



## SOLUTION DE RÉNOVATION GLOBALE POUR PAVILLONS DE LA RECONSTRUCTION (1948-DÉBUT DES ANNÉES 70) Cas particulier des maisons chauffées à l'électricité



### La typologie

- Période constructive : après-guerre
- Surface habitable entre 75m<sup>2</sup> et 95m<sup>2</sup>
- Chauffage électrique effet joule
- Typologie présente sur l'ensemble du territoire national

\* Voir fiche typologie

### Principales problématiques adressées et grandes orientations de la solution

Les principales problématiques de cette typologie concernent l'intervention en site occupé et le changement d'énergie des systèmes énergétiques. La solution consiste à isoler l'enveloppe par l'extérieur afin de réduire les nuisances pour les occupants. Cela permet également un meilleur traitement des ponts thermiques et donc une performance optimisée. L'intervention à l'intérieur du logement pour mettre en place les réseaux hydrauliques sera coordonnée et l'ensemble des éléments préparés en amont pour réduire le temps de pose.



\* La "fiche typologie" apporte des éléments de description de la typologie et également la description d'une maison spécifique ayant servi à la conception de la solution globale.



« Cette typologie est présente sur l'ensemble du territoire national, elle ne présente pas de caractère patrimonial fort et sa performance énergétique est plutôt faible. Elle a été retenue car son potentiel de rénovation est élevé et les solutions de rénovation globales accessibles. Forte des membres de son groupement, la solution de base proposée (isolation de l'enveloppe, mise en place d'une VMC et d'un réseau de chauffage hydraulique alimenté par une PAC) peut être d'une part mise en place assez rapidement grâce aux réseaux de partenaires et les entreprises affiliées des membres du groupement. D'autre part, cette solution standardisée peut également être développée à d'autres échelles afin de profiter à la massification de la rénovation des logements. »

Arnaud GABILLAT, responsable activité conseil POUGET Consultants

### Le groupement POUGET – SAINT-GOBAIN – AUER

#### POUGET Consultants

Bureau d'étude thermique et fluides, son activité se situe au croisement des métiers de l'immobilier et de la performance énergétique et environnementale.

#### SAINT-GOBAIN

Le groupe Saint-Gobain conçoit, produit et distribue des matériaux et des solutions pensés pour le bien-être de chacun et l'avenir de tous.

#### AUER

S'appuyant sur un savoir-faire historique de près de 130 ans dans le domaine du chauffage, AUER déploie depuis plus de 10 ans son activité dans les énergies renouvelables.



## ZOOM SUR LA DÉMARCHE GLOBALE

La solution de rénovation proposée pour cette typologie présente les innovations suivantes :

- Un traitement complet de l'enveloppe et des systèmes énergétiques pour des performances énergétiques et environnementales optimisées
- Une limitation au maximum de l'impact du chantier sur les occupants avec la mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur et un procédé optimisé de création de réseaux hydrauliques
- Le remplacement d'un système de chauffage effet joule et ECS sur cumulus électrique par une pompe à chaleur double service, incluant la création de réseaux hydrauliques

### Isolation par l'extérieur :

Innovation dans la mise en œuvre de l'ITE par un système d'ETICS qui permet :

- une réduction des ponts thermiques et un gain en performance énergétique.
- un gain de surface habitable

### Changements de système de production de chauffage et d'ECS :

Innovation dans la solution de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire par une unique pompe à chaleur double-service sans appoint. Production d'ECS 100% thermodynamique pour un impact  $\text{CO}_2 < 3 \text{ kg CO}_2$ .

L'impact sur les occupants est fortement réduit grâce à une préfabrication des différents éléments de réseau hydraulique. Un relevé sur site par le professionnel permet tout d'abord d'identifier les éléments nécessaires (matériaux et accessoires) à la réalisation du réseau. Par la même occasion, un métré est réalisé afin de répertorier et quantifier ces éléments.

Cet inventaire précis permet un gain de temps de préparation de la fourniture et de la pose grâce aux assemblages des éléments réalisés au préalable en usine.

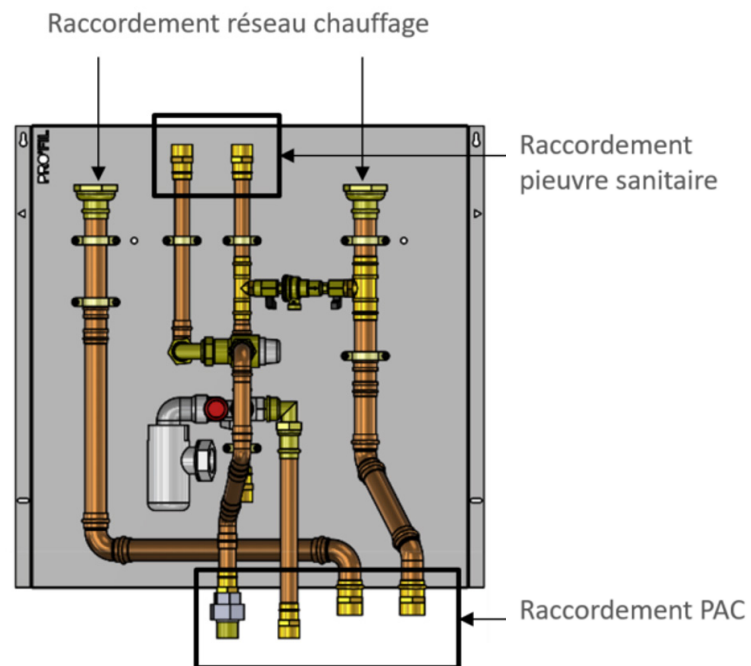
Chaque kit de connexion est spécifique et prêt à poser pour le raccordement de la pompe à chaleur avec le circuit hydraulique du chauffage et de l'Eau Chaude Sanitaire.

Les avantages sont multiples grâce à une conception facilitée, ainsi qu'une mise en œuvre rapide et facile. Le kit est adaptable aux configurations du projet.

L'encombrement est réduit, les nuisances dues aux travaux limitées et la finition soignée (pas de coupes ni de soudures).

### Les avantages de cette solution :

- Mise en œuvre rapide et facile de l'installation
- Encombrement réduit
- Finition esthétique
- Pas de découpe ni de soudures
- Différentes version flexibles et adaptable
  - PAC + chauffage vers le bas
  - Chauffage + sanitaire vers le bas
  - Chauffage vers le bas & soupape de pression différentielle



Kit de connexion : source [www.pro-fil.com](http://www.pro-fil.com)

## DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA SOLUTION

### ENVELOPPE



#### MURS

##### Principe

Procédé d'isolation par l'extérieur avec enduit (ETICS) à base d'un isolant rigide.

##### Mise en œuvre

Le système proposé comprend la pose des panneaux isolants type laine de roche, calés par plots de colles et chevillés à l'aide de rosaces, puis d'un enduit intégrant une armature marouflée et enfin un enduit de finition à base de chaux aérienne sur couche d'impression.



#### PLANCHER BAS

##### Principe

Isolation rapportée en sous-face de dalle à l'aide de panneaux isolants.

##### Mise en œuvre

Mise en place de panneaux isolants type laine minérale de verre manuellement par fixations mécaniques à l'aide de chevillage approprié traversant l'isolant.



#### ISOLATION DES RAMPANTS DE COMBLES AMÉNAGÉS

##### Principe

Le système d'isolation des rampants sera formé d'un isolant avec traitement de la migration de vapeur et de l'étanchéité à l'air.

##### Mise en œuvre

Isolation à l'aide d'isolant type laine minérale de verre en deux couches croisées entre et sous chevrons. Un ouvrage pare vapeur est prévu constitué d'une membrane d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau et de ses accessoires appropriés (bande adhésive, mastic, etc.).



#### MENUISERIES

##### Principe

L'ensemble des menuiseries extérieures, fenêtres et porte-fenêtre, sera remplacé par des menuiseries extérieures en double vitrage performant type 4/16/4 peu émissif avec remplissage argon.

##### Mise en œuvre

La dépose totale des menuiseries existantes sera réalisée. Ces dernières seront placées en tunnel avec retour d'isolant en appui, tableaux, linteaux.



### SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

#### CHAUFFAGE



##### Principe

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire seront assurés par une pompe à chaleur Air / Eau double service.

##### Mise en œuvre

Installation d'une pompe à chaleur double service (unité extérieure le long d'un pignon, et unité intérieure en local non chauffé type garage ou sous sol), assurant la production d'eau chaude pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. L'émission de chaleur se fait via des radiateurs neufs équipés de robinets thermostatiques. Le réseau de distribution hydraulique est entièrement remplacé. Le système est couplé à des thermostats d'ambiance programmables.

#### VENTILATION



##### Principe

La ventilation du bâtiment sera du type VMC hygroréglable de type B.

##### Mise en œuvre

Installation d'une VMC. Des bouches d'extractions hygroréglables, présentes en pièces humides (cuisine, salle de bain, WC) et des entrées d'air hygroréglables présentes dans les menuiseries ou les coffres de volets roulant des pièces sèches.

## ZOOM SUR LES INNOVATIONS

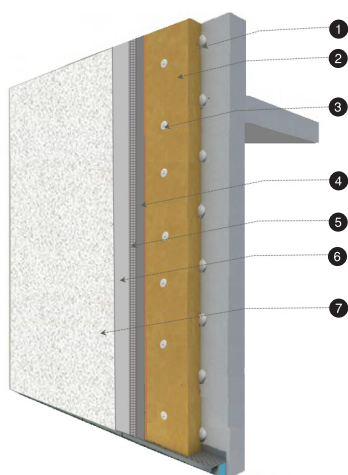


### ISOLATION DES MURS

Le système envisagé est une isolation thermique par l'extérieur de 160 mm d'épaisseur constitué :

- d'un sous-enduit épais à base de chaux aérienne et de liant hydraulique (4),
- armé d'un treillis en fibres de verre (5)
- et appliqué directement sur des panneaux en laine de roche (2)
- fixés par collage (1)
- complété par une fixation mécanique par chevilles ou par clou sur le mur support (3).

$$0,23 < U_p < 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



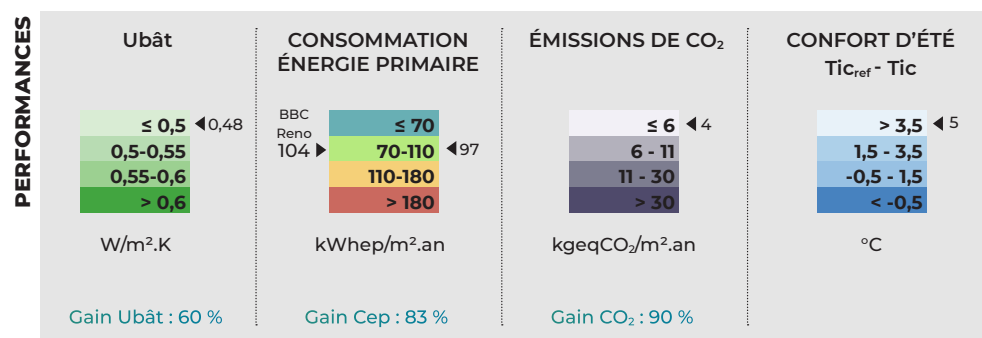
La technique d'isolation rapporté est un système ETICS. Voir zoom sur la mise en œuvre page suivante.

Elle présente néanmoins un certain nombre d'éléments qui relèvent de l'innovation notamment :

- Un revêtement mince ou épais à base de chaux aérienne, mince à base de liant silicate ou mince à base de liant organique (acrylique, vinylique ou siloxane).
- Des profilés de modénatures à base de polystyrène expansé permettant de créer des modénatures en relief sur les façades.

- 1 Fixation par collage
- 2 Panneaux en laine de roche
- 3 Fixation mécanique par chevilles ou par clou sur le mur support
- 4 & 5 Sous-enduit épais à base de chaux aérienne et de liant hydraulique armé d'un treillis en fibres de verre
- 6 Couche d'impression
- 7 Enduit de finition

## INDICATEURS DE PERFORMANCE APRÈS RÉNOVATION (SOLUTION GLOBALE)



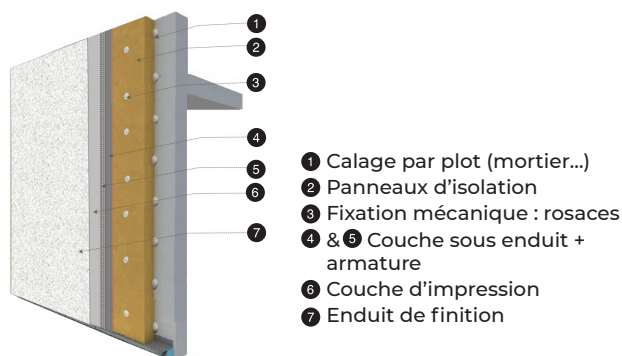
- Les indicateurs de performance ont été calculés :
  - selon la méthode de calcul THBCE de la RT2012 et ses conventions,
  - les émissions de CO<sub>2</sub> sont obtenues à partir des consommations d'énergie calculées et des coefficients de conversion de E+C-,
  - pour la maison diagnostiquée qui a servi de base à la conception de la solution globale (voir fiche typologie correspondante), ces indicateurs présenteront des différences d'une maison à l'autre de la typologie.
- Le seuil BBC rénovation est évalué pour la zone climatique H1a et altitude <400m.

## ZOOM SUR LA MISE EN ŒUVRE



### ISOLATION DES MURS

Schéma de principe du système d'isolation par l'extérieur



La préparation du support et la mise en œuvre de ce système seront exécutées conformément aux dispositions prévues dans les DTA relatifs à ce type de système d'isolation.

#### Préparation

- Déterminer le système de fixation de l'isolant et le choix de la colle
- Réaliser les essais préliminaires : essai d'arrachement des fixations
- Définir les travaux à réaliser en présence de bandeaux, balcons et tous décrochés de façades
- Le support doit être préparé : Piquage - Décapage haute pression - Nettoyage - Réparation.

#### Pose

- Le système de mise en œuvre choisi est un système calé chevillé
- Perçage des panneaux isolants et du support de façon perpendiculaire.
  - Enfoncement des chevilles jusqu'au nu de la surface d'isolant puis du clou d'expansion
  - Pose de l'isolant : rosace de cheville au contact à fleur de la surface de l'isolant
  - Mise en œuvre du complexe de revêtement (ETICS).



#### L'ŒIL DU CSTB

- Se référer aux DTA détaillant les conditions de mise en œuvre des ETICS sur isolant en laine de roche
- Les panneaux d'isolant ne devront pas présenter de désaffleurs ni de joints remplis avec de l'enduit pouvant créer d'importants ponts thermiques



### ISOLATION DU PLANCHER BAS

#### Préparation

- Les supports doivent être plans et ne présenter aucune irrégularité importante en surface. Dans le cas de dégradation du béton, une étude doit être réalisée pour définir le traitement de réparation éventuellement nécessaire.
- Les dalles à isoler doivent être dépourvues de tout équipement.
- La résistance du support de pose de l'isolant doit être vérifiée et son aptitude à être percé également.

#### Pose

- Les panneaux isolants sont posés en sous face de la dalle par 5 chevilles (4 aux angles à 10-15cm du bord et 1 au milieu), en contact direct avec la dalle bord à bord, bien jointifs, et à joints décalés. La continuité de l'isolation au niveau des angles est nécessaire.
- Jointoiement des panneaux à l'aide d'une bade adhésive appropriée



#### L'ŒIL DU CSTB

- On vérifiera la présence de dispositifs d'entrée d'air et le bon renouvellement d'air. Si ce dernier est insuffisant, il peut être préconisé la mise en place d'une ventilation mécanique par extraction.
- Dans le cas d'une pose rapportée sur hourdis, les panneaux d'isolant doivent être positionnés perpendiculairement aux poutrelles

## ZOOM SUR LA MISE EN ŒUVRE



### ISOLATION DES RAMPANTS DE COMBLES AMÉNAGÉS AVEC TRAITEMENT DE L'INTERFACE AVEC LA FENÊTRE DE TOIT

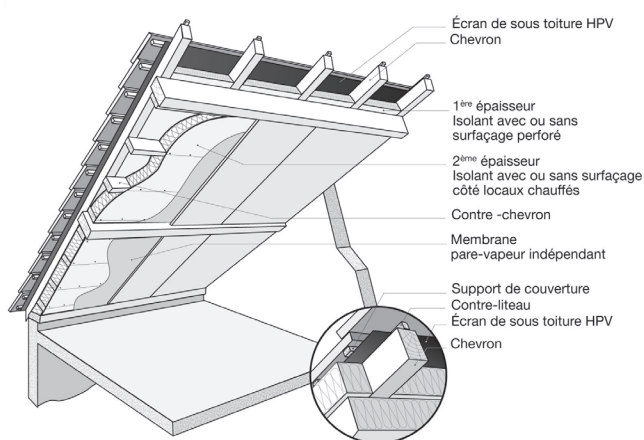
La mise en œuvre de l'isolation des rampants sera exécutée conformément aux dispositions NF DTU 45.10.

#### Préparation

- Les points cités dans le §5.1.2.2 du NF DTU 45.10 P1.1 doivent être examinés
- Réception du support notamment pour la vérification si un écran de sous-toiture est présent à l'état initial

#### Pose

- Première couche d'isolant entre chevrons de conductivité thermique  $\leq 36 \text{ mW/m.K}$  : sans surfacage ou perforé.
- La seconde couche sous les chevrons en croisé par rapport à la première couche.
- Mise en œuvre de système d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau. Des exemples de systèmes d'étanchéité sont sous Avis Techniques.



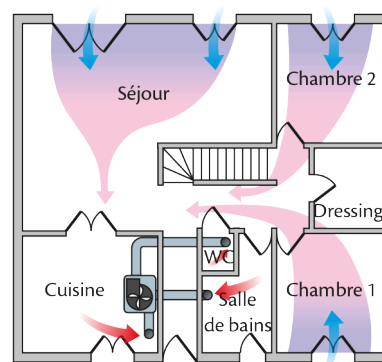
Isolant entre et sous chevrons sans écran de sous-toiture



### RÉSEAU DE VENTILATION

La ventilation du bâtiment sera du type VMC hygroréglable de type B.

Réseau de ventilation VMC

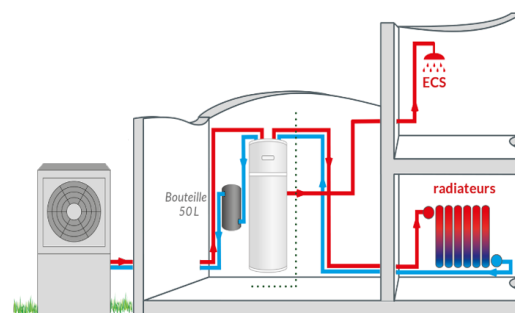


- La dépose des équipements existants non réutilisés (bouches d'extraction, entrée d'air, caisson d'extraction et réseau de gaine souples y compris manchettes) dans le cas d'une VMC existante.
- Vérification des mortaises (coordination et communication à prévoir entre les lots ventilation et menuiseries). Mise à niveau si non-conformes,
- Vérification des détalonnages des portes intérieures. Mise à niveau si non-conformes,
- Condamnation des entrées d'air parasites le cas échéant
- Mise en place du système de ventilation comprenant: moteur, gaines, bouches de piquage et bouche de sortie.



### POMPE À CHALEUR DOUBLE-SERVICE

- PAC double service
- Dépose des radiateurs électriques existants
- Pose de la pompe à chaleur avec ballon tampon dans un local non chauffé de la maison ou un placard.
- Pose de l'unité extérieure
- Installation du réseau de distribution hydraulique pour le chauffage et raccordement sur le réseau existant pour l'eau chaude
- Pose des radiateurs équipés de robinets thermostatiques



Système de chauffage et eau chaude sanitaire

## ZOOM SUR LES INTERACTIONS PRINCIPALES

### INTERACTION ENTRE LA FAÇADE ET LA TOITURE

#### Façade

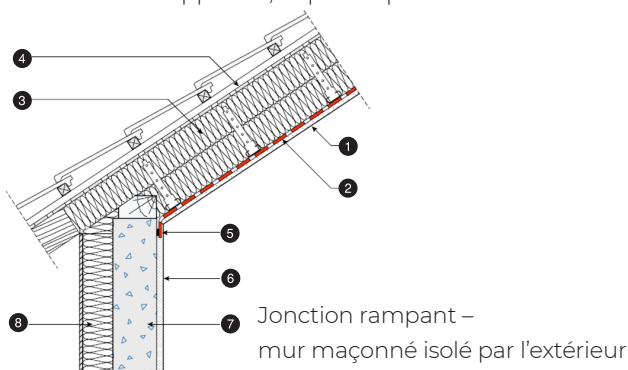
La partie supérieure du système d'ITE doit toujours être protégée contre les pénétrations d'eau. Il convient de veiller à ce que les ouvertures destinées à l'aération des combles ne soient pas obstruées. Pour des constructions à combles aménagés, il faut rechercher un raccord sans défaut entre l'isolation de la façade et l'isolation de la surface de toit.

Si des caches moineaux sont présents ces derniers devront être retirés pour permettre à l'isolant de filer le long de la façade.

#### Pignon

Dans le cas des murs pignons, une protection sera à prévoir au niveau de l'isolation extérieure s'il n'existe pas de débord de toiture à l'origine. Cette protection pourra être réalisée de plusieurs façons, par exemple :

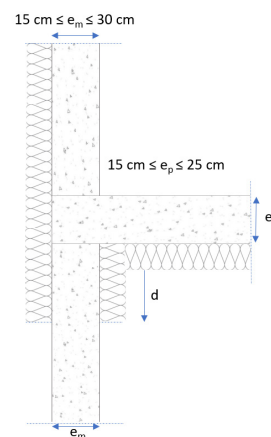
- avec tôle de rive pliée avec larmier pour ventilation
- ou avec costière rapportée, déportée pour ventilation



- 1 Parement intérieur type plaque de plâtre
- 2 Membrane pare-vapeur
- 3 Isolant
- 4 Ecran de sous-toiture Hautement Perméable à la Vapeur d'eau HPV
- 5 Raccordement de la membrane PV au mur par un joint mastic colle sous enduit
- 6 Enduit intérieur
- 7 Mur béton ou maçonné
- 8 Isolation par l'extérieur

### INTERACTION ENTRE LA FAÇADE ET LE PIED DE FAÇADE

Si la configuration le permet, l'isolation extérieure sera prolongée. Une retombée minimale de 30cm (« d » dans le schéma de principe ci-dessous) de l'isolation intérieure du mur dans le volume non chauffé sera réalisée à postériori de l'isolation de la dalle et en continuité de celle-ci, permettant de réduire le pont thermique de moitié. Cette isolation peut être fixée mécaniquement ou collée.

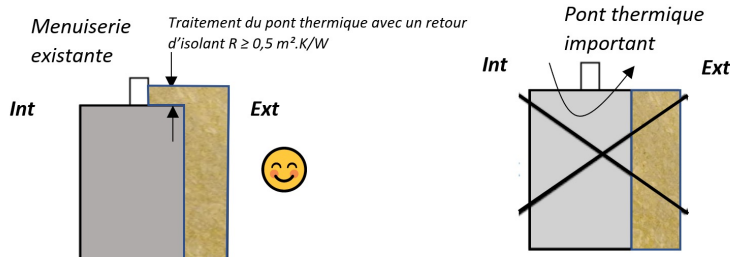


**L'ŒIL DU CSTB**

- La descente d'isolation extérieur dans le sol peut être limitée à 30 cm. Au-delà, le gain thermique devient très faible. Ceci permet de limiter la contrainte de mise en œuvre lié au décaissement.
- L'utilisation d'une grille anti-rougeur non traversante ou en PVC est nécessaire pour obtenir un traitement optimal du pont thermique.

### INTERACTION MENUISERIES EXTÉRIURES

Pose d'une bavette de protection de l'isolant extérieur



**L'ŒIL DU CSTB**

Dans le cas d'une menuiserie en bois, le retour d'isolant à l'extérieur ne doit pas s'opposer au transfert d'humidité et permettre le séchage du dormant.

## POINTS DE VIGILANCE



### MURS

Les principales recommandations techniques de mise en œuvre des éléments rapportés sur façade sont décrites selon les principes détaillés dans les documents de référence suivants :

- Les documents Techniques d'Application
- Cahier du CSTB 3714\_V2 « Système d'isolation thermique extérieure par enduit »
- Recommandation professionnelle « Système d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé – juillet 2014 »



### L'ŒIL DU CSTB

La solution proposée par le groupement présente un intérêt technique et thermique : réduction des ponts thermique et gain énergétique. Elle nécessite un soin notamment au niveau des jonctions avec la menuiserie pour garantir une contribution à l'étanchéité à l'air du bâtiment.



### ISOLATION DU PLANCHER BAS

- Diagnostic technique du bâtiment au préalable sur la présence de radon sur le site.
- Dans le cas d'une pose rapportée sur hourdis, les panneaux d'isolant doivent être positionnés perpendiculairement aux poutrelles.
- Dans le cas d'une pose en hourdis ne jamais percer dans les poutrelles, sous peine de fragiliser la structure



### VMC SIMPLE FLUX

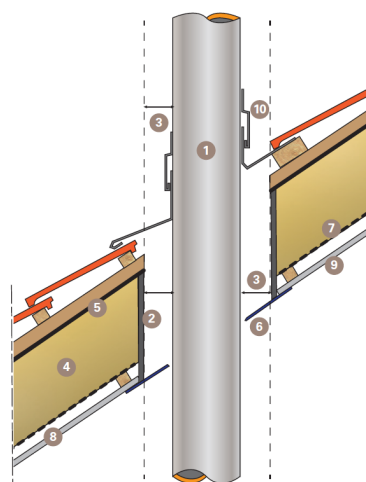
- Une vérification périodique du réseau de ventilation est nécessaire pour un nettoyage. Pas de condensation à prévoir car le réseau est posé dans la partie chauffée.
- Une vérification / nettoyage périodique des bouches d'aération est également nécessaire



### ISOLATION DES RAMPANTS DE COMBLES AMÉNAGÉS AVEC TRAITEMENT DE L'INTERFACE AVEC LA FENÊTRE DE TOIT ET AVEC LE CONDUIT DE FUMÉE

- La préparation du support doit être scrupuleusement respectée conformément au §5.1.2.2 du NF DTU 45.10 P1.1.
- Un soin particulier doit être apporté à la mise en œuvre de la membrane d'étanchéité à l'air et à la vapeur à la jonction avec la menuiserie de toit.
- Le traitement de la traversée du rampant par un conduit de fumée doit être effectuée conformément au NF DTU 24.1 et cahier CSTB 38.15

Coupe verticale : traversée du rampant par un conduit de fumée métallique



- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1 Conduit de fumée métallique double paroi              | 6 Plaque de distance de sécurité |
| 2 Arrêt de l'isolant respectant la distance de sécurité | 7 Pare-vapeur                    |
| 3 Distance de sécurité selon NF DTU 24.1                | 8 Vide technique                 |
| 4 Isolant   | 9 Parement intérieur             |
| 5 Écran de sous-toiture                                 | 10 Étanchéité selon DTU 40.2     |



### CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE

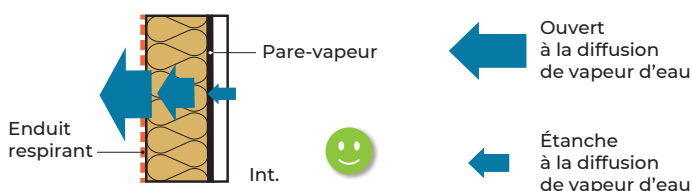
- Choix de l'emplacement pour l'installation de la PAC afin d'éviter les nuisances sonores.
  - De préférence dans un local non chauffé de la maison (garage), avec raccordement facile (longueur maximale à ne pas dépasser) à l'unité extérieure.
  - Vérifier la puissance disponible pour le raccordement électrique de la PAC
- La vanne filtre assure la protection de la pompe à chaleur. Un contrôle annuel de l'état du filtre doit être effectué. Il est recommandé d'effectuer un contrôle périodique de l'embranchement et de l'entartrage et un nettoyage si nécessaire.



## PRINCIPES GÉNÉRAUX À RESPECTER

### 1. Diffusion de vapeur

Pour éviter l'accumulation d'humidité ou le développement fongique dans la paroi, il convient de respecter un principe de décroissance de l'étanchéité à la vapeur d'eau des composants de l'intérieur vers l'extérieur. La mise en place d'éléments pare-vapeur placés du côté intérieur permet de respecter ce principe. Attention en particulier lorsque la solution d'isolation se superpose à une isolation existante. Par exemple, dans le cas de la pose d'un isolant surfacé sur une couche isolante existante perméable, il convient de respecter la règle 2/3 (nouvel isolant) – 1/3 (isolant existant) en termes de résistance thermique.



### 2. Isolants «biosourcés»

La mise en œuvre d'isolant biosourcé en isolation rapportée à l'extérieur n'est pas considérée comme une technique constructive courante et n'est généralement couverte par aucun DTU ou règles professionnelles. Dans ce type d'application, des évaluations techniques peuvent être formulées (ATEX, ETPM ou avis technique) afin qu'un comité d'experts évalue son aptitude à l'emploi dans l'application visée.

Il s'agit en particulier d'évaluer l'absence de risque lié à l'humidité, sa tenue mécanique, sa durabilité, son impact sur la sécurité des occupants (sécurité incendie). La liste des produits ou procédés couverts par une telle évaluation est consultable sur le site <https://evaluation.cstb.fr/>

### 3. Préservation des lames d'air ventilées

Le maintien d'une lame d'air fortement ventilée en sous face de couverture et/ou derrière un bardage est indispensable pour préserver les composants des risques liés à l'humidité (corrosion des éléments de fixations, condensation et dégradation de la performance thermique, développement fongique, etc.). Toutes les précautions doivent être prises afin d'éviter son obstruction.

### 4. Spécificité des supports creux en zones sismiques

Sur les supports existants creux, aucun système d'accroche de systèmes d'isolation ou de panneaux préfabriqués n'est compatible dans les zones sismiques. Il convient dans ce cas de recréer les conditions d'un support plein (fixation dans les parties pleines ou remplissage des supports par du béton). Dans tous les cas des tests d'arrachement assortis d'un coefficient de sécurité sont recommandés.

### 5. Parois vitrées et confort d'été

Dans le cas d'une mise en œuvre de surfaces vitrées importantes, l'ajout de protections solaires du côté extérieur est indispensable afin d'éviter la pénétration du rayonnement solaire en été. Ceci est d'autant plus important que le niveau d'isolation des parois du bâtiment a été amélioré. En effet, le risque d'accumulation de chaleur est dans ce cas beaucoup plus important.

## LIMITE ACCOMPAGNEMENT CSTB

L'accompagnement dans RENOSTANDARD ne constitue pas une preuve de l'aptitude à l'emploi des solutions. Il s'agit d'avis d'experts du CSTB qui ne se substituent pas à un avis formulé par un comité d'experts de type : comité de normalisation, commission d'ATEX, règles professionnelles, groupe spécialisé. Donner aux acteurs une information fiable et éclairée pour les aider dans l'exercice de leurs responsabilités.

