de l'étanchéité à l'air.
- Méconnaissance de la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air et du traitement des points singuliers.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Appliquer un ruban adhésif d'étanchéité approprié au niveau des déchirures de la membrane, des jonctions avec les éléments traversants et des fixations par agrafes.

### BONNES PRATIQUES

- Découper la membrane avec soin de façon à créer un retournement d'une longueur suffisante sur l'élément de charpente.
- Nettoyer les éléments de charpente aux endroits où seront disposés les fixations pour retirer toute présence de poussière ou d'aspérités.
- Coller la membrane sur les éléments de charpente avec du mastic et/ou du ruban adhésif approprié (à base de butyle par exemple).

N.B. :

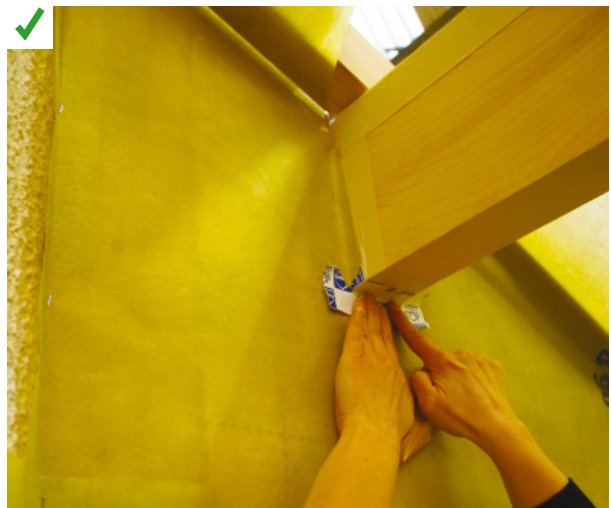
- En fonction de la nature de la charpente et de la membrane, les produits de fixation seront différents. Si les pièces de bois comportent des fissures pouvant traverser le plan d'étanchéité à l'air, ces dernières devront être comblées par un produit adapté (mastic, résine).
- Pour les autres éléments traversants (conduits, gaines...), utiliser les adhésifs ou manchons appropriés.

Références :

- NF DTU 45.10 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 6.1, p. 25 Raccords d'angles.
- Pour les autres produits (isolants biosourcés, membranes...) : se référer aux règles professionnelles ou à l'avis technique du produit retenu.



La membrane est déchirée au droit des éléments de charpente la traversant. Elle n'est fixée que par des agrafes. Aucune reprise n'a été effectuée. ©AQC



La membrane d'étanchéité à l'air est traversée par un élément de charpente. L'étanchéité à l'air de ce point singulier est traitée grâce à du ruban adhésif approprié qui permet de fixer la membrane sur le pourtour de la poutre. ©AQC



Un primaire d'accrochage a été appliqué sur les pièces de bois pour une meilleure adhérence de l'adhésif. ©AQC



## 9 SOIGNER LA MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLATION ET DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR AU NIVEAU DES FENÊTRES DE TOIT

### CONSTAT

- La continuité de l'isolation et de l'étanchéité n'est pas assurée au niveau du dormant et/ou du chevêtre de la fenêtre de toit.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Perte de performance de l'enveloppe du fait de la présence de fuites d'air et de ponts thermiques.
- Risque pour la durabilité des matériaux dû aux condensations au droit des passages d'air (toute fuite d'air correspond à un passage important de vapeur).

### ORIGINES

- Manque d'anticipation des ponts thermiques en phase de conception.
- Méconnaissance de la mise en œuvre de l'étanchéité à l'air.
- Absence de carnets de détails et manque de coordination entre les intervenants.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Poursuivre l'isolation devant les pièces de bois afin de ne pas avoir de ponts thermiques à la liaison plafond/fenêtre de toit.
- Déposer le parement intérieur pour mettre en œuvre une membrane d'étanchéité continue.
- Appliquer de l'adhésif d'étanchéité par-dessus les agrafes.

### BONNES PRATIQUES

- En phase de conception, réaliser un carnet de détails comportant les plans d'étanchéité à l'eau, à l'air et à la vapeur.
- Prévoir la découpe des panneaux d'isolant en fonction du vide à combler et des ponts thermiques à traiter.
- Réserver une longueur suffisante de membrane d'étanchéité à l'air pour assurer la jonction avec la fenêtre de toit.
- Assurer la continuité entre la membrane d'étanchéité à l'air et le dormant de la fenêtre de toit avec un cordon de mastic et/ou un ruban adhésif adapté.

N.B. : les problématiques de continuité de l'isolation, de gestion des ponts thermiques et d'étanchéité à l'air sont également à intégrer dans le traitement des ouvrages de type lucarne.



La jonction entre la menuiserie et le chevêtre est assurée par de la mousse expansive. Des vides sont présents entre les panneaux isolants et le chevêtre, ce qui crée un pont thermique. N.B. : Il existe en outre un problème de continuité de l'étanchéité à l'air avec le dormant. ©AQC



La membrane est fixée sur le dormant de la menuiserie avec des agrafes assurant une tenue mécanique. En revanche, l'étanchéité à l'air n'est assurée ni par un adhésif ni par un mastic. ©AQC



L'interface entre la fenêtre de toit et les rampants est isolée et étanche à l'air. ©AQC

Références :

- Guide pratique CSTB Isolation des combles aménagés § 4.7, p. 56 Fenêtres de toiture
- Pour la pose d'isolant en laine minérale : NF DTU 45.10 P1-1 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 6.8 p. 28 Menuiseries.
- Pour les autres produits (fenêtres de toit, isolants biosourcés, membranes...) : se référer aux règles professionnelles ou à l'avis technique du produit retenu.
- DTU 31.2 P1-1 Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois § 15.8, p. 74 Réalisation de la continuité de l'étanchéité à l'air et de la barrière à la vapeur d'eau en périphérie des baies.

## 10 S'ASSURER D'UNE BONNE MIGRATION DE LA VAPEUR D'EAU VIS-À-VIS DES MATÉRIEAUX PRÉEXISTANTS

### CONSTAT

- Le nouvel isolant est appliqué en sous-face d'un isolant préexistant fermé à la diffusion de vapeur d'eau accompagné d'un pare-vapeur.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Risque pour la durabilité de l'isolant et des pièces de charpente par :
  - humidification des matériaux suite au blocage du flux de vapeur dans la partie froide de la paroi, ce qui provoque de la condensation ;
  - développement de pathologies (insectes xylophages, champignons lignivores...).

### ORIGINES

- Absence de diagnostic de l'existant.
- Méconnaissance des principes de gestion de la vapeur d'eau.
- Méconnaissance des produits susceptibles d'être fermés à la vapeur d'eau (pare-vapeur, certains produits minces réfléchissants, polystyrène...).

### SOLUTION CORRECTIVE

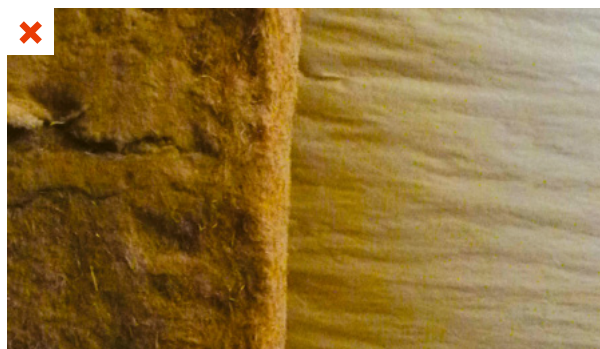
- Déposer ou lacérer de petites fentes (environ 10 par m<sup>2</sup>) les éléments fermés à la vapeur d'eau avant de mettre en œuvre le nouvel isolant.

### BONNES PRATIQUES

- Réaliser un diagnostic avant travaux et déposer l'isolant existant s'il n'est pas compatible avec les travaux envisagés, s'il comporte des traces d'humidité, s'il s'est affaissé et/ou s'il ne recouvre pas l'ensemble de la paroi.
- Réaliser une étude hygrothermique dynamique qui pourra éventuellement proposer une solution avec pare-vapeur hygrovariable ou membrane orientée.
- Limiter les transferts de vapeur d'eau par :
  - la pose d'une membrane d'étanchéité à l'air (cf. enseignement n° 6) côté intérieur du nouvel isolant. Selon l'isolant choisi, cette membrane devra être plus ou moins fermée à la vapeur d'eau ;
  - un renouvellement d'air suffisant des locaux.



Les panneaux en fibre de bois sont appliqués en sous-face d'un produit mince réfléchissant non microperforé (flèche orange). N.B.: Il existe outre un problème de continuité de l'étanchéité à l'air avec le dormant ©AQC



Les panneaux en fibre de bois sont appliqués en sous-face d'un pare-vapeur déjà en place. ©S.Courgey



En cours de chantier, des fentes ont été réalisées de façon régulière sur le pare-vapeur existant avant la mise en place des panneaux isolants. ©S.Courgey



#### Références :

- NF DTU 45.10 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 5.3.1, p. 20 Cas particulier des bâtiments existants.
- Pour les autres produits (isolants biosourcés, membranes...): se référer aux règles professionnelles ou à l'avis technique du produit retenu.
- « Maîtriser la migration de vapeur d'eau dans les parois - En rénovation », AQC, Pôle prévention construction, 2018.

# 11 TENIR COMPTE DES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCRAN DE SOUS-TOITURE POUR UNE BONNE GESTION DES TRANSFERTS DE VAPEUR D'EAU

## CONSTAT

- L'isolant est appliqué contre un écran de sous-toiture fermé à la diffusion de vapeur d'eau.

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Risque pour la durabilité de l'isolant et des pièces de charpente par :
  - humidification des matériaux suite au blocage du flux de vapeur dans la partie froide de la paroi, ce qui provoquerait de la condensation ;
  - développement de pathologies (insectes xylophages, champignons lignivores...).

## ORIGINES

- Méconnaissance des principes de gestion de la vapeur d'eau.
- Méconnaissance des caractéristiques techniques des écrans de sous-toiture et des risques sur la durabilité de la charpente entraînant un choix de produit non adapté.

## SOLUTIONS CORRECTIVES

- Repositionner l'isolant afin de laisser une lame d'air ventilée d'au moins 2 cm sous l'écran de sous-toiture.
- Réaliser une étude hygrothermique dynamique qui proposera éventuellement une autre solution avec pare-vapeur hygrovariable ou membrane orientée.

## BONNES PRATIQUES

- Réaliser un diagnostic avant travaux indiquant le comportement à la vapeur des matériaux existants.
- Si l'écran de sous-toiture existant est fermé à la vapeur d'eau ou si ses caractéristiques ne sont pas connues :
  - De l'égout jusqu'au faîtage, prévoir une lame d'air ventilée d'au moins 2 cm entre l'écran de sous-toiture et l'isolant ;
  - choisir un isolant semi-rigide afin d'assurer l'intégrité dans le temps de la lame d'air lors de la mise en œuvre (déformation, compression, tassement).
- Si un nouvel écran de sous-toiture est mis en œuvre, choisir un panneau ou un écran de sous-toiture très ouvert à la vapeur d'eau. Dans ce cas, l'isolant peut être posé contre l'écran de sous-toiture.

N.B. :

- La situation repérée ici est similaire lors de la pose d'un isolant en sous-face d'une toiture métallique qui peut être assimilée dans son comportement à un écran de sous-toiture fermé à la vapeur d'eau.
- Agrandir l'épaisseur de la lame d'air à plus de 2 cm permet d'augmenter le phénomène de convection sous toiture et de favoriser l'évacuation de la chaleur en été.



L'écran de sous-toiture installé est mal choisi, car il est fermé à la vapeur d'eau. L'isolant est par ailleurs mis en œuvre directement à son contact, ce qui ne permet pas de pallier le mauvais choix de produit ©AQC



Lorsqu'un écran de sous-toiture non ouvert à la vapeur d'eau est présent, une lame d'air ventilée de 2 cm minimum doit être conservée entre la couverture et l'écran de sous-toiture d'une part et entre l'écran de sous-toiture et l'isolant d'autre part. ©AQC



Lorsqu'un écran de sous-toiture hautement perméable à la vapeur d'eau (HPV) est présent, une lame d'air est conservée uniquement entre l'écran de sous-toiture, très ouvert à la vapeur d'eau, et les éléments de couverture. L'isolant peut venir au contact de l'écran HPV. À l'intérieur, l'ouverture à la diffusion de la vapeur d'eau (Sd) du plan d'étanchéité à l'air, sera choisie en fonction de la nature de l'isolant et du Sd de l'écran de sous-toiture. ©AQC

Références :

- NF DTU 45.10 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 5.3.3.2, p. 22 Ventilation de la sous-face de l'écran.
- Pour les autres produits (isolants biosourcés, membranes...) : se référer aux règles professionnelles ou à l'avis technique du produit retenu.

## 12 PRENDRE TOUTES LES DISPOSITIONS NÉCESSAIRES AU REGARD DU RISQUE INCENDIE ⚠

### CONSTAT

- L'isolant et/ou le plan d'étanchéité à l'air combustible sont au contact d'éléments dégageant de la chaleur (éclairages encastrés, transformateurs, conduits de cheminées...).

### PRINCIPAL IMPACT

- Risque d'un départ de feu lié à un échauffement local non maîtrisé. Cet échauffement peut être dû à l'équipement lui-même (spots, conduits de cheminée) ou aux calories piégées par l'isolant.

### ORIGINE

- Méconnaissance des principes de sécurité incendie en présence de sources de chaleur localisées au contact de l'isolant ou d'autres éléments inflammables.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Installer des dispositifs de protection des spots adaptés avant d'encastrer les éclairages dans le parement intérieur.
- Supprimer ou écarter les éléments inflammables à proximité des éléments dégageant de la chaleur.

### BONNES PRATIQUES

- Dans le cas d'une intégration d'éclairages encastrés, prévoir un vide technique permettant le respect de la distance de sécurité au regard de la classification de l'isolant et/ou poser un capot adapté aux produits mis en œuvre.
- Dans le cas d'une traversée du complexe d'isolation par un conduit de cheminée maçonné :
  - prévoir une distance de sécurité entre d'une part le conduit et d'autre part l'isolant et la membrane d'étanchéité à l'air (cette distance varie en fonction des produits et types de conduit mis en œuvre) ;
  - assurer l'étanchéité à l'air avec un enduit ou d'autres matériaux non isolants et non inflammables ;
  - réaliser un coffrage<sup>(1)</sup> autour du conduit sur lequel pourra être fixée la membrane d'étanchéité à l'air.

(1) Pour ce coffrage et l'espace entre le conduit et le coffrage, n'utiliser que des matériaux (isolant, panneau...) adaptés à cet emplacement.

Références :

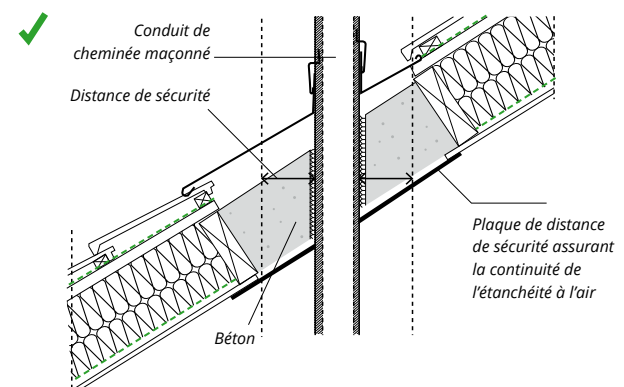
- NF DTU 24.1 P1 Travaux de fumisterie § 7.5 p. 52 Distance de sécurité par rapport aux matériaux combustibles.
- NF DTU 45.10 P1-1 Isolation des combles par panneaux ou rouleaux en laines minérales manufacturées, § 6.9, p. 28 Conduits de fumées et § 6.3, p. 26 Traitement des dispositifs d'éclairages encastrés.
- NF DTU 45.11 P1-1 Isolation thermique de combles par soufflage d'isolant en vrac § 6.1.2, p. 14 Arrêtir de l'isolant autour de conduits de fumée et § 6.1.3, p. 15 Éléments dégageant de la chaleur.
- e-Cahiers du CSTB, Cahier 3816, juillet 2020



L'isolant, en panneaux revêtus d'un surfaçage Kraft et classé inflammable, est en contact direct avec le spot encastré. ©AQC



L'isolation et la membrane d'étanchéité à l'air sont en contact direct avec le conduit de cheminée maçonné. ©AQC



Pour les conduits maçonnés, l'espace créé par le respect de la distance de sécurité ne peut pas être composé d'un matériau isolant. Le respect des règles de l'art entraîne donc un pont thermique pour ce cas précis.. ©AQC



## CONCLUSION

### SYNTHÈSE DES RETOURS D'EXPÉRIENCES

Pour obtenir un bâtiment performant, confortable, sain et pérenne, les retours d'expériences montrent qu'il est important de :

- réaliser systématiquement un diagnostic préalable pour s'assurer du bon état du bâtiment et de la compatibilité des matériaux en présence avec les travaux envisagés ;
- prévoir dans le planning du chantier un temps suffisant dédié à la reprise éventuelle de la structure, de la couverture et au séchage du bâtiment pour s'assurer que celui-ci est stable, hors d'eau, sec et sain avant le démarrage des travaux ;
- associer systématiquement à l'isolant la pose d'un plan d'étanchéité à l'air pour limiter les déperditions thermiques ;
- assurer une mise en œuvre continue de l'isolation ;
- assurer une mise en œuvre continue du plan d'étanchéité à l'air, car toute inétanchéité à l'air implique un passage important de vapeur d'eau et augmente ainsi le risque de condensation au sein de l'isolant et de la charpente ;
- assurer une bonne migration de la vapeur d'eau par la mise en œuvre :
  - d'une étanchéité à l'air dont le comportement à la vapeur est adapté au complexe retenu ;
  - d'un isolant et d'un écran de sous-toiture ouverts à la vapeur d'eau ;
  - d'une ventilation des éléments sous-toiture.
- anticiper et traiter les points singuliers, notamment par une conception en amont des détails, et intégrant les différents acteurs ;
- réaliser une mise en œuvre précise, soignée et respectueuse des règles de l'art.

Au-delà de la conception et de la mise en œuvre de l'enveloppe, le projet de rénovation doit intégrer une réflexion sur la ventilation des espaces aménagés en combles. Le renouvellement de l'air intérieur doit être suffisant pour évacuer l'air chargé en CO<sub>2</sub>, les polluants et la vapeur d'eau. Une bonne qualité de l'air est ainsi assurée.

### POUR ALLER PLUS LOIN

Un projet de rénovation globale est l'opportunité d'envisager une isolation par l'extérieur de la toiture. Selon les résultats du diagnostic préalable aux travaux, les contraintes patrimoniales et de chantier, la dépose de la couverture peut s'avérer pertinente et permet alors la mise en œuvre de panneaux en sarking<sup>(1)</sup> ou de caissons isolés.

Afin de s'adapter aux problématiques liées au réchauffement climatique et d'éviter une installation de rafraîchissement, les travaux d'isolation des rampants doivent intégrer une stratégie passive du confort d'été en :

- privilégiant un isolant favorisant le déphasage (biosourcé dense) ;
- prévoyant une forte ventilation sous toiture (hauteur augmentée de la lame d'air, entrées et sorties d'air plus nombreuses), particulièrement sur les pans de toiture exposés au soleil estival ;
- préférant les ouvertures en pignon, voire les lucarnes aux fenêtres de toit et en limitant les surfaces vitrées en toiture ;
- intégrant systématiquement des protections solaires extérieures efficaces au niveau des fenêtres de toit et lucarnes, quand ces ouvertures n'ont pu être évitées.

Enfin, l'intervention en toiture est aussi l'occasion d'envisager la pose de panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques en les intégrant dans la stratégie globale de rénovation énergétique.

(1) Cf Définitions de ce présent rapport.



## GLOSSAIRE

DIUO	Dossier des interventions ultérieures sur l'ouvrage
DTU	Documents techniques unifiés
HPV	Hautement perméable à la vapeur d'eau
ITE	Isolation thermique par l'extérieur

## DÉFINITIONS

### Écran de sous-toiture

L'écran de sous-toiture permet de recueillir et d'évacuer vers l'égout les eaux de fonte de neige, la condensation éventuelle et les pénétrations accidentelles d'eau de pluie dues au déplacement d'une tuile par exemple. Il peut être bitumineux, hautement perméable à la vapeur d'eau (HPV) ou synthétique.

### Étude hygrothermique dynamique

Le principe d'un calcul de simulation hygrothermique dynamique consiste à étudier sur une année entière, ou sur une période définie d'au moins quelques jours, le comportement hygrothermique du bâtiment.

### Fourrure

Rails portés par des suspentes réglables sur lesquels sont fixés les parements intérieurs de type plaques de plâtre.

### Pare-vapeur

L'écran pare-vapeur permet d'entraver le cheminement de la vapeur d'eau à travers les parois, pour éviter le risque de condensation dans l'épaisseur de l'isolant.

### Plan d'étanchéité à l'air

Le plan d'étanchéité à l'air a pour rôle d'entraver le cheminement de l'air à travers les parois.

### Rampants

Les rampants désignent les parties d'une toiture disposées en pente.

### Sarking

L'isolation thermique extérieure par surtoiture (sarking) permet une isolation continue sans ponts thermiques. Elle assure également l'étanchéité à l'air et protège la toiture de l'humidité. Elle peut être mise en œuvre sur les charpentes traditionnelles en bois, les pannes et chevrons restant visibles de l'intérieur. En rénovation, elle permet d'éviter la dégradation des combles aménagés pendant les travaux.

### Suspente

Accessoire métallique d'accrochage des rails et éléments de soutien des parements de type plaques de plâtre.

(1) De Vigan, Jean. Dicobat, dictionnaire général du bâtiment. 7<sup>e</sup> édition Paris : Arcature, 2008.

(2) Bouteville, Ursula. La construction : comment ça marche ? 2<sup>e</sup> édition. Anthony : Le Moniteur, 2016.

## LES MISSIONS DE L'AQC

### OBSERVER L'ÉVOLUTION DES DÉSORDRES ET DES PATHOLOGIES

La priorité est donnée au recueil et à l'analyse d'informations sur les désordres. Une méthode spécifique de recueil et de traitement des données est mise en place : le SYstème de COLlecte des DÉsordres (Sycodés).

Les données produites font apparaître les techniques et les ouvrages les plus sinistrants ainsi que les causes de ces sinistres. Elles permettent également de mesurer les progrès des professions.

En complément, l'AQC conduit une enquête d'envergure nationale sur les risques dans les bâtiments performants aux plans énergétique et environnemental.

### IDENTIFIER LES SIGNES DE QUALITÉ

L'Observatoire des signes de qualité a été conçu et enrichi par l'AQC, à partir de l'analyse des référentiels techniques et des conditions d'utilisation des diverses marques. Il a abouti à la conception d'un moteur de recherche des signes de qualité au service des professionnels et des maîtres d'ouvrage. Il est disponible sur le site internet de l'AQC.

### CHOISIR LES PRODUITS

La Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) agit au sein de l'AQC avec trois objectifs clés :

- tenir compte des enseignements de la pathologie pour améliorer les produits et les textes qui régissent leur mise en œuvre ;
- éviter que de nouveaux produits ou textes ne soient à l'origine d'une sinistralité importante et répétée ;
- attirer l'attention des professionnels lors de leur choix technique sur les produits et/ou procédés, susceptibles de poser des problèmes.

Le champ traité par la C2P est vaste puisqu'il couvre le domaine traditionnel : normes et documents techniques unifiés (NF DTU), Règles professionnelles, et le domaine non traditionnel : Avis Techniques (ATec), Documents Techniques d'Application (DTA)...

### CONSTRUIRE AVEC LA QUALITÉ EN LIGNE DE MIRE

L'AQC développe des actions de prévention (publications techniques, Fiches pathologie bâtiment, articles dans la revue...) et accompagne les professionnels dans l'adoption de bonnes pratiques (démarches qualité, documents de sensibilisation).

La Commission Prévention Construction (CPC) s'est fixée comme objectif à sa création de :

- développer des actions sur les pathologies les plus coûteuses ou les plus nombreuses ;
- mobiliser les professionnels ;
- travailler sur les causes profondes de la non-qualité ;
- s'ouvrir aux règles et nouveaux systèmes constructifs susceptibles de générer des risques.

### PRÉVENIR DÉSORDRES ET PATHOLOGIES

La revue Qualité Construction, le site internet de l'AQC, le Rendez-vous Qualité Construction et les journées destinées aux formateurs, la présence active sur des salons comme BePOSITIVE ou BATI'FRAIS, sont l'illustration dynamique de la volonté permanente de communication de l'AQC avec son environnement.



# DANS LA MÊME COLLECTION



## ISOLATION DES COMBLES PERDUS PAR SOUFFLAGE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce Rapport REX a été réalisé en partenariat avec le Pôle énergie Franche-Comté. Il présente 12 enseignements pour sensibiliser et accompagner les professionnels aux bonnes pratiques pour obtenir une performance à la hauteur des enjeux énergétiques.



## VÉGÉTALISATION DU BÂTI EXISTANT - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce rapport, élaboré en partenariat avec Ekopolis, a pour objectif d'accompagner les acteurs de la construction vers des opérations de végétalisation pérennes, conservant l'intégrité et la durabilité du bâtiment.



LA VENTILATION SIMPLE FLUX EN RÉNOVATION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LE BIM: QUELLE APPROPRIATION PART LA FILIÈRE ? - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LA VENTILATION NATURELLE À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE DU BÂTI ANCIEN - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LA CONSTRUCTION BOIS - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



BÂTIMENTS ÉQUIPÉS DE SYSTÈMES DE PILOTAGE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LES MENUISERIES EXTÉRIEURES - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



HUMIDITÉ DANS LA CONSTRUCTION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



AMBIANCE LUMINEUSE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Retrouvez l'ensemble des publications du Dispositif REX Bâtiments performants sur :

[www.dispositif-rexbp.com](http://www.dispositif-rexbp.com)

 [DispositifREXBP](#)

*réalisé avec le soutien financier de :*



11 bis, avenue Victor Hugo, 75116 Paris | T 01 44 51 03 51 | <https://qualiteconstruction.com>