



# Prescriptions techniques

## Construction d'une filière support et PFICS

### CESSON SEVIGNE (35)



Maître d'ouvrage			
ESID de Rennes Rue du Garigliano 35 200 RENNES			
Bureau d'études Thermique / Fluides			
AUNEA INGENIERIE 5, rue du Tertre 44470 CARQUEFOU Tel : 02.28.23.62.78 <a href="mailto:contact@aunea.eu">contact@aunea.eu</a>	<u>Etude réalisée par :</u> Théo BOURLIOUX <u>Vérifiée par :</u> Arthur Debroise		
Date	14/12/2023	Version	1

## Sommaire

I.	Introduction.....	2
A.	Objectifs.....	2
B.	Périmètre.....	2
II.	Recommandations Techniques .....	3
A.	Isolation Thermique par l'Extérieur.....	4
1)	Isolant.....	6
2)	Réception du support.....	6
3)	Points singuliers murs isolés par l'extérieur :.....	7
4)	Points singuliers murs ossature bois : .....	9
5)	Points singuliers murs panneaux sandwichs : .....	12
6)	Stockage sur le chantier .....	15
7)	Protection de l'isolant contre les intempéries .....	15
B.	Menuiseries extérieures.....	16
1)	Phasage.....	16
2)	Stockage sur le chantier .....	17
3)	Mise en œuvre pour les murs en ITE :.....	18
4)	Mise en œuvre pour les murs en ossature bois : .....	21
5)	Mise en œuvre pour les murs en panneaux sandwich :.....	28
C.	Isolation de la toiture terrasse .....	30
6)	Règles d'isolation des acrotères.....	30
7)	Revêtement d'étanchéité bitumineuse.....	31
8)	Raccordement du relevé d'étanchéité isolé en pied de façade isolée par l'extérieur.....	32
9)	Etanchéité et isolation thermique des joints de gros œuvre .....	33
10)	Gardes corps.....	33
D.	Ventilation double flux.....	35
1)	Emplacement.....	35
2)	Réseaux .....	35
3)	Régulation.....	35
4)	Mesures à la réception.....	36
5)	Maintenance.....	36
E.	Isolation du plancher bas .....	37
6)	Traitement des points singuliers. ....	37

III. Etanchéité à l'air .....	39
-------------------------------	----

## I. Introduction

### A. Objectifs

Ce rapport détaille l'ensemble recommandations techniques qu'AUNEA Ingénierie adresse au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre dans le cadre de la construction de la filière support PFICS.

### B. Périmètre

Le dossier de recommandation contient :

- Un volet de recommandations techniques et de traitement des ponts thermiques basé sur les retours d'expérience et les bonnes pratiques,
- Un volet sur le traitement des points singulier de l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Ce dossier ne se substitue en aucun cas au respect des normes, DTU et réglementation en vigueur.

## II. Recommandations Techniques

Le volet de recommandations techniques est basé sur les retours d'expérience et les bonnes pratiques, et notamment sur les guides « RAGE » élaborés par l'Agence Qualité Construction dans le cadre du programme PACTE (Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Énergétique).

Les sujets traités dans ce chapitre sont :

- L'isolation thermique par l'extérieur,
- La pose des menuiseries,
- L'isolation de la toiture terrasse,
- La ventilation double flux,
- L'isolation du plancher bas (OPTION),
- La mise en place d'une GTB (OPTION).

## A. Isolation Thermique par l'Extérieur

Le programme de travaux prévoit l'isolation thermique du bâtiment par l'extérieur avec des solutions différentes pour chaque étage :

Murs cage d'escalier : Murs en panneaux sandwichs bardage métallique :

**Recommandation thermique : pose d'un isolant entre deux parements métalliques, en Biofib d'une épaisseur de 20 cm pour une résistance thermique de 5,00 m<sup>2</sup>.K/W.**

RDC : Murs en parpaings, finition enduit chaux :

**Recommandation thermique : pose d'un isolant à l'extérieur, en Biofib d'une épaisseur de 20 cm pour une résistance thermique de 5,00 m<sup>2</sup>.K/W.**

R+1 : Murs en parpaings, finition bardage bois ventilé :

**Recommandation thermique : pose d'un isolant à l'extérieur, en Biofib d'une épaisseur de 20 cm pour une résistance thermique de 5,00 m<sup>2</sup>.K/W.**

R+2 : Murs en ossature bois, finition bardage bois ventilé :

**Recommandation thermique : pose d'un isolant Biofib d'une épaisseur de 14,5 cm pour une résistance thermique de 3,63 m<sup>2</sup>.K/W entre montant et d'un complément extérieur en Biofib d'une épaisseur de 6 cm pour une résistance thermique de 1,50 m<sup>2</sup>.K/W.**

**L'isolant Biofib en Isolation par l'extérieur, est mise en œuvre, hors avis technique.**

<https://www.biofib.com/gamme-biofib/biofib-chanvre/>



NOS PRODUITS   NOS SOLUTIONS   NOS CONSEILS   QUI SOMMES-NOUS   CONTACT   **CLUB BIOFIB**

---

### Applications

IMPORTANT : Pour une pose dans les meilleures conditions, il est important de s'assurer que les supports soient SAINS, SECS et SOLIDES.



**Combles aménagés**  
Isolation posée entre et sous les chevrons

**Combles perdus**  
Isolation déroulée sur le sol

**Doublage de murs par l'intérieur**  
Isolation entre montants

**Plafonds et planchers**  
Isolation déroulée au sol ou posée entre solives (double couche)  
Isolation thermique extérieure (ITE)\*

**\*Isolation extérieure (ITE) Mise en œuvre hors Avis-Technique**

Documents de référence :

- Eurocodes
- NF EN 13162 Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en laine minérale – Spécifications.
- NF EN 13171+A1 Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en fibres de bois.
- Guide RAGE : Mise en œuvre des procédés de bardage rapporté à lame d'air ventilée.
- Guide RAGE : Systèmes constructifs à ossature bois, maîtrise des performances thermiques.
- Guide RAGE : Bardages en panneaux sandwichs à deux parements en acier et à âme polyuréthane.
- Recommandations Professionnelles de la CFSE « Isolation thermique par l'extérieur des parois enterrées ».
- Grenelle de l'environnement : Étanchéité à l'air : dispositions constructives Mémento de conception et de mise en oeuvre à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises du bâtiment.

## 1) Isolant

Les isolants à base de laine minérale doivent être conformes à la norme NF EN 13162.

Les panneaux ou les rouleaux de laine minérale doivent attester des niveaux suivants :

- WS, ce qui correspond au critère d'absorption à court terme (24 heures) par immersion partielle  $W_p < 1,0 \text{ kg/m}^2$  selon la norme EN 1609 – Méthode A ;
- « Isolant semi-rigide ».

Les isolants à base de fibre de bois doivent être conformes à la norme NF EN 13171+A1

- WS, ce qui correspond au critère d'absorption à court terme (24 heures) par immersion partielle  $W_p < 1,0 \text{ kg/m}^2$  selon la norme EN 1609 – Méthode A ;
- « Isolant semi-rigide ».

## 2) Réception du support

La paroi destinée à recevoir l'ITE doit faire l'objet d'une étude préalable justifiant de son aptitude à supporter le bardage rapporté (état de dégradation, matériaux, constitution de la paroi). Des essais d'arrachement des chevilles peuvent se révéler nécessaires (pierre ou briques anciennes maçonnées).

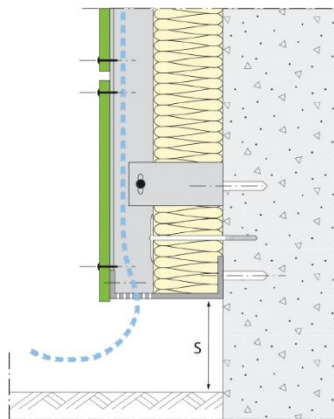
La présence d'amiante dans toutes les couches constituant la paroi doit également être vérifiée.

Avant le début des travaux, l'étanchéité à l'air de la structure doit être réalisée.

### 3) Points singuliers murs isolés par l'extérieur :

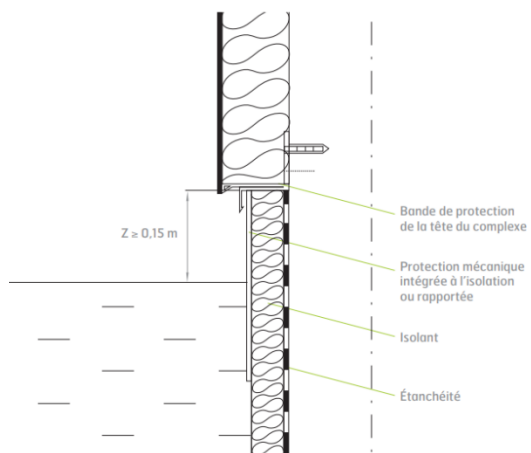
#### Départ de bardage

Détail du bardage ventilé



S : 50 mm minimum sur sol dur, 150 mm minimum sur sol meuble

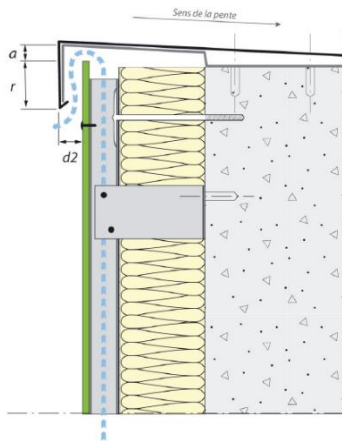
Détail de l'isolant enterré



Si possible, conserver la même résistance thermique entre l'isolant de façade et l'isolant enterré.

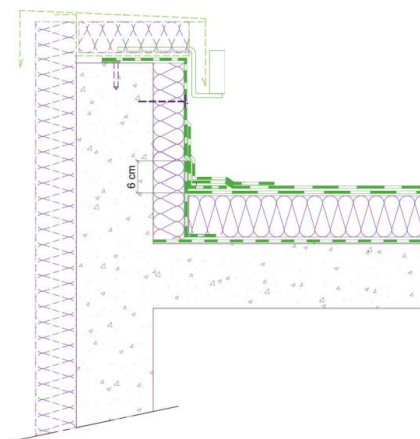
#### Arrêt sur acrotère

Détail du bardage ventilé



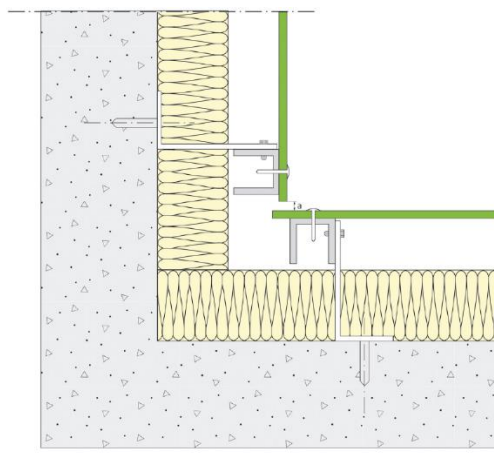
$a \geq 10 \text{ mm}$   
 $r \geq 50 \text{ mm}$   
 $d2 \geq 25 \text{ mm}$

Détail du retour d'isolant



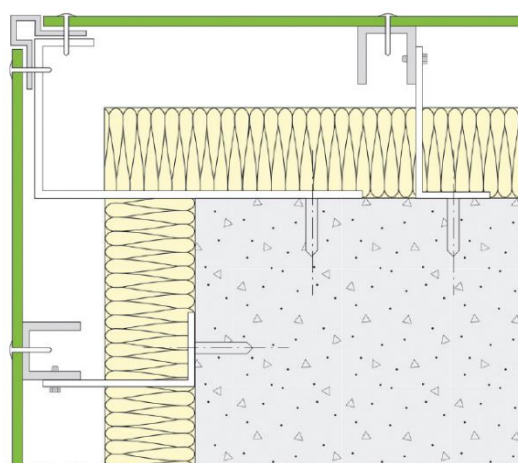


*Angle rentrant*

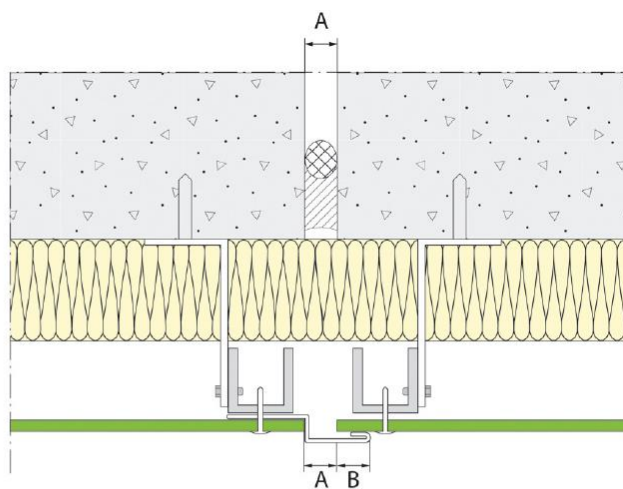


a : 10 mm

*Angle sortant*



*Joint de dilatation*

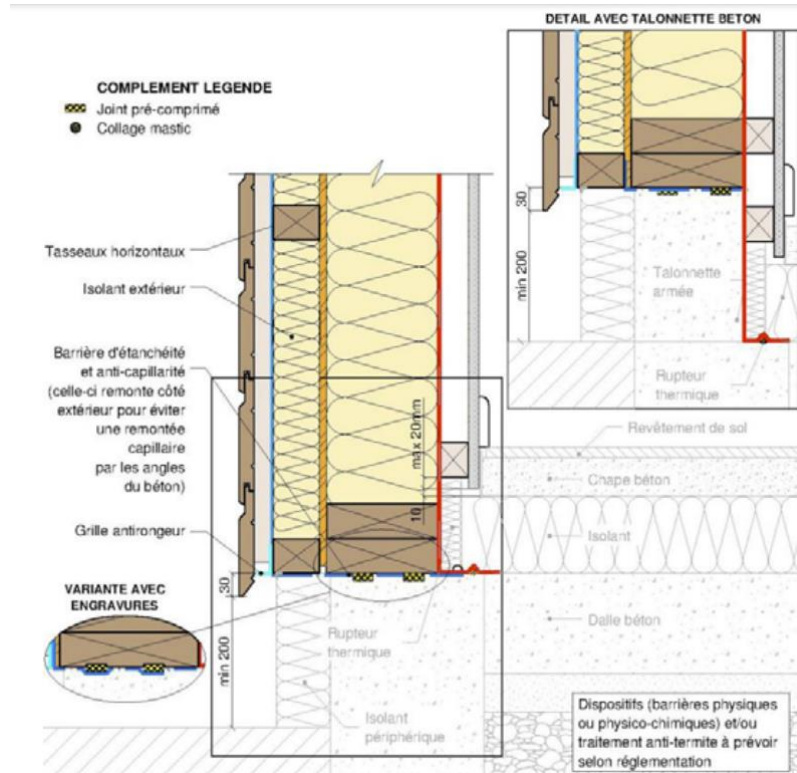


$A \geq 20 \text{ mm}$   
 $B \geq 20 \text{ mm}$

#### 4) Points singuliers murs ossature bois :

##### Départ de bardage

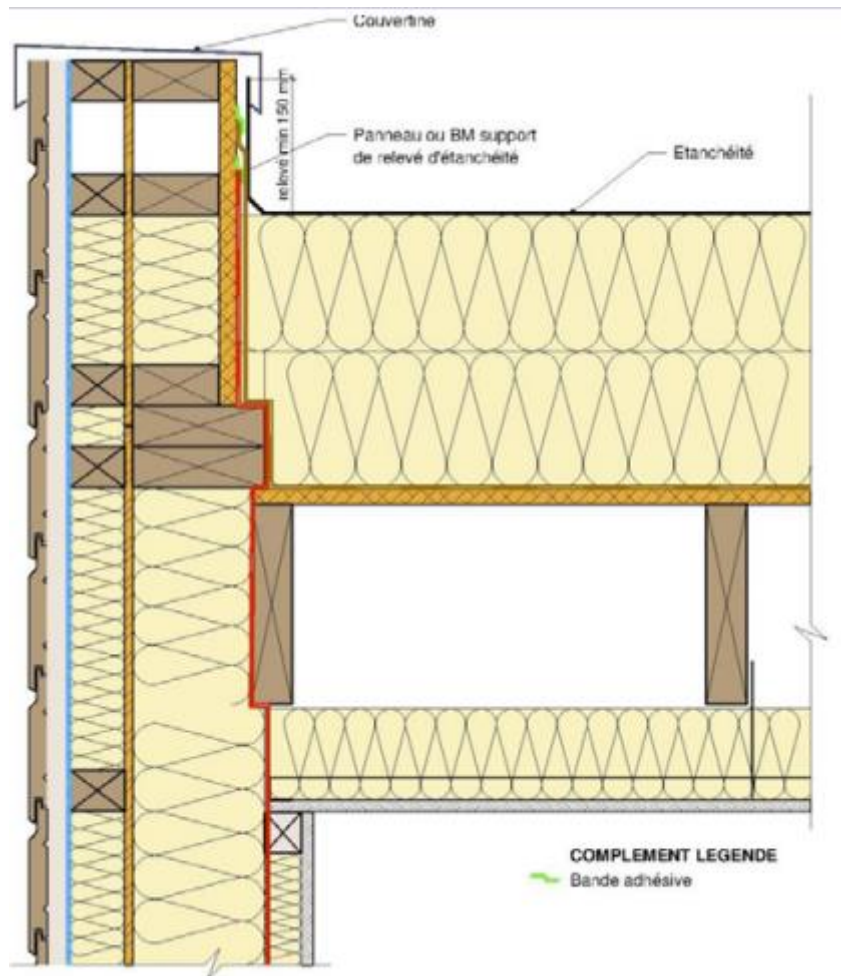
##### Détail du bardage ventilé



Si possible, conserver la même résistance thermique entre l'isolant de façade et le rupteur thermique

## Arrêt sur acrotère

## Détail du bardage ventilé

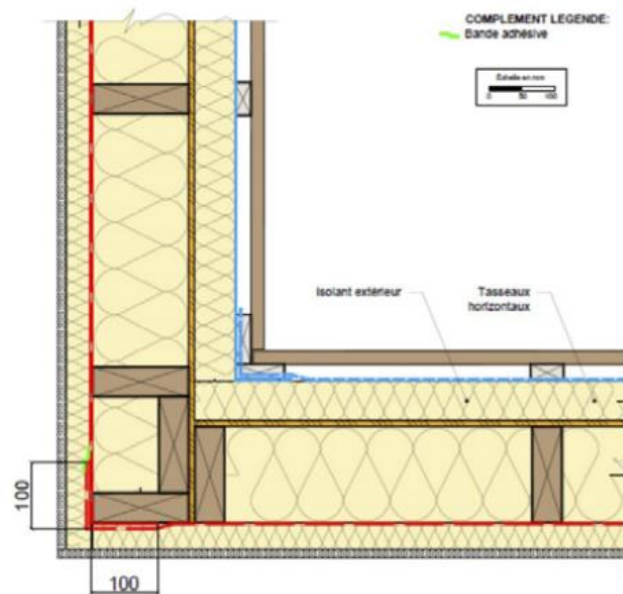


L'isolant mis en œuvre dans l'acrotère devra être d'une hauteur au moins équivalente à celle de l'épaisseur de l'isolant de toiture.

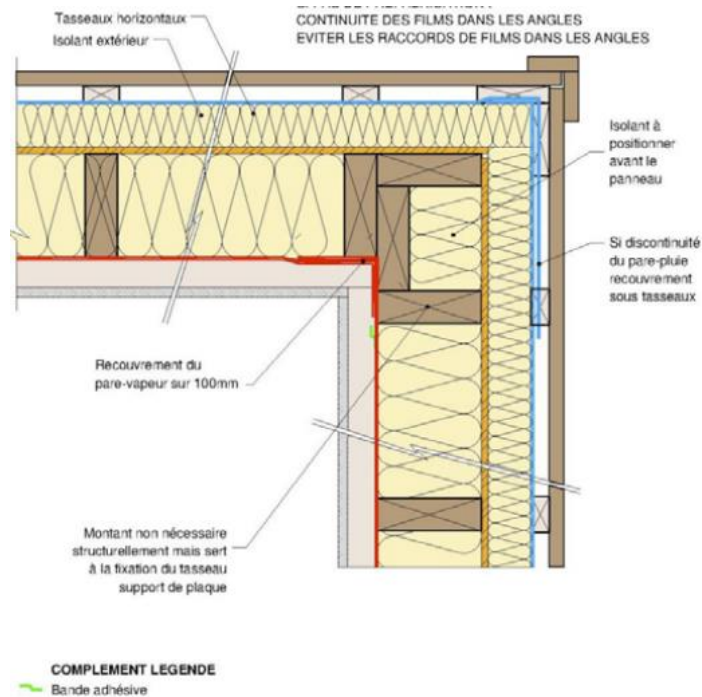
Le pare vapeur du mur est relevé sur l'acrotère jusqu'au niveau de la nappe d'étanchéité et collé au ruban adhésif sur le panneau support de relevé

Le pare vapeur de toiture est traité de la même manière.

Angle rentrant



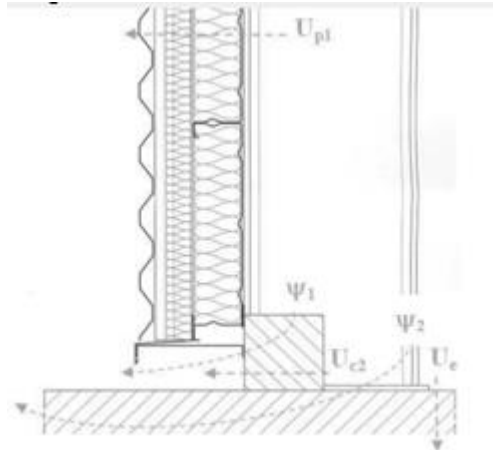
Angle sortant



## 5) Points singuliers murs panneaux sandwichs :

### Départ de bardage

Détail de la mise en œuvre avec la liaison plancher bas, avec bardage devant longrine



### Arrêt sur acrotère

Détail du retour d'isolant et de l'étanchéité

#### Désignation

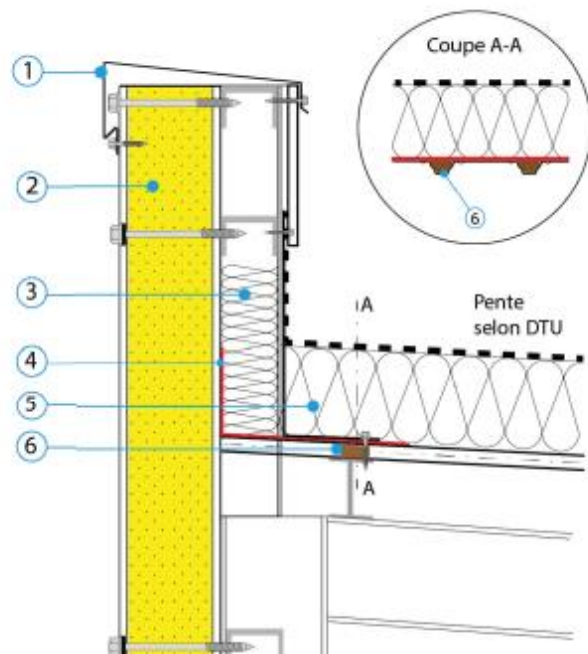
1. Couvertine
2. Panneau sandwich de bardage
3. Complément d'isolation
4. Pare-vapeur au lot étanchéité et assemblé aux panneaux
5. Isolant toiture
6. Closoir

#### Travaux d'étanchéité à l'air

Mise en œuvre de pare-vapeur + closoirs (4 et 6).

#### Travaux de correction du pont thermique

Mise en œuvre d'un complément d'isolation (en Laine Minérale ;  $\lambda \leq 0.042 \text{ W/m.K}$ ) le long de l'acrotère (3).



### Angle rentrant

#### Désignation

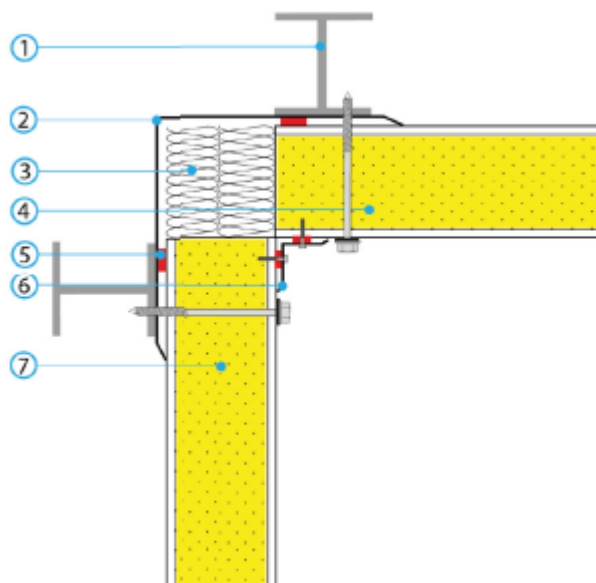
1. Poteau
2. Façonné d'angle
3. Complément d'isolation
4. Panneau sandwich de bardage
5. Joint d'étanchéité
6. Façonné d'angle
7. Panneau sandwich de bardage

#### Travaux d'étanchéité à l'air

Mise en œuvre de joints d'étanchéité (5).

#### Travaux de correction du pont thermique

Mise en œuvre d'un complément d'isolation (en Laine Minérale ;  $\lambda \leq 0.042 \text{ W/m.K}$ ) à la jonction de panneaux sandwich (3).



### Angle sortant

#### Désignation

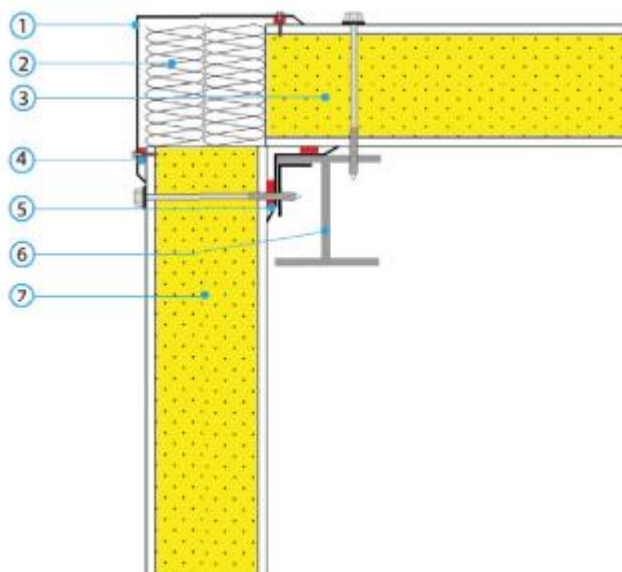
1. Façonné d'angle
2. Complément d'isolation
3. Panneau sandwich de bardage
4. Joint d'étanchéité
5. Cornière d'angle interne
6. Poteau
7. Panneau sandwich de bardage

#### Travaux d'étanchéité à l'air

Mise en œuvre de joints d'étanchéité (4).

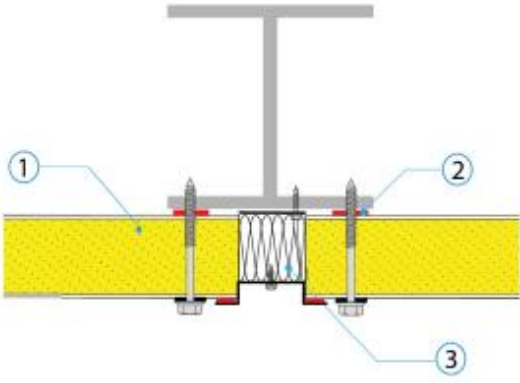
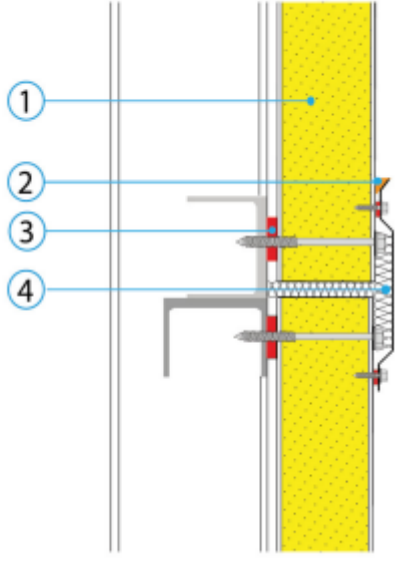
#### Travaux de correction du pont thermique

Mise en œuvre d'un complément d'isolation (en Laine Minérale ;  $\lambda \leq 0.042 \text{ W/m.K}$ ) au niveau de l'angle (2).





*Jonction entre panneaux*

Jonction verticale :	
<p><b>Désignation</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Panneau sandwich de bardage</li> <li>2. Joint d'étanchéité</li> <li>3. Complément d'isolation</li> </ol> <p><b>Travaux d'étanchéité à l'air</b> Mise en œuvre de joints d'étanchéité (2).</p> <p><b>Travaux de correction du pont thermique</b> Mise en œuvre d'un complément d'isolation entre les panneaux (en Laine Minérale ; <math>\lambda \leq 0.042</math> W/m.K) (3)</p>	
Jonction horizontale :	
<p><b>Désignation</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Panneau sandwich de bardage</li> <li>2. Joint silicone</li> <li>3. Joint d'étanchéité</li> <li>4. Complément d'isolation en LM</li> </ol> <p><b>Travaux d'étanchéité à l'air</b> Mise en œuvre de joints d'étanchéité (3).</p> <p><b>Travaux de correction du pont thermique</b> Mise en œuvre d'un complément d'isolation (en Laine Minérale ; <math>\lambda \leq 0.042</math> W/m.K) (4).</p>	

#### 6) Stockage sur le chantier

Prévoir une aire de stockage des matériaux selon les indications du fabricant de matériaux (conditionnement à plat et à l'abri).

#### 7) Protection de l'isolant contre les intempéries

Les isolants de type laine minérale sont sensibles à l'exposition prolongée aux intempéries. Il convient donc de limiter leur exposition directe au vent et à la pluie.

Ainsi, lors du stockage des matériaux avant leur mise en œuvre, les isolants devront être protégés. Parfois, l'emballage seul ne suffit pas car il ne couvre pas l'intégralité du produit.

Lors de la pose, le bardage devra suivre de près la pose de l'isolant afin de le protéger au plus vite. Par conséquent, si l'approvisionnement du bardage est retardé, il conviendra de différer la pose de l'isolant.

Les couvertines au niveau des acrotères devront également être posées rapidement afin que l'eau de pluie ne s'infilte pas dans la tranche de l'isolant, ni entre l'isolant et le mur support.

Tant que l'isolant n'est pas protégé par la couverture, il doit être bâché afin d'être protégé des intempéries.



## B. Menuiseries extérieures

Le programme de travaux prévoit le remplacement des menuiseries par des menuiseries en aluminium double vitrage à rupture de ponts thermiques.

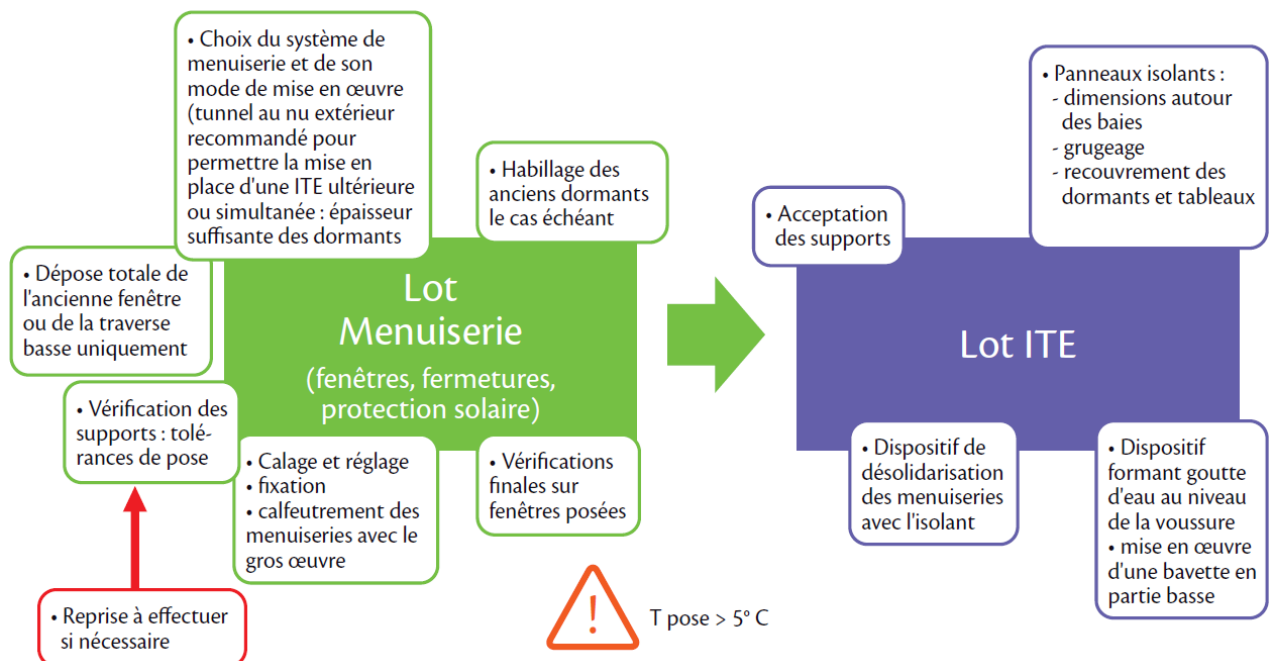
### Recommandation thermique

- **Menuiseries standard** :  $U_w = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ .
- **Façade rideau** :  $U_w = 1,4 \text{ ou } 1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  si fixe

### Documents de référence :

- DTU 36.5 : Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures
- DTU 34.4 : Mise en œuvre des fermetures et stores
- Guide RAGE : Menuiseries extérieures avec une isolation thermique par l'extérieur.
- Guide RAGE : Intégration des menuiseries extérieures dans des parois à ossature bois

### 1) Phasage



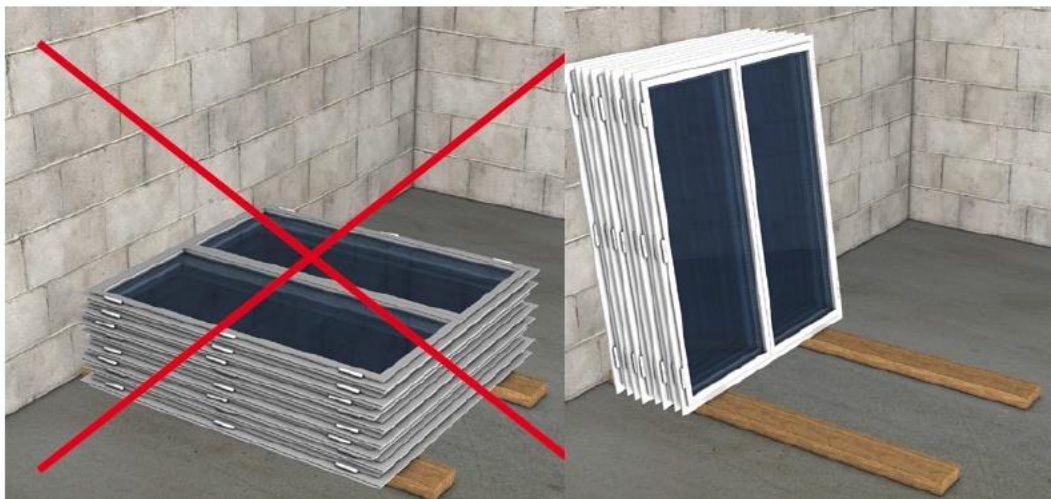
## 2) Stockage sur le chantier

Le stockage des menuiseries sur le chantier doit être réalisé dans des conditions permettant :

- La ventilation des fenêtres,
- Leur protection vis-à-vis des intempéries,
- Leur protection vis-à-vis des aléas du chantier (projections de ciment, plâtre, peinture)

L'utilisation de bâches qui peuvent assurer cette protection nécessite de maintenir une circulation d'air en pied.

Le stockage doit se faire sur champ, par lot de 10 fenêtres maximum. **En aucun cas elles ne devront être stockées à plat.**



### 3) Mise en œuvre pour les murs en ITE :

Afin de limiter les ponts thermiques, nous avons considéré une pose en applique côté extérieur, dans le plan de l'isolation.

Exception à ce principe : les fenêtres blindées de l'armurerie ont été remplacées récemment et ont été posées en tunnel. Elles seront conservées et traitées avec un retour d'isolant

#### Lot menuiserie extérieure

**Calage** d'assise et de jeu en applique extérieure entre la fenêtre et le gros œuvre.

**Fixation** en applique extérieure entre le dormant de la fenêtre et le gros œuvre, par vissage direct. L'utilisation de pattes de fixation est possible en cas de dormant sans profilé de fixation.

**Calfeutrement de la fenêtre** : continu en applique extérieure entre le dormant de la fenêtre et le gros œuvre. Protection du calfeutrement par mise en œuvre d'une membrane ou d'une bavette métallique en partie haute fixée et étanchée avec le gros œuvre.

#### Lot façade ITE

Positionnement des pattes équerres, afin de limiter le porte-à-faux de l'ossature soutenant le bardage à 300 mm.

**Panneaux isolants en laine minérale** : lame d'air de 20 mm minimum entre l'isolant et le bardage pour assurer la ventilation du complexe isolant et du bardage.

Encadrements de baie réalisés par **tôleries** d'habillage préperçées fixées mécaniquement. Fixation sur le dormant de la fenêtre par une épingle.

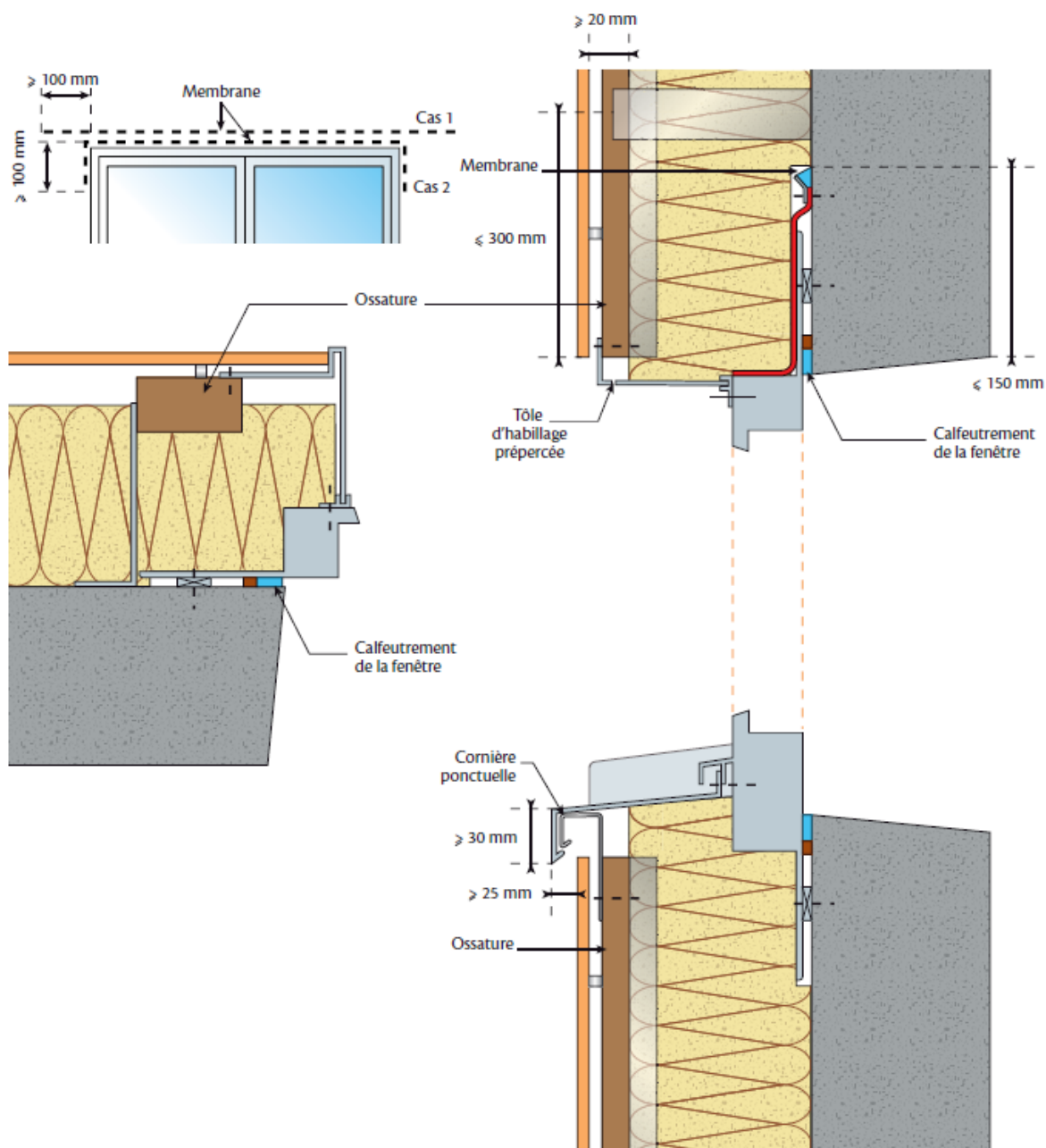
**Bavette** à prévoir en partie basse sur isolant :

- Fixation mécanique sur le profilé du dormant de la fenêtre en dessous des trous de drainage ;
- Les relevés latéraux de la bavette seront positionnés derrière la tôle d'habillage des tableaux.

## Détail pour les menuiseries sans volet extérieur :



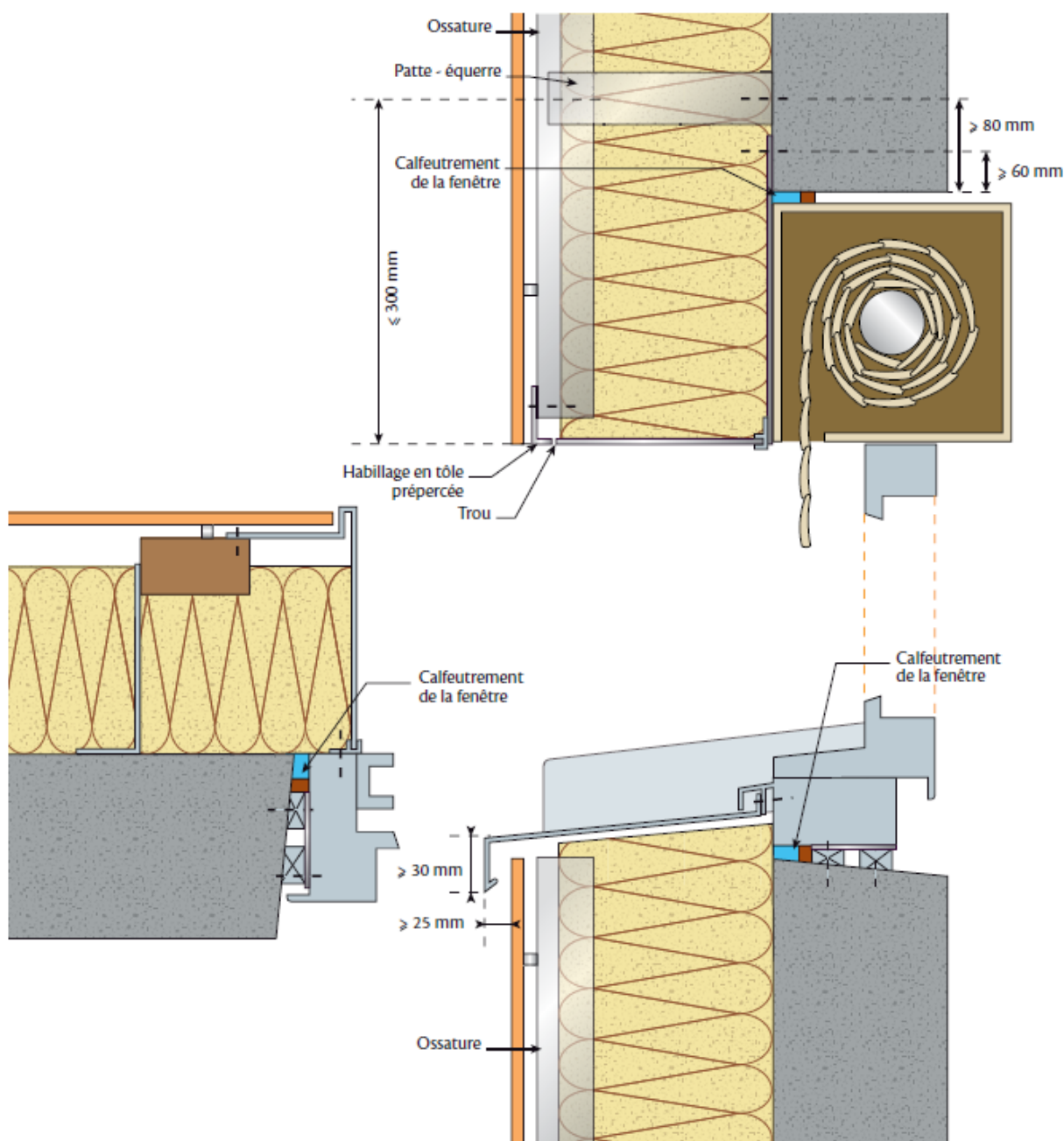
- Membrane en partie haute de la fenêtre pour protection du calfeutrement
- Recouvrement de l'isolant sur le dormant de la fenêtre
- Bavette en partie basse pour protéger l'isolant et la partie haute du bardage



## Détail pour les menuiseries avec volet extérieur :



- Recouvrement de l'isolant de 25 mm minimum sur les dormants de la fenêtre
- Bavette en partie basse pour protéger l'isolant et la partie haute du bardage



#### 4) Mise en œuvre pour les murs en ossature bois :

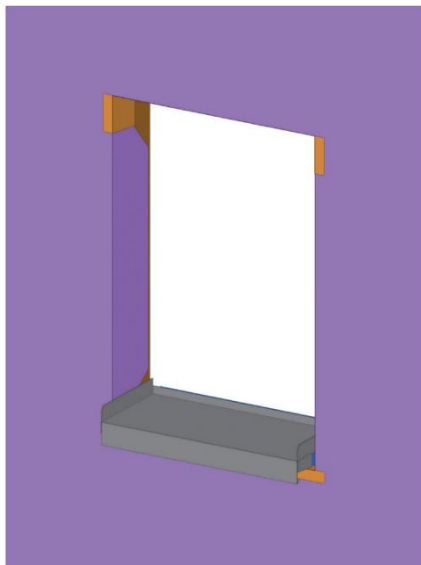
Afin de limiter les ponts thermiques, nous avons considéré une pose calfeutrée en tunnel, avec retour de bardage.

##### Lot menuiserie extérieure (schémas présentés plus loin)

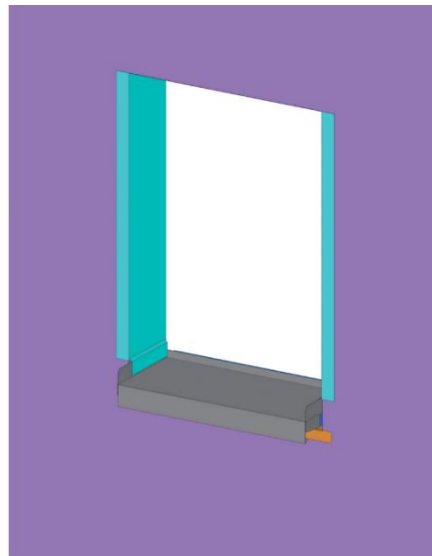
- 1) L'appui de baie : mis en œuvre sur cales, avec sa bavette de capotage. Un calfeutrement est réalisé entre la sous face de l'appui de baie et le chevêtre. Ce calfeutrement est relevé de chaque côté jusqu'en haut des « oreilles » de la bavette.
- 2) Le tableau : Ces bandes rapportées peuvent être une membrane pare-pluie, des lés d'EPDM ou une membrane d'étanchéité telle que définie dans le NF DTU 36.5 Le format des bandes rapportées de chaque côté du tableau doit être tel que l'on ait des recouvrements :
  - De 3 cm entre la bande et les oreilles de la bavette
  - De 5 cm entre la bande et le pare-pluie principal côté extérieur
  - De 5 cm entre la bande et le chevêtre côté intérieur Tous ces recouvrements sont collés au mastic-colle
- 3) Le linteau : Un calage est réalisé sous la traverse du linteau. Le calfeutrement est réalisé en mousse imprégnée précomprimée. La bande de mousse est collée sur la pièce d'encadrement du linteau avant sa pose. La mousse présente de part et d'autre une retombée de 10 cm qui passe entre la bande de pare-pluie rapportée en tableau et l'encadrement. Une bavette métallique raccordée au pare-pluie est mise en œuvre pour protéger le calfeutrement quand il n'est pas prévu de débord du revêtement extérieur devant le calfeutrement du linteau.
- 4) Pose et calfeutrement de la menuiserie : La mise en place des cales d'assise la menuiserie et la fixation de la menuiserie au chevêtre est réalisée conformément aux prescriptions du NF DTU 36.5. Le calfeutrement est réalisé en applique intérieure entre le dormant et le retour intérieur de film pare-pluie conformément aux prescriptions du NF DTU 36.5.
- 5) Fixation des tasseaux support de revêtement extérieurs : Un tasseau vient à recouvrement sur le débord de la bande pare-pluie rapporté, de part et d'autre de la baie côté extérieur. Dans la largeur du tableau deux tasseaux minimum sont nécessaires pour supporter le retour de bardage en tableau. Ces tasseaux ont une épaisseur de 15 mm. Ils sont fixés par pointes non lisses dans les montants du chevêtre tous les 30 cm. Leur longueur va de l'habillage du linteau jusqu'à l'oreille de la bavette
- 6) Pose du bardage et du retour de bardage : Les morceaux de lames positionnés dans le tableau sont fixés à chaque appui, conformément aux prescriptions du NF DTU 41.2. Le calepinage des lames (lorsque le revêtement extérieur est en lame) se fait à partir du morceau de lame du bas, qui doit recouvrir l'oreille de la bavette de 30 mm, tout en ménageant un jeu de 20 mm avec la bavette. La découpe de ce morceau de lame doit suivre la pente de la bavette et former larmier. Un jeu de 5 mm minimum est ménagé entre le morceau de lame du haut et la pièce d'encadrement du linteau.
- 7) Pose de cornières d'angle : Pour ne pas laisser les chants du bardage apparents et limiter les entrées d'eau, des planches cornières ou une moulure, dont les dimensions permettent un recouvrement du bardage d'au moins 56 mm en façade et en tableau doit être mise en œuvre.

Détails :

1) Calfeutrement de l'appui de  
fenêtre :



2) Bandes de pare-pluie  
rapportées au tableau :

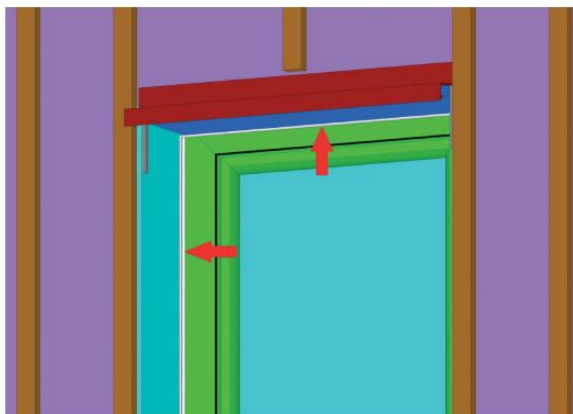


3) Pose et calfeutrement de  
l'habillage du linteau :

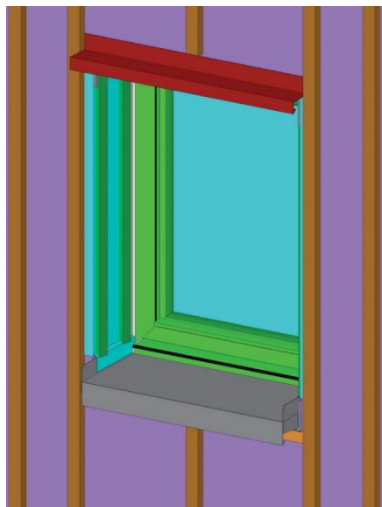




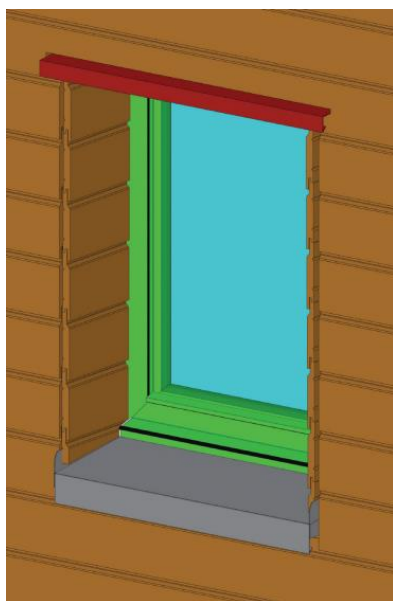
4) Calfeutrement entre la menuiserie et les bandes de film pare-pluie dans le tableau



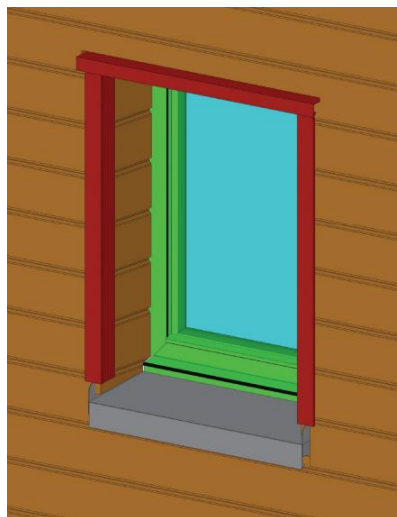
5) Positionnement des tasseaux support du retour de bardage en tableau



6) Pose du bardage et du retour du bardage

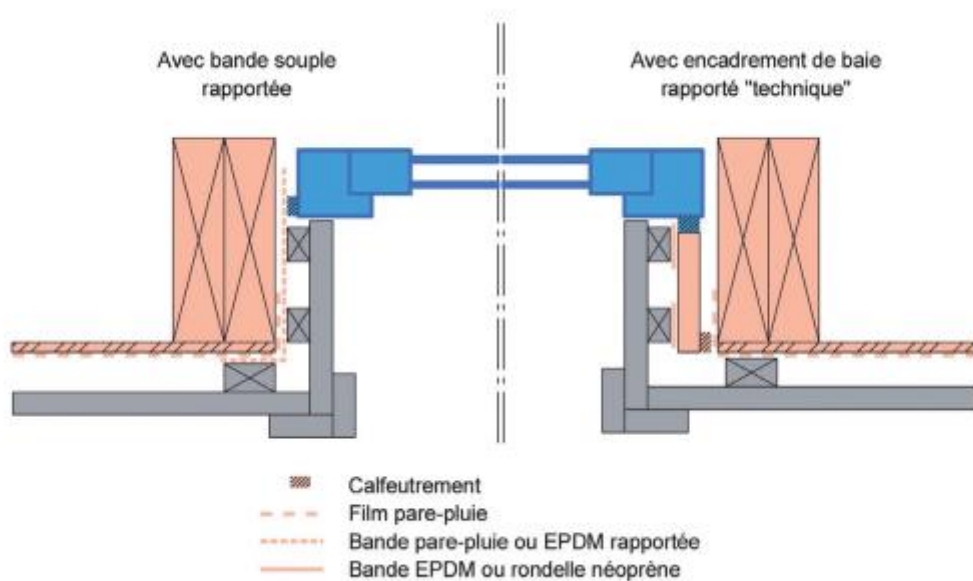


7) Pose des cornières d'angle





Calfeutrement avec retour de  
bardage en tableau :



## Détails étanchéité à l'air lors de la pose des menuiseries :

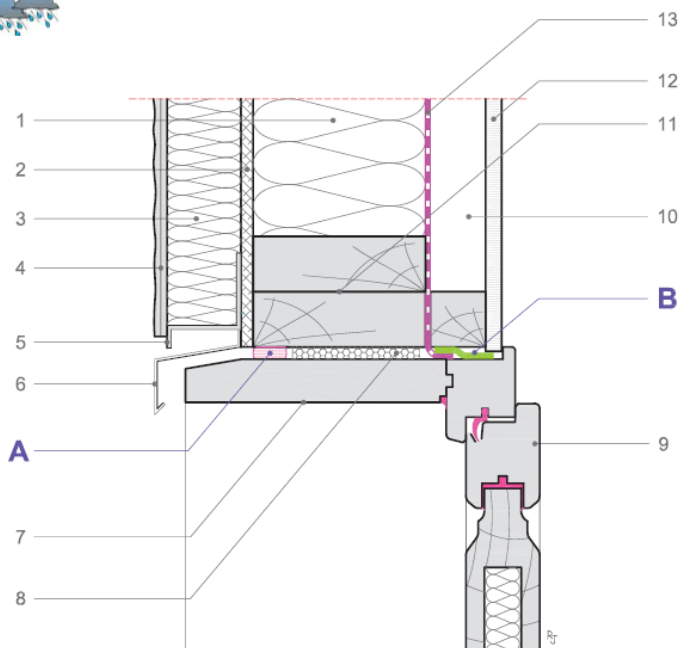
### En linteau :



#### Risque d'Infiltration d'air :

- Au droit de la liaison entre la menuiserie extérieure et les pièces d'appui
- Au droit de la jonction entre la pièce d'appui et la structure de la paroi

1. Isolation thermique entre montants verticaux
2. Voile travaillant vertical / Contreventement
3. Isolation thermique extérieure croisée
4. Enduit mince et treillis d'armature
5. Profil de départ de l'isolation
6. Bavette métallique formant larmier
7. Plaque d'encadrement en bois massif
8. Remplissage avec matériau isolant thermique
9. Menuiserie / Porte pleine à âme isolante
10. Vide technique ou isolation croisée
11. Lisse et traverse de linteau en bois massif
12. Parement intérieur / plaque de plâtre
13. Ecran ou membrane pare-vapeur continu



Coupe verticale

### Travaux d'étanchéité à l'air :



Lot Charpente / Gros Oeuvre Bois  
ou  
Lot Menuiserie extérieure

**A** - Pose d'un joint mousse pré-comprimée imprégnée de résines synthétiques (Classe 1 / NF P 85-570). Ce joint est mis en oeuvre sous la pièce d'appui et sur toute la périphérie des pièces d'encadrement



Lot Menuiserie extérieure  
ou  
Lot Plâtrerie / Cloison / Doublage

**B** - Raccordement et collage soignée du pare-vapeur sur la menuiserie à l'aide d'une membrane flexible non-tissée munie d'une bande adhésive simple ou double ou d'une bande adhésive auto-collante pré-pliée

En tableau :



**Risque d'infiltration d'air :**

- Au droit de la liaison entre la menuiserie extérieure et les pièces d'appui
- Au droit de la jonction entre la pièce d'appui et la structure de la paroi

1. Menuiserie ou bloc bale
2. Parement Intérieur / plaque de plâtre
3. Isolation thermique intérieure croisée
4. Ecran pare-pluie continu
5. Isolation thermique entre montants verticaux
6. Voile travaillant vertical / Contreventement
7. Parement extérieur / Bardage horizontal
8. Ecran pare-pluie continu
9. Montants verticaux / Pièce d'appui du tableau
10. Pièce d'encadrement en bois massif
11. Remplissage avec matériau isolant thermique

**Travaux d'étanchéité à l'air :**



Lot Charpente / Gros Oeuvre Bois  
ou  
Lot Menuiserie extérieure

**A**

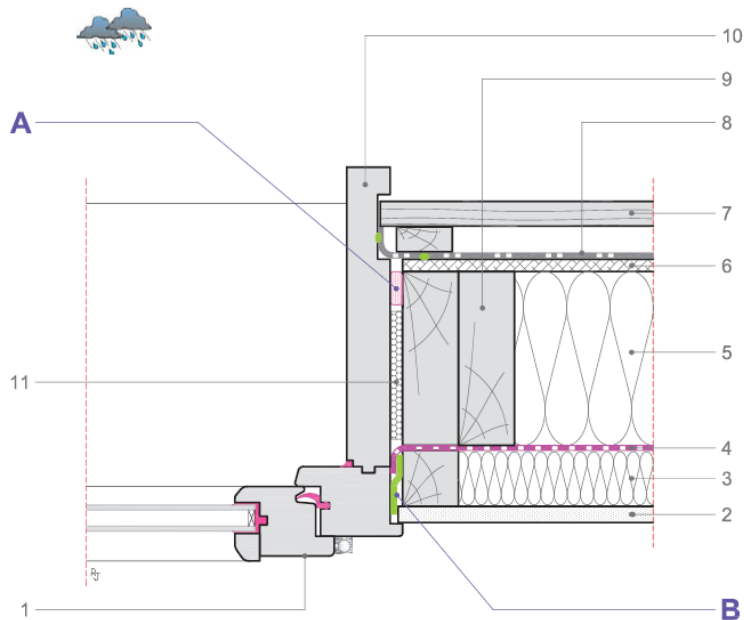
- Pose d'un joint mousse pré-comprimée Imprégnée de résines synthétiques (Classe 1 / NF P 85-570). Ce joint est mis en oeuvre sous la pièce d'appui et sur toute la périphérie des pièces d'encadrement



Lot Menuiserie extérieure  
ou  
Lot Plâtrerie / Cloison / Doublage

**B**

- Raccordement et collage soignés du pare-vapeur sur la menuiserie à l'aide d'une membrane flexible non-tissée munie d'une bande adhésive simple ou double ou d'une bande adhésive auto-collante pré-pliée



Coupe horizontale

4a

En appui :



**Risque d'infiltration d'air :**

- Au droit de la liaison entre la menuiserie extérieure et les pièces d'appui
- Au droit de la jonction entre la pièce d'appui et la structure de la paroi

1. Menuiserie ou bloc baie
2. Pièce d'appui en bois massif
3. Ecran pare-vapeur continu
4. Traverse d'appui en bois massif
5. Vide technique ou isolation intérieure croisée
6. Parement Intérieur / Plaque de plâtre
7. Isolation thermique entre montants verticaux
8. Voile travaillant vertical / Contreventement
9. Isolation thermique extérieure croisée
10. Enduit mince et treillis d'armature
11. Joint PU ou Silicone extrudé sur fond de joint
12. Bande résistante en fibre de bois
13. Couverture métallique

**Travaux d'étanchéité à l'air :**



Lot Charpente / Gros Oeuvre Bois

**A** - Pose d'un joint mousse pré-comprimée Imprégnée de résines synthétiques (Classe 1 / NF P 85-570). Ce joint est mis en oeuvre sous la pièce d'appui et sur toute la périphérie des pièces d'encadrement



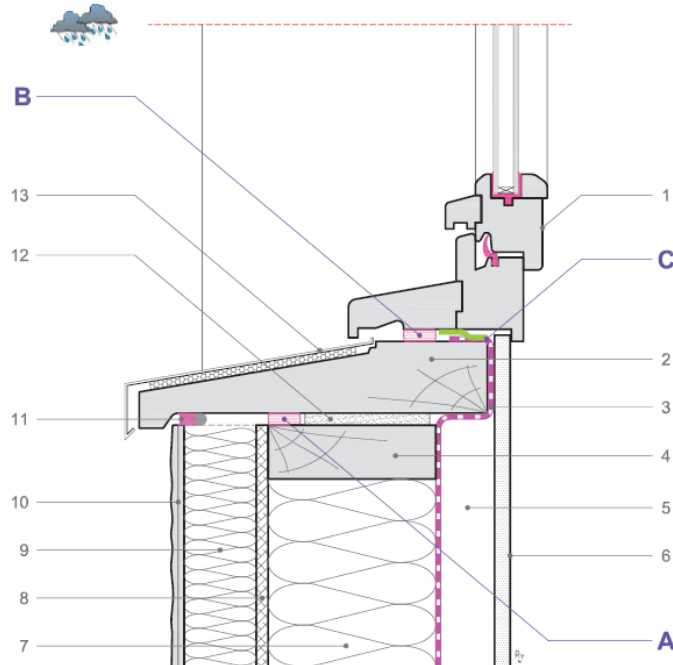
Lot Menuiserie extérieure

**B** - Pose d'un joint mousse pré-comprimée Imprégnée de résines synthétiques (Classe 1 / NF P 85-570). Ce joint est mis en oeuvre sur toute la périphérie du bât dormant de la menuiserie



Lot Charpente / Gros Oeuvre Bois  
ou  
Lot Plâtrerie / Cloison / Doublage

**C** - Raccordement et collage soignés du pare-vapeur sur la menuiserie à l'aide d'une membrane flexible non-tissée munie d'une bande adhésive simple ou double ou d'un adhésif auto-collant pré-plié



Coupe verticale

### 5) Mise en œuvre pour les murs en panneaux sandwich :

Afin de limiter les ponts thermiques, nous avons considéré une pose avec des compléments d'isolants (cf schéma), lorsque cela est possible techniquement.

#### **Détail, traitement étanchéité et pont thermiques pour les menuiseries :**

Traitement de l'appui de fenêtre avec complément d'isolant :

##### Désignation

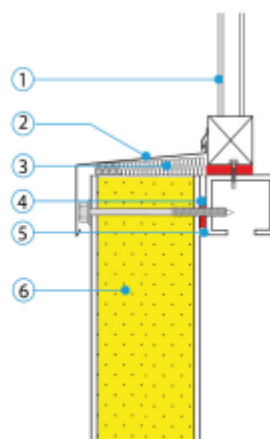
1. Vitrage
2. Bavette fixé sur le jambage
3. Complément d'isolation
4. Joint d'étanchéité
5. Chevêtre
6. Panneau sandwich de bardage

##### Travaux d'étanchéité à l'air

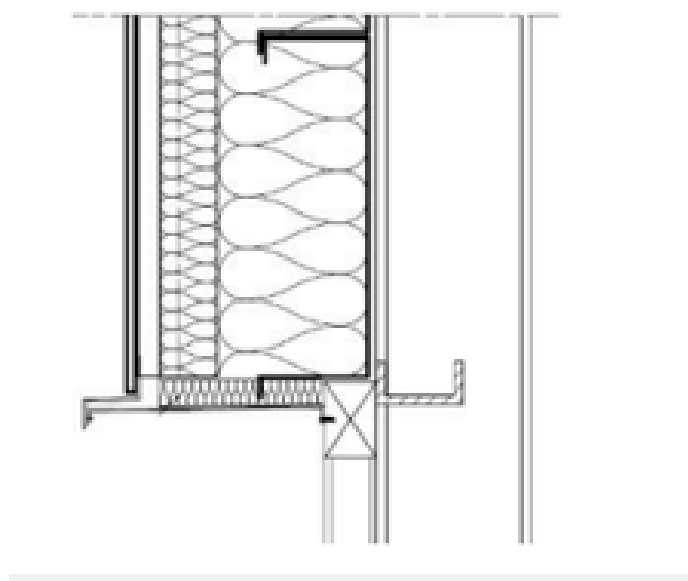
Mise en œuvre de joints d'étanchéité (3).

##### Travaux de correction du pont thermique

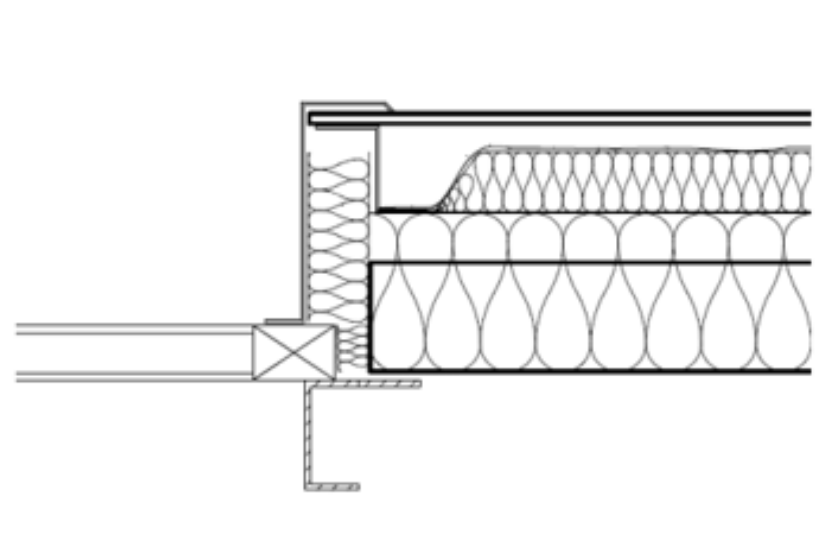
Mise en œuvre d'un complément d'isolation (en Laine Minérale ;  $\lambda \leq 0.042 \text{ W/m.K}$ ) (2).



Traitement du linteau, avec complément d'isolant :



Traitement du tableau, avec complément d'isolant :



### C. Isolation de la toiture terrasse

**Recommandation thermique : pose d'un isolant de type « panneaux de verre cellulaire aluminosilicaté » ou équivalent d'une épaisseur de 25 cm pour une résistance thermique de 7 m<sup>2</sup>.K/W.**

#### Documents de référence :

- DTU 43.1 : Etanchéité des Toitures avec support en maçonnerie
- DTU 20.12 : Maçonnerie des toitures recevant un revêtement d'étanchéité
- Guide RAGE : Isolation thermique et étanchéité des points singuliers de toitures avec éléments porteurs en maçonnerie.
- Recommandations professionnelles de la CSFE n°4 portants sur les relevés d'acrotères.

Les matériaux utilisés devront être conformes à la NF EN 13167 Produits manufacturés en verre cellulaire et les spécifications pour un emploi en toitures-terrasses ou toitures inclinées doivent être définies dans leur Documents Techniques d'Application particuliers.

NOTA : Les informations techniques des produits et matériaux sont fournies par le fabricant dans le cadre de ses obligations réglementaires ou de démarches volontaires (marquage CE, certification ACERMI, marque NF, Avis Techniques et Documents Techniques d'Application).

### 6) Règles d'isolation des acrotères

Le projet l'isolation des façades par l'extérieur, il convient donc d'isoler les acrotères sur leur face intérieure.

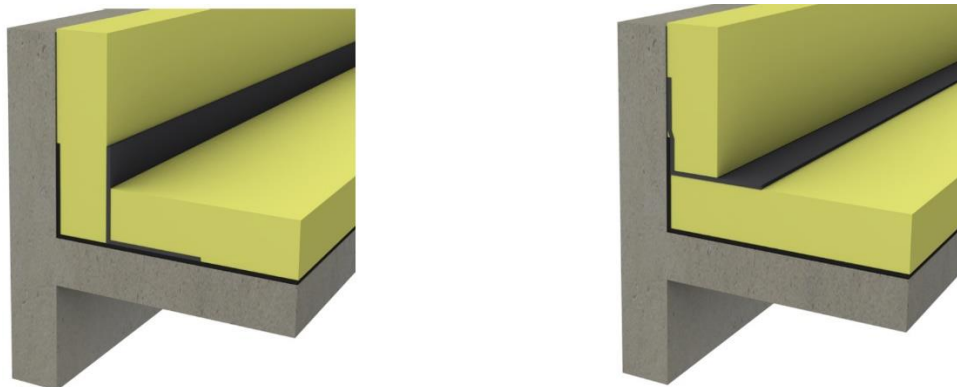
Cette isolation de la face intérieure n'est justifiée que sur une hauteur de 0,6m maximum au-dessus du plan de l'isolant de la partie courante de la toiture.

Au-delà, l'incidence sur le calcul du coefficient de transmission linéique  $\Psi$  est faible.

Si l'acrotère fait moins de 0,6m de hauteur au-dessus de l'isolant de la partie courante, il est isolé en totalité, y compris la face supérieure.

Pour respecter le *compartimentage*, l'isolant thermique vertical contre l'acrotère est :

- Soit posé directement sur l'élément porteur de la toiture :
- Soit posé sur le revêtement de partie courante ou sur la première couche d'étanchéité :



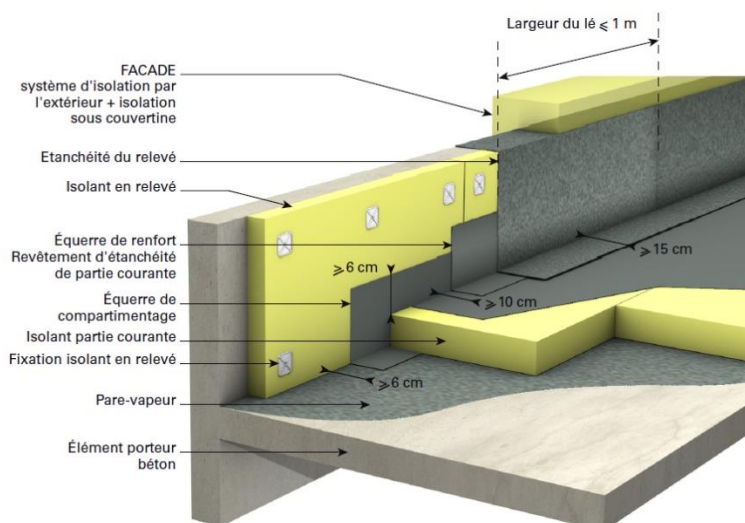
*NOTA : Le compartimentage obligatoire permet de limiter les conséquences dommageables en cas de blessures accidentelles du relevé d'étanchéité isolé.*

L'isolant devra être compatible avec la destination de la toiture terrasse.

La performance thermique de l'isolant de l'acrotère devra être de l'ordre de  $R = 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

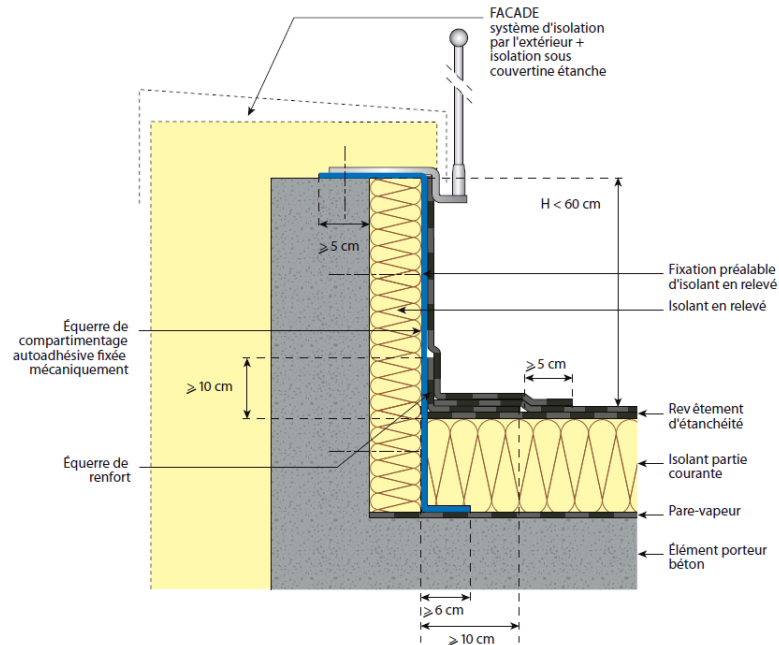
### 7) Revêtement d'étanchéité bitumineuse

Schéma de principe d'un relevé isolé avec étanchéité apparente en feuilles bitumineuses. La liaison pare-vapeur/équerrres de compartimentage/équerre de renfort ou première couche d'étanchéité permet de séparer l'isolant de la partie courante de celui du relevé.





Pour une isolation en relevé en polyuréthane, l'équerre de compartimentage est réalisée par une feuille bitumineuse autoadhésive pour permettre la pose du revêtement soudé. Elle est remontée sur la totalité de l'acrotère jusqu'à sa face supérieure.



## 8) Raccordement du relevé d'étanchéité isolé en pied de façade isolée par l'extérieur

Une coordination doit être assurée entre l'entreprise d'étanchéité et celle chargée des travaux d'ITE.

L'isolation thermique en relevé de pied de façade est placée contre la paroi et maintenue par collage au support ou par fixation mécanique préalable.

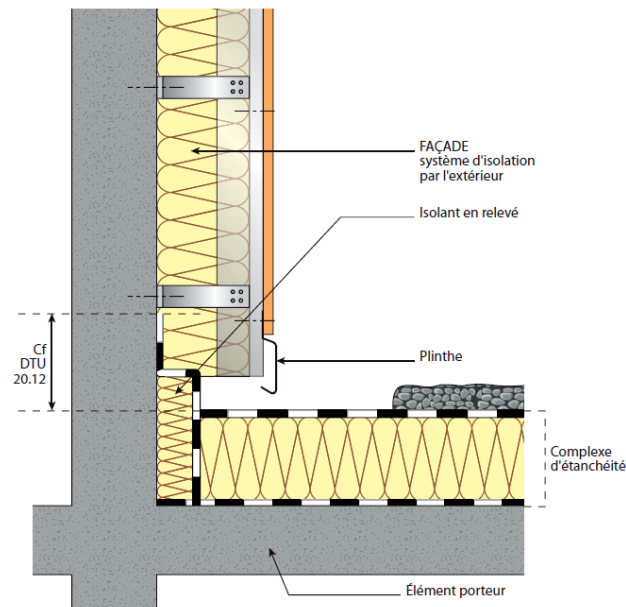
Le relevé d'étanchéité est réalisé sur l'isolant thermique en relevé, avec un retour sur la maçonnerie.

ATTENTION, les systèmes d'isolation par l'extérieur ne doivent en aucun cas percer l'étanchéité.

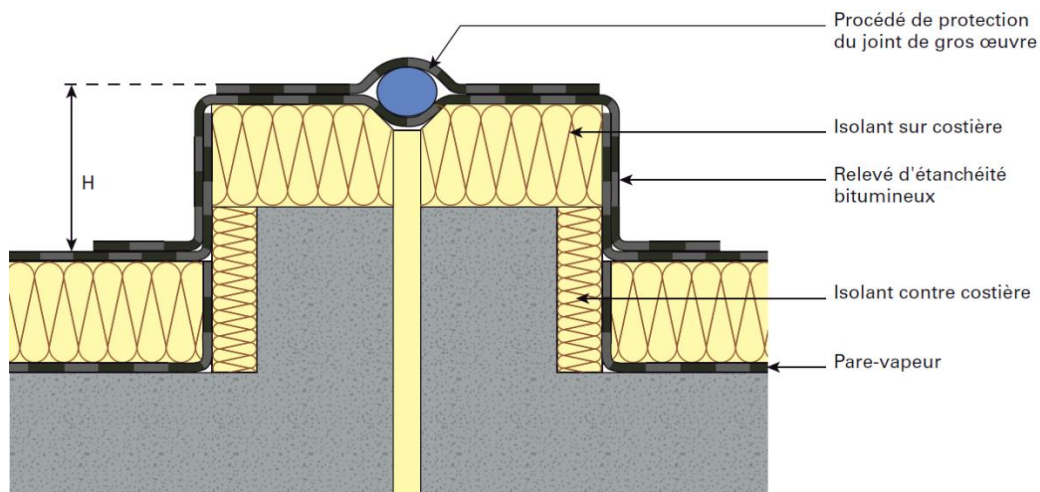
En pied de façade donnant sur terrasse, dès lors que la façade sera isolée par l'extérieur, un dispositif provisoire d'écartement des eaux de ruissellement est mis en œuvre en tête de relevé et peut être constitué de :

- Feuille d'étanchéité bitumineuse ;
- Bande de solin ;
- Système d'étanchéité liquide.

Les dispositifs de rejet d'eau du système de façade sont obligatoires et assurent l'écartement des eaux de ruissellement définitif.



### 9) Etanchéité et isolation thermique des joints de gros œuvre

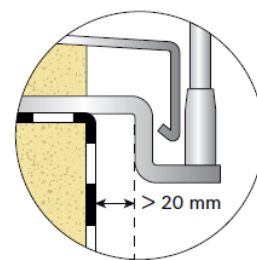
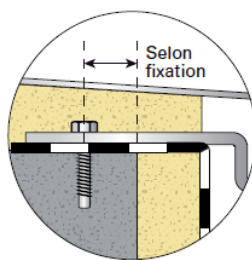
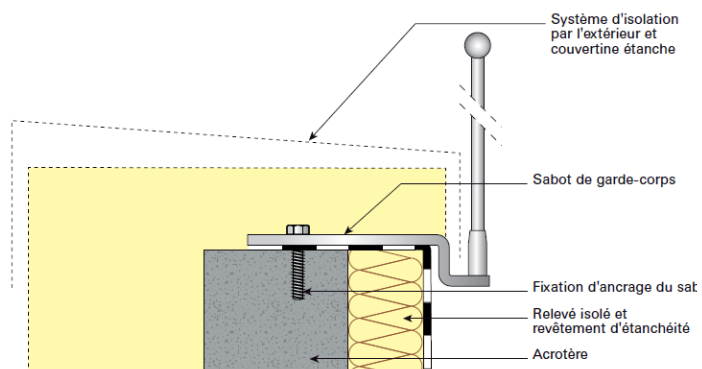
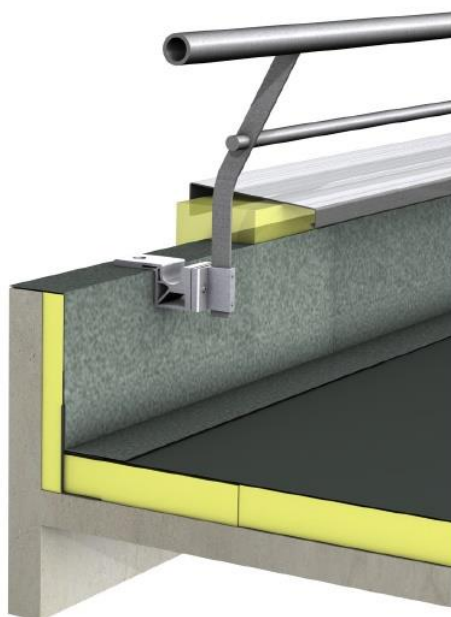


### 10) Gardes corps

Les gardes corps seront prioritairement fixés à la structure de l'ouvrage. Les exigences thermiques ne doivent pas être le prétexte de l'utilisation de garde-corps autoportants.

Afin d'assurer la pérennité de l'étanchéité de l'ouvrage, la mise en œuvre des garde-corps se fera de préférence par fixation sur la face supérieure de l'acrotère avec sabot déporté.

Les montages conduisant à traverser la couche isolante en relevé et à percer le revêtement d'étanchéité sont à proscrire.



## D. Ventilation double flux

### 1) Emplacement

Les caissons de ventilation double flux devront être, dans la mesure du possible, placés en volume chauffé afin de maximiser le rendement de l'échangeur thermique.

L'accès en vue de la maintenance devra être simple, et les zones de maintenance devront être respectées.

La position des centrales doit être au centre des réseaux afin d'obtenir une architecture « en étoile » et ainsi limiter la longueur du réseau le plus défavorisé.

### 2) Réseaux

La puissance électrique des ventilateurs étant fonction du débit, les réseaux aérauliques doivent être extrêmement étanches, car tout défaut d'étanchéité augmentera le débit que le ventilateur doit pulser pour assurer un débit donné au soufflage ou à l'extraction.

Les accessoires devront être munis de joints à lèvre et un classement de l'étanchéité du réseau en classe C avec réalisation d'un test d'étanchéité pourrait être demandé.

### 3) Régulation

L'occupation de ce bâtiment est très variable selon le jour et les périodes de la journée. Les effectifs sont également variables.

Il est par conséquent indispensable de concevoir un système de ventilation à vitesse variable, de manière à s'adapter à l'occupation du bâtiment.

Pour cela, les centrales devront fonctionner à pression constante et débit variable. L'ouverture ou la fermeture de registres permettant la modulation des débits. Ces registres pourront être pilotés :

- Par sonde CO<sub>2</sub> : Pour les salles de classe et les amphithéâtres,
- Par sonde de présence : Pour les bureaux.

Les sanitaires pourront être ventilés en permanence à débit constant.

Attention toutefois à respecter les débits mini des centrales.

#### 4) Mesures à la réception

Il est important de demander à l'entreprise réalisant les travaux de mesurer les débits effectifs à la mise en service afin de s'assurer que l'installation fonctionne bien au débit nominal prévu.

Un sous-débit pourrait conduire à l'apparition de pathologies dans le bâtiment. A l'inverse, un sur-débit conduirait à une consommation d'énergie inutilement importante.

#### 5) Maintenance

Les filtres devront être changés très régulièrement car leur encrassement provoque une baisse des débits dans le temps et une surconsommation dues à l'augmentation de la perte de charge.

Fréquence de remplacement conseillée :

- Tous les 3 à 4 mois sur l'air neuf,
- Tous les 6 mois sur l'air extrait.

## E. Isolation du plancher bas

Dans l'étude thermique, nous proposons d'isoler el plancher bas en sous-face afin de traiter thermiquement l'ensemble des parois déperditives et ainsi obtenir une enveloppe globalement performante, sans gros point faible.

**Recommandation thermique : Isolation par projection de 12 cm de ouate de cellulose  $R = 3.15\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$**

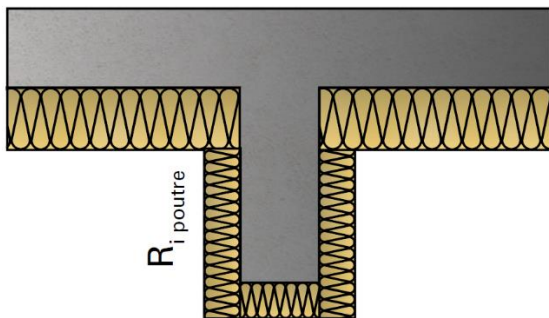
### Documents de référence :

- DTU 27.1 : Projection de fibres minérale
- Guide RAGE : Isolation en sous-face des planchers bas.

Selon le DTU, l'épaisseur d'isolation maximale prévue est de 20 cm, avec armatures intermédiaires obligatoires à partir de 16 cm.

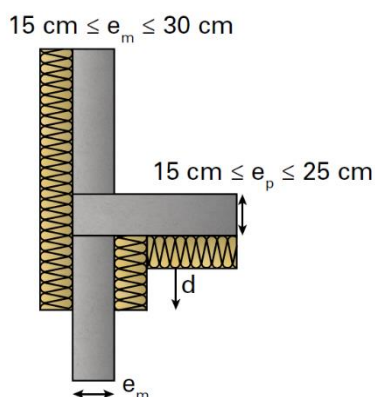
## 6) Traitement des points singuliers.

### Retombées de poutre



La technique de projection permet d'isoler les poutres. Toutefois, l'épaisseur projetée peut être limitée en fonction de la hauteur disponible. Nous préconisons une valeur minimal  $R_{i\text{ poutre}} = 1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$  afin de traiter correctement le pont thermique.

### Rives de plancher



Le mur étant isolé par l'extérieur, nous préconisons une isolation intérieure du mur sur une retombée minimale de 30 cm en continuité de l'isolation du plancher afin de réduire le pont thermique.

### Pénétrations diverses

Aucun matériel électrique non protégé susceptible de créer une source de chaleur continue (éclairage, transformateur, câbles, etc.) ne doit être recouvert par l'isolant.

Aucune canalisation, chemin de canalisation ou tuyauterie ne peut recevoir de projection directe d'isolant conformément aux Avis Techniques sur cette technique d'isolation.

Les éléments peuvent traverser, pénétrer partiellement, ou longer la couche d'isolant, mais le support de la projection doit rester l'élément béton.

Ainsi, pour les réseaux déplacés, il est nécessaire de mettre en œuvre les tiges filetées assurant le maintien des divers réseaux avant la mise en œuvre de l'isolation, afin de ne pas l'endommager par la suite.

***Toutefois, la projection de d'isolant peut se faire autour des canalisations et tuyauteries existantes. Lorsqu'une canalisation horizontale longe une dalle, la projection est faite entre la dalle et la canalisation. Si la canalisation est trop proche de la dalle, il est recommandé de dévier les éléments traversant afin de réaliser une isolation la plus continue possible.***

### III. Etanchéité à l'air

Les schémas proposés dans ce chapitre sont issus du « Mémento de conception et de mise en œuvre à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises du bâtiment », édité par l'ADEME et le Ministère du Développement Durable.