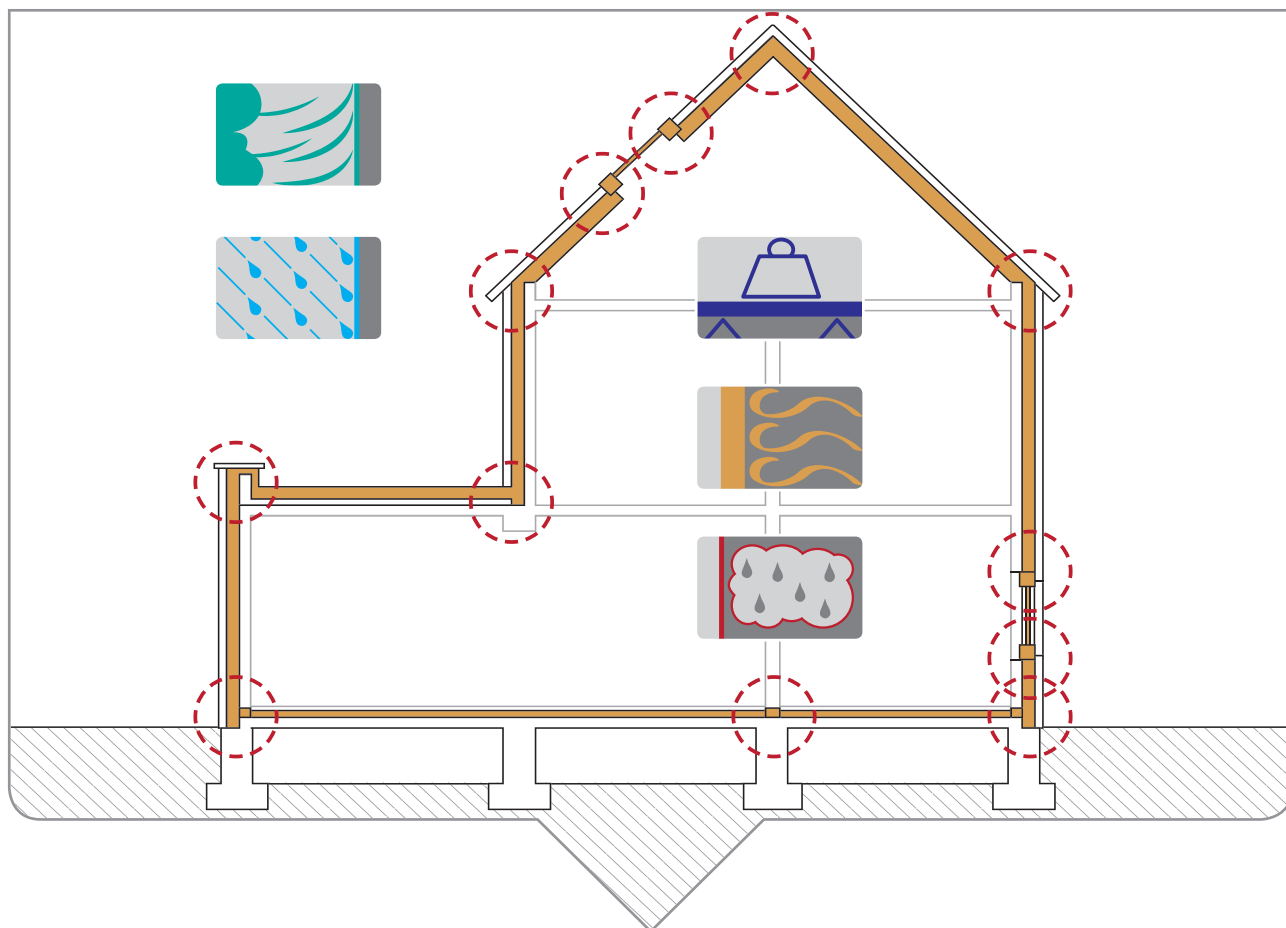




NŒUDS CONSTRUCTIFS

CO util pédagogique pour la gestion des travaux PEB du bureau au chantier

Avril 2014

Objet de cet ouvrage

Cet ouvrage est principalement destiné aux formateurs des (futurs) coordinateurs de chantier et responsables d'entreprise.

Vu l'évolution de la réglementation PEB, il était nécessaire d'offrir un outil pédagogique pour présenter l'importance des nœuds constructifs dans le bâtiment. En effet, cette nouvelle réglementation préconise depuis 2010 un renforcement de l'isolation ; or plus l'isolation est importante, plus l'impact des nœuds constructifs est grand. Etudier les nœuds constructifs d'un bâtiment est devenu de ce fait une démarche incontournable.

Comment aborder les nœuds constructifs en formation afin de répondre aux exigences des bâtiments d'aujourd'hui, c'est là tout le défi que tente de relever cet ouvrage à travers une démarche pédagogique présentée ci-contre.

Développement

Le développement de cet ouvrage a été réalisé grâce à une collaboration entre les partenaires suivants.



CiFUL

Jean-Marc Guillemeau
Paul Wagelmans
Jean Wagelmans



IFAPME

Christophe Bondroit
Eric Portier
Philippe Pourbaix



LE FOREM

Xavier Potvin
Laurent Chipellino



CSTC

Gilles De Raed

Avec le soutien de l'Union européenne dans le cadre du projet FSE Confluence-Construction.

NOTIONS DE BASE

Critères de performances d'une paroi

Importance des nœuds constructifs

Continuité des critères au niveau
des nœuds constructifs

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Objectifs visés par cet outil :

- vérifier les critères de performances d'un nœud constructif
- définir les phases de mise en œuvre au niveau d'un nœud constructif

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Démarches et supports pédagogiques
pour organiser des exercices
sur les nœuds constructifs

RESSOURCES PÉDAGOGIQUES

Ouvrages à disposition pour aller plus loin

NOTIONS DE BASE

Quels sont les critères de performance d'une paroi ?

La présentation qui suit consiste à
définir d'abord ...

Les critères de performance d'une paroi

Stabilité	3
Étanchéité à l'eau	5
Isolation thermique	7
Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau	9
Étanchéité au vent	11
Récapitulatif	13

... afin de mettre en évidence ...

L'importance des nœuds constructifs

Qu'est-ce qu'un nœud constructif?	14
Nœud constructif et pont thermique	15

... ainsi que l'exigence d'assurer ...

La continuité des critères au niveau des nœuds constructifs

Un exemple de nœud constructif	16
--------------------------------------	----

NOTIONS DE BASE

Les différentes parois de construction doivent répondre à 5 grandes exigences.

Stabilité

Résister aux différents efforts



Étanchéité à l'eau

Empêcher toute migration d'eau vers l'intérieur du bâtiment



Isolation thermique

Conserver la chaleur à l'intérieur du bâtiment



Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

Éviter les fuites d'air chaud et la migration de vapeur d'eau dans la paroi



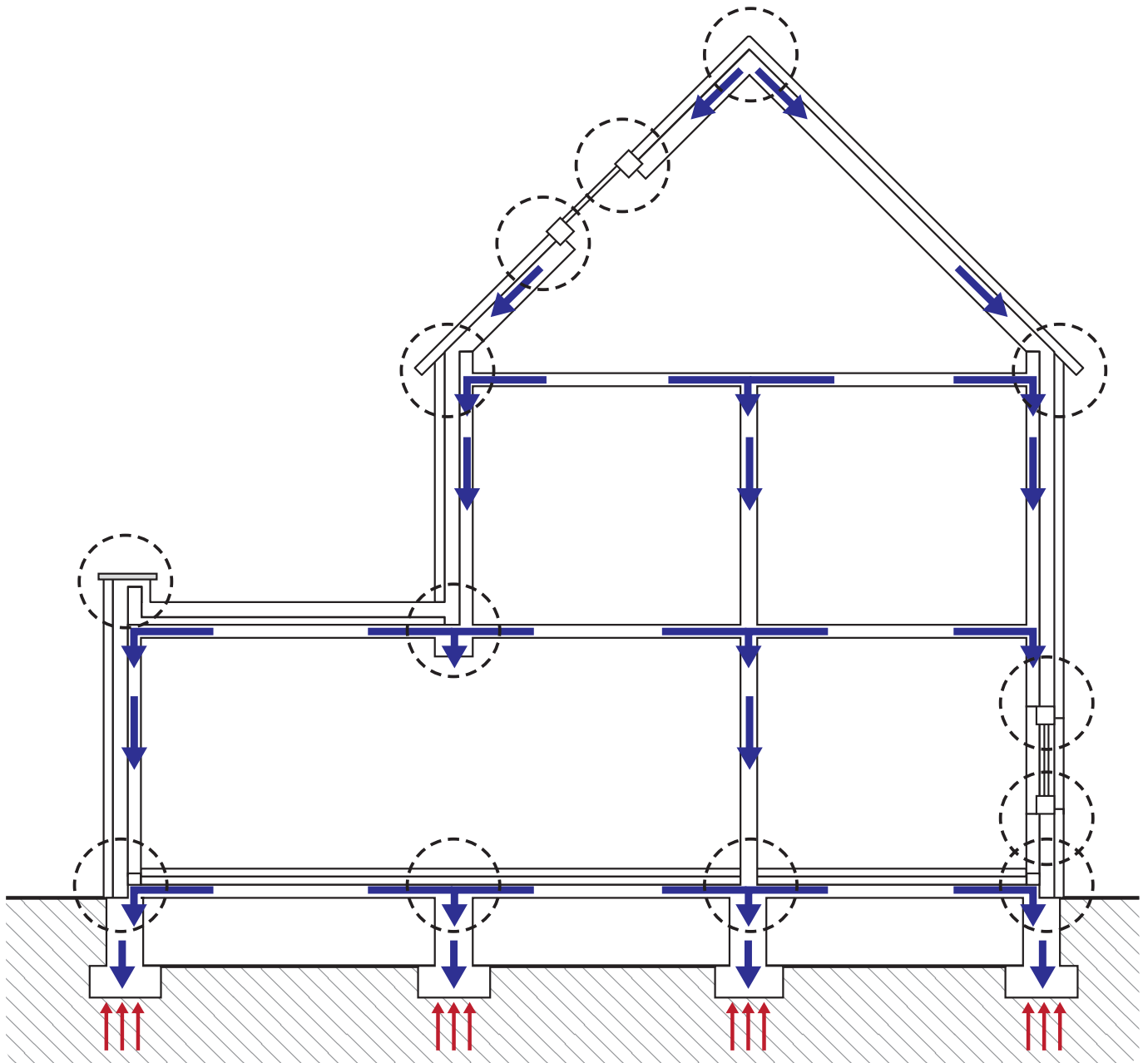
Étanchéité au vent

Éviter la circulation d'air froid dans la couche isolante



Stabilité

Résister aux différents efforts



Prérequis

Les notions de stabilité en construction :
structure portante, mur porteur, report des charges, fondation

Stabilité



En maçonnerie

Élargissement de la gamme des matériaux



Blocs de béton lourd



Blocs de béton cellulaire



Blocs de terre cuite alvéolés

Optimalisation entre résistance mécanique et performance thermique

En charpente

Choix de nouvelles techniques et nouveaux matériaux



Pannes + chevrons



Chevrons porteurs

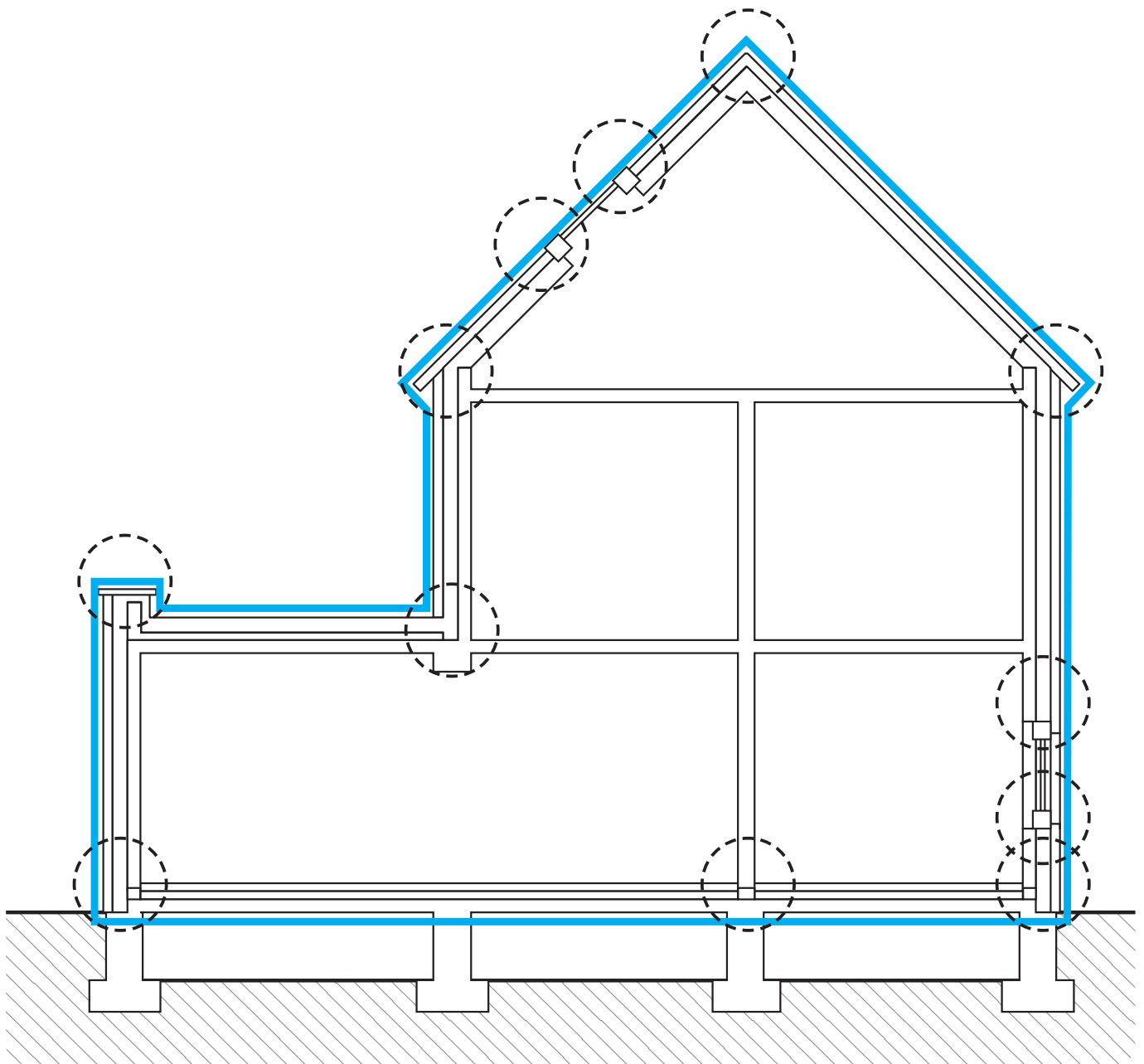


Pannes-poutres composites

Le choix de la technique d'isolation conditionne la technique de stabilité

Étanchéité à l'eau

Empêcher toute migration d'eau vers l'intérieur du bâtiment



Prérequis

Les couches jouant le rôle d'étanchéité à l'eau :
mise en place des bavettes, des films étanches ... dans les diverses parois

Étanchéité à l'eau

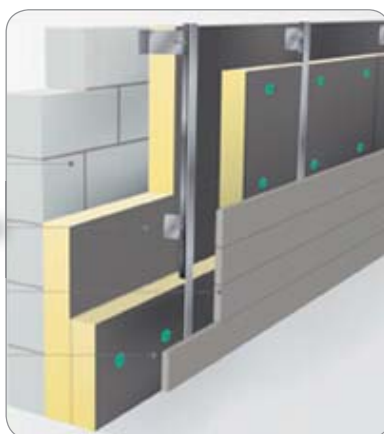


En parement

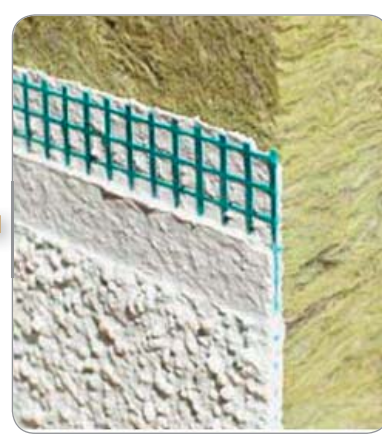
Élargissement du choix des techniques



Brique



Bardage



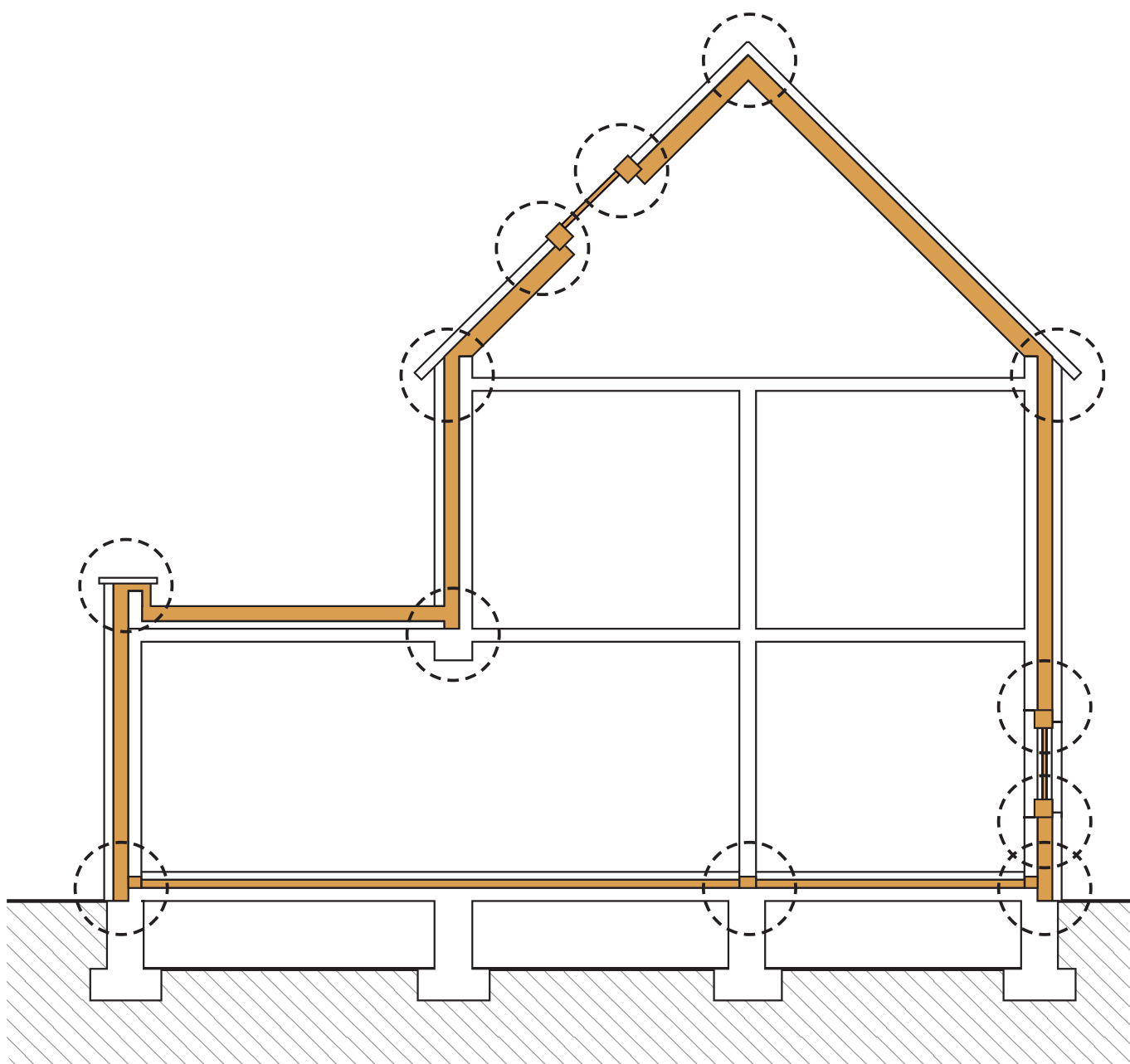
Crépi sur isolant

Amélioration d'efficacité contre les entrées d'eau

Isolation thermique



Conserver la chaleur à l'intérieur
du bâtiment



Prérequis

L'importance de l'isolation des parois :

Outil didactique « Isolation thermique des bâtiments » 86

Dépliant « Le point sur l'isolation thermique » 89

Isolation thermique

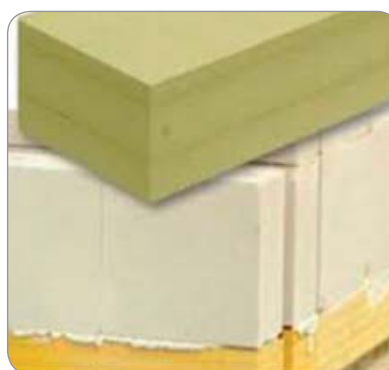


Les isolants

Élargissement du choix des matériaux



Laine minérale



Mousse synthétique



Cellulose



Fibre ou laine de bois



Liège



Chanvre ...

Prise en compte de l'impact environnemental des matériaux

Augmentation de l'épaisseur de la couche isolante



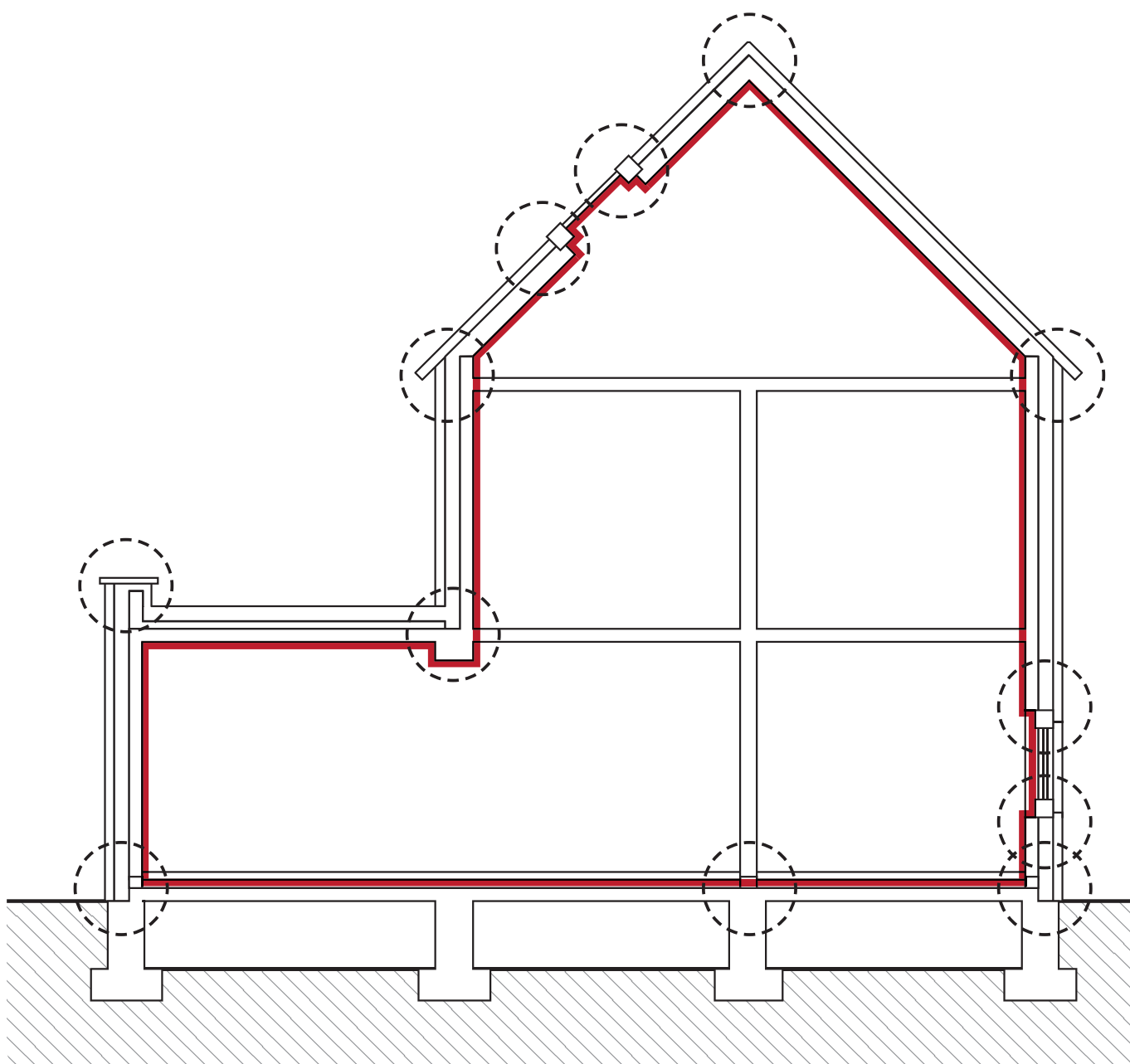
...

Amélioration de la performance énergétique des parois

Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau



Éviter les fuites d'air chaud et la migration de vapeur d'eau dans la paroi



Prérequis

L'importance du pare-vapeur:

Dépliant « Le point sur l'étanchéité à l'air » 90

Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau



Côté intérieur

Évolution des techniques et des matériaux

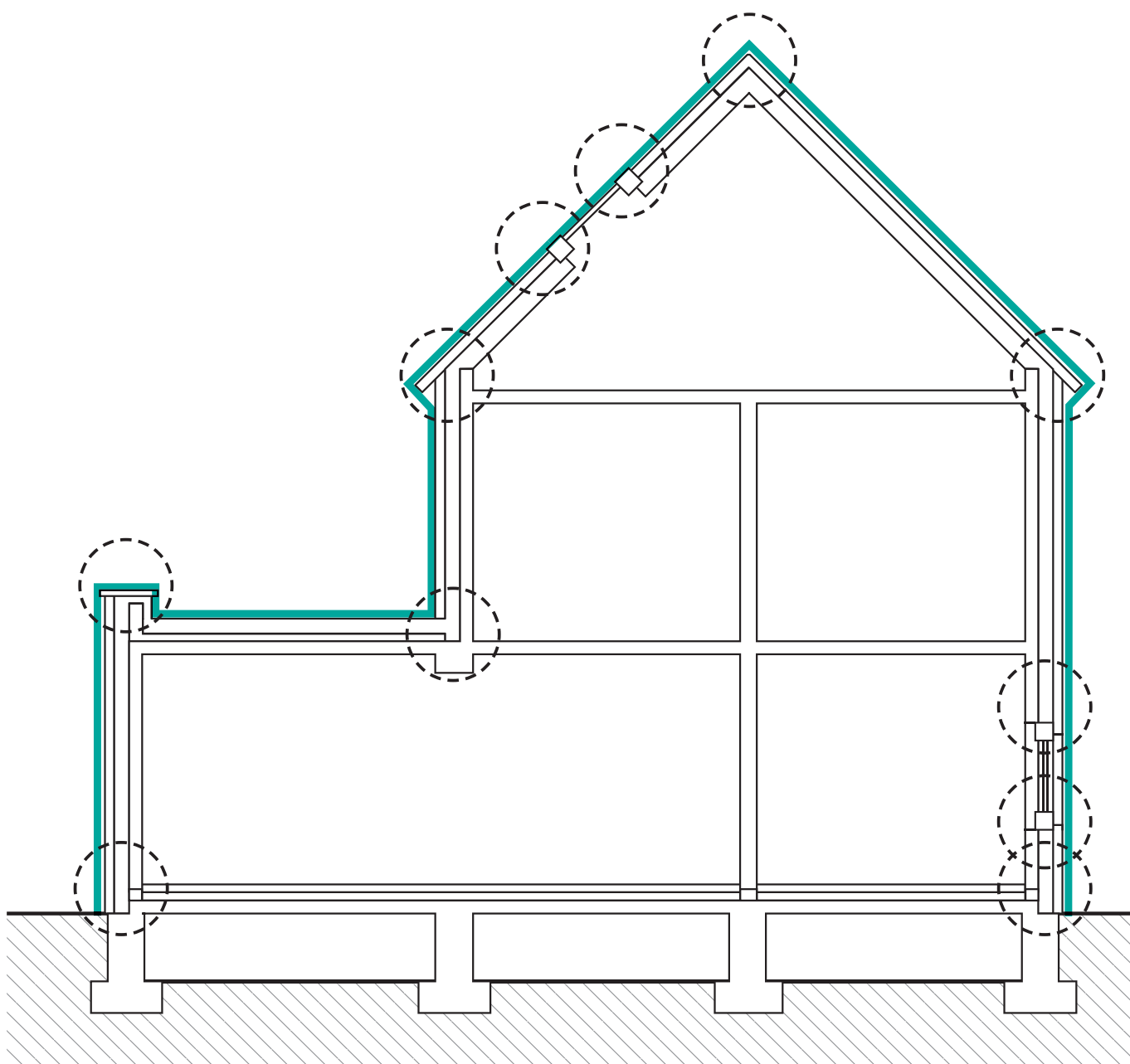


Meilleure prise en compte et amélioration de l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

Étanchéité au vent



Éviter la circulation d'air froid dans la couche isolante



Prérequis

Les couches jouant un rôle pare-vent et leur mise en œuvre

Étanchéité au vent



Côté extérieur

Évolution du choix des matériaux



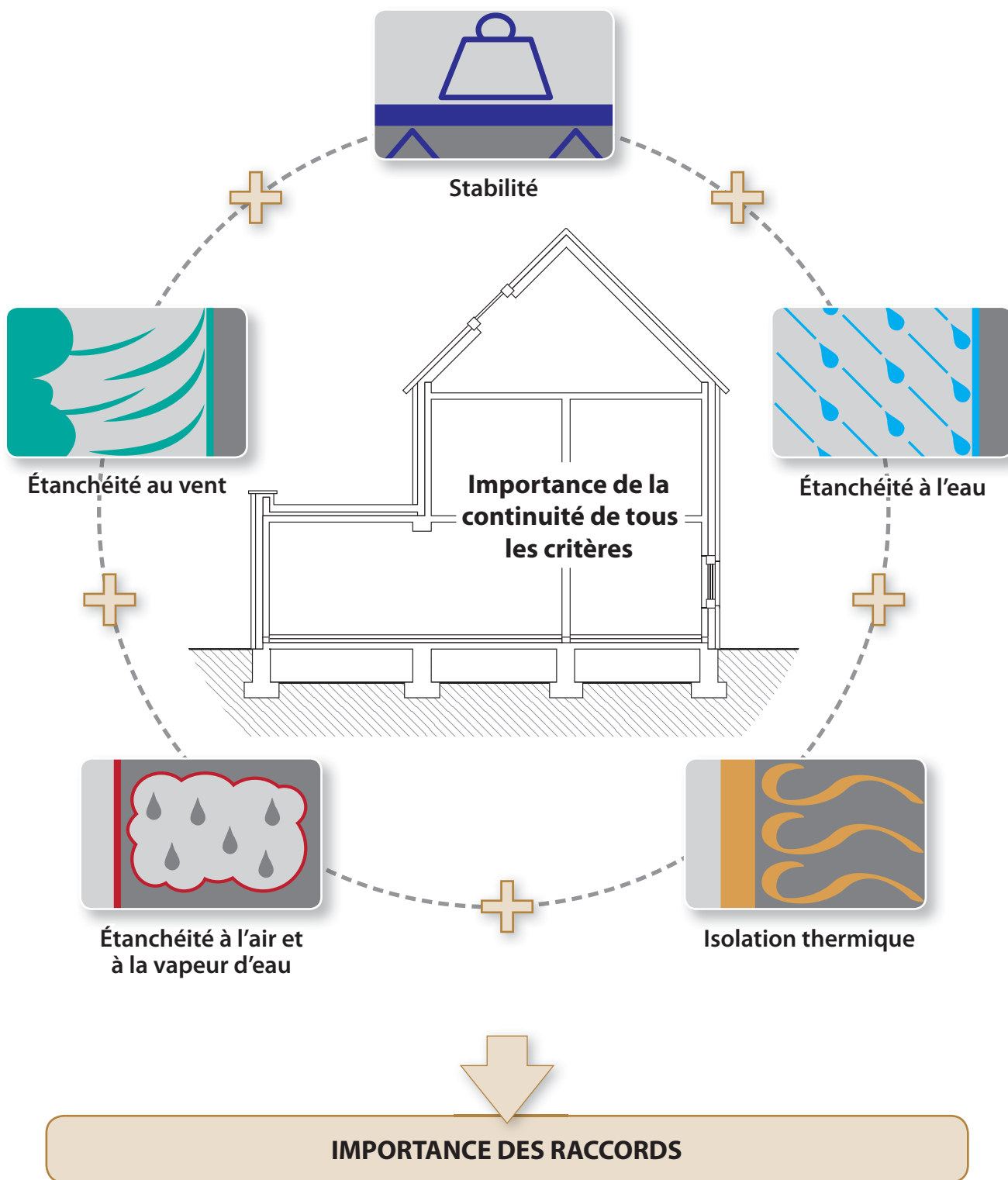
Panneau à emboîtement



Film continu

Meilleure prise en compte de la protection des isolants

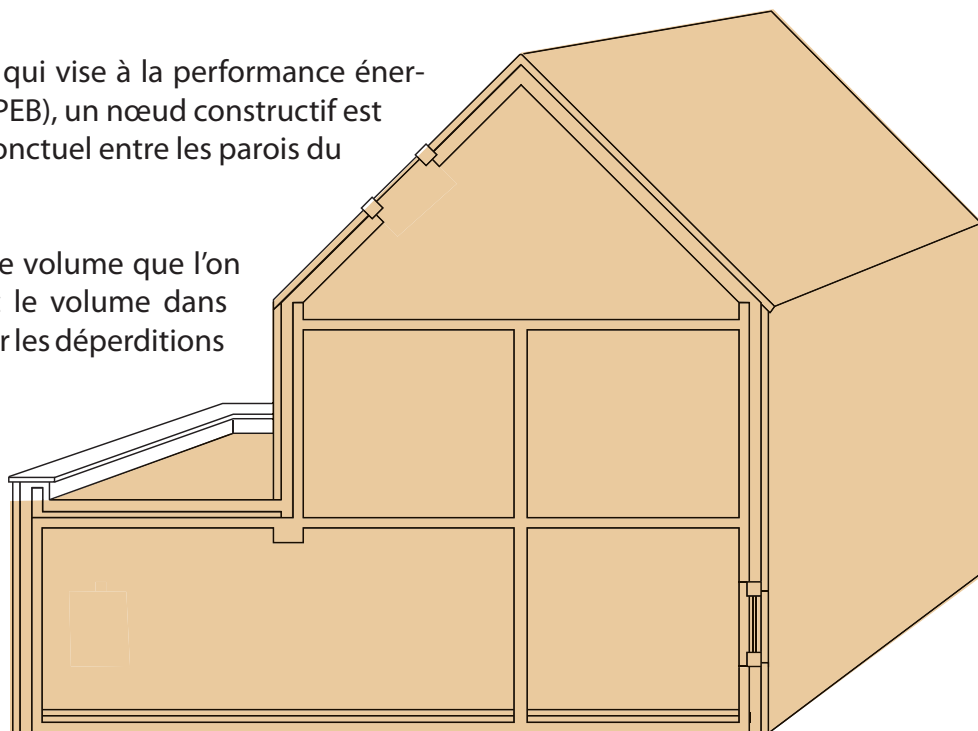
Récapitulatif



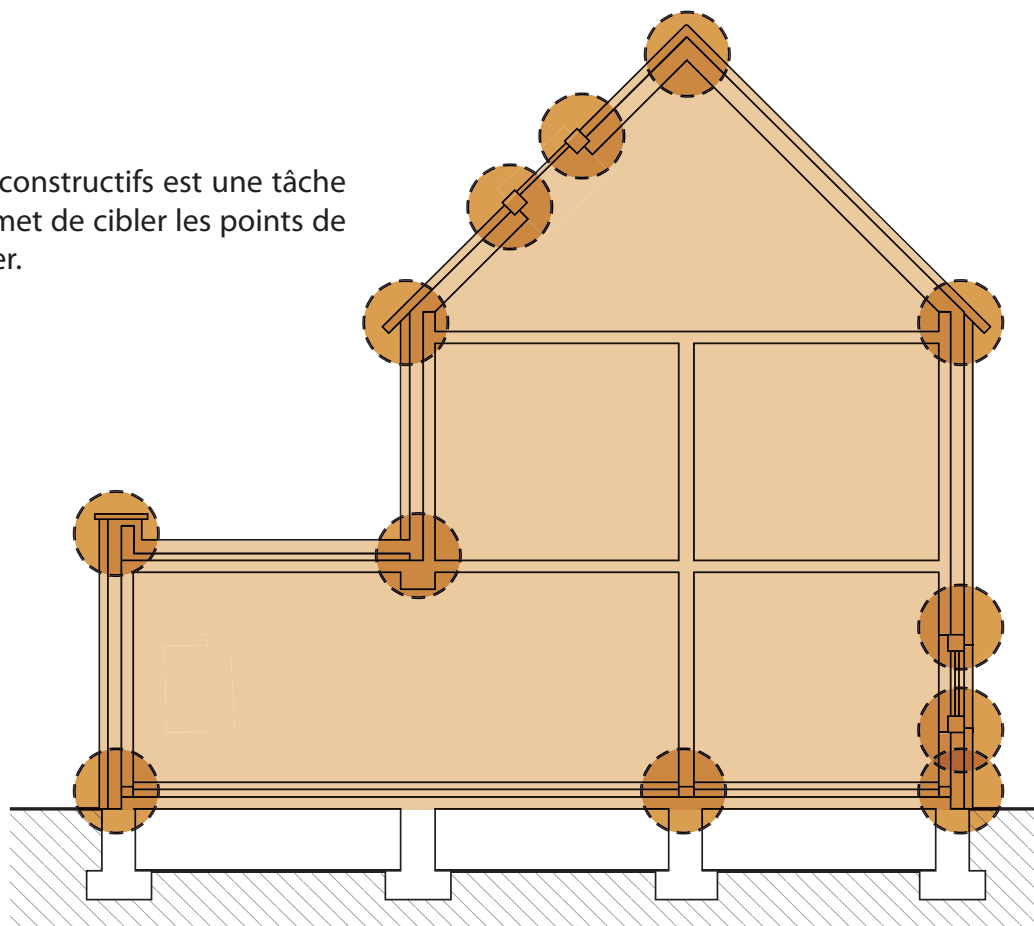
Qu'est-ce qu'un nœud constructif ?

Dans la réglementation qui vise à la performance énergétique des bâtiments (PEB), un nœud constructif est un raccord linéaire ou ponctuel entre les parois du volume protégé.

Le volume protégé est le volume que l'on désire chauffer et donc le volume dans lequel on veillera à limiter les déperditions énergétiques.



Décoder les nœuds constructifs est une tâche importante qui permet de cibler les points de vigilance sur chantier.



Noeud constructif et pont thermique

Un pont thermique est un défaut dû à l'insuffisance ou à l'absence d'isolation dans une partie d'une paroi du volume protégé.

Il constitue un problème car il affaiblit la performance thermique de cette partie de la paroi.

Il peut aussi faire apparaître des problèmes d'humidité superficielle sur la face interne de la paroi. En effet, le défaut d'isolation peut générer une zone froide sur laquelle se forme de la condensation et de la moisissure.

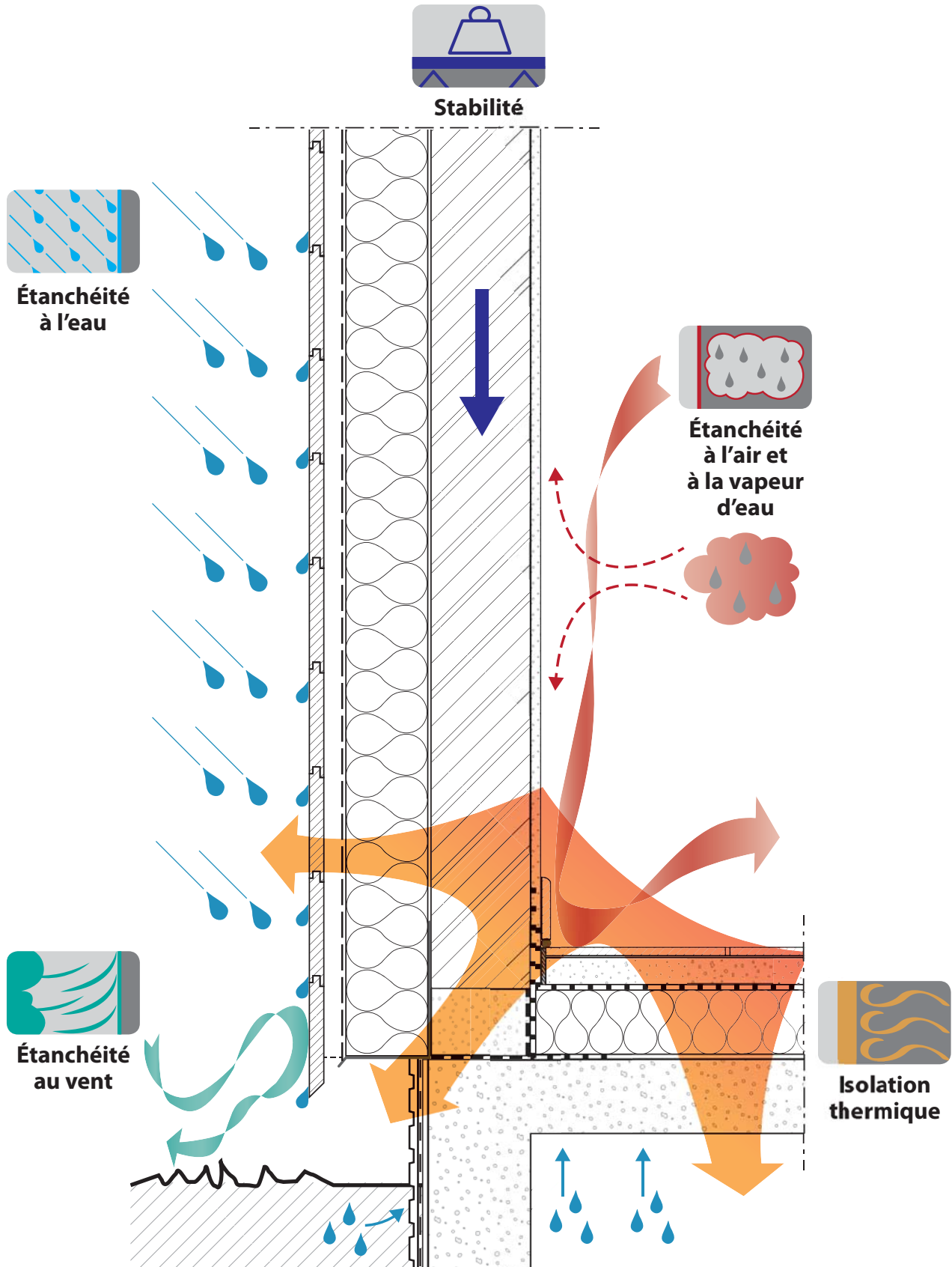
Température plus basse sur la face intérieure avec risque accru de **problèmes d'humidité et de moisissures**



Pour certains nœuds constructifs, le risque de créer un pont thermique est important. Une grande attention doit donc être portée à chaque noeud constructif, lors de sa conception et aussi lors de sa réalisation.

Un exemple de nœud constructif

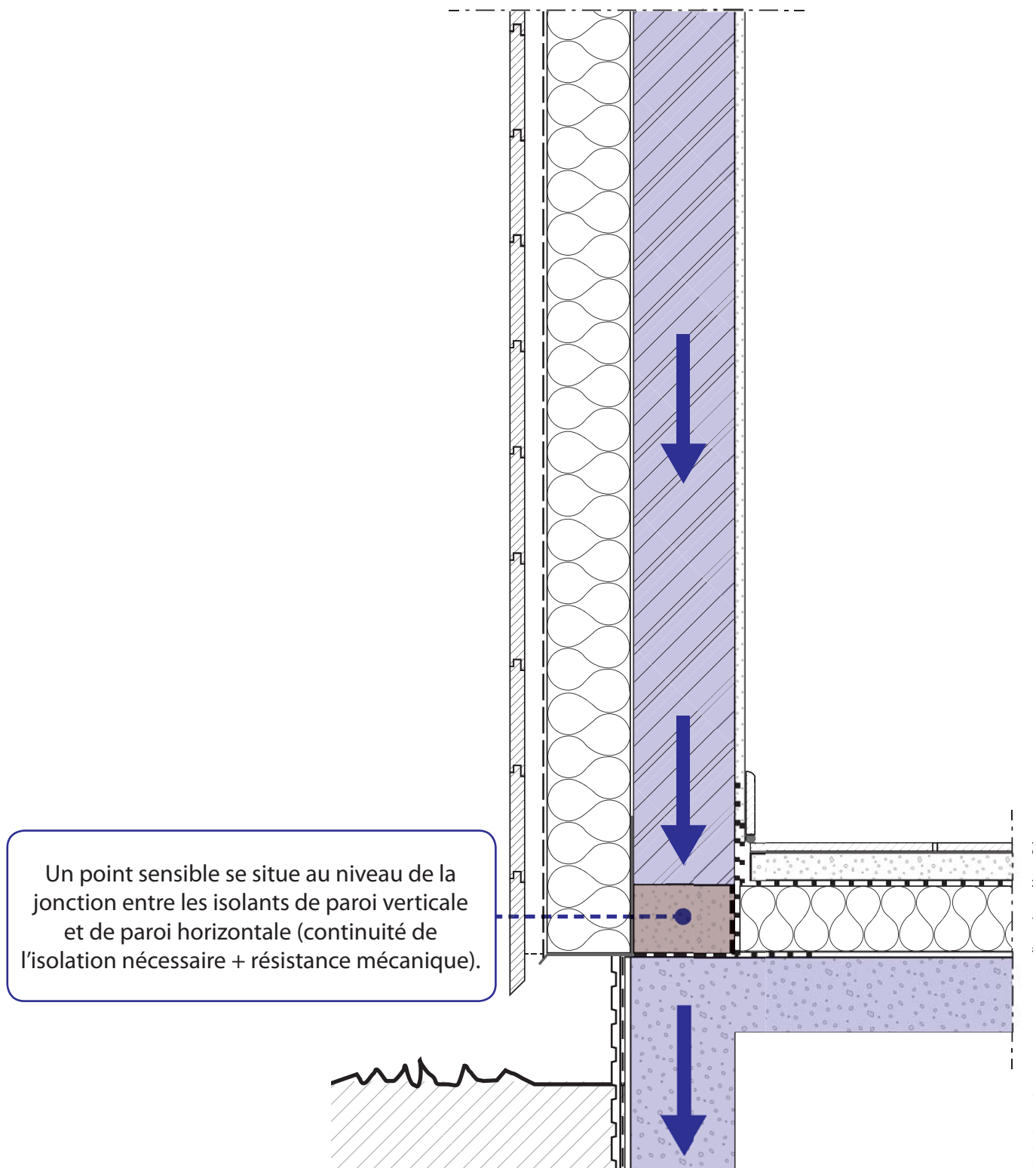
LE PIED DE MUR AVEC BARDAGE : Comment assurer la continuité des 5 critères ?



Stabilité



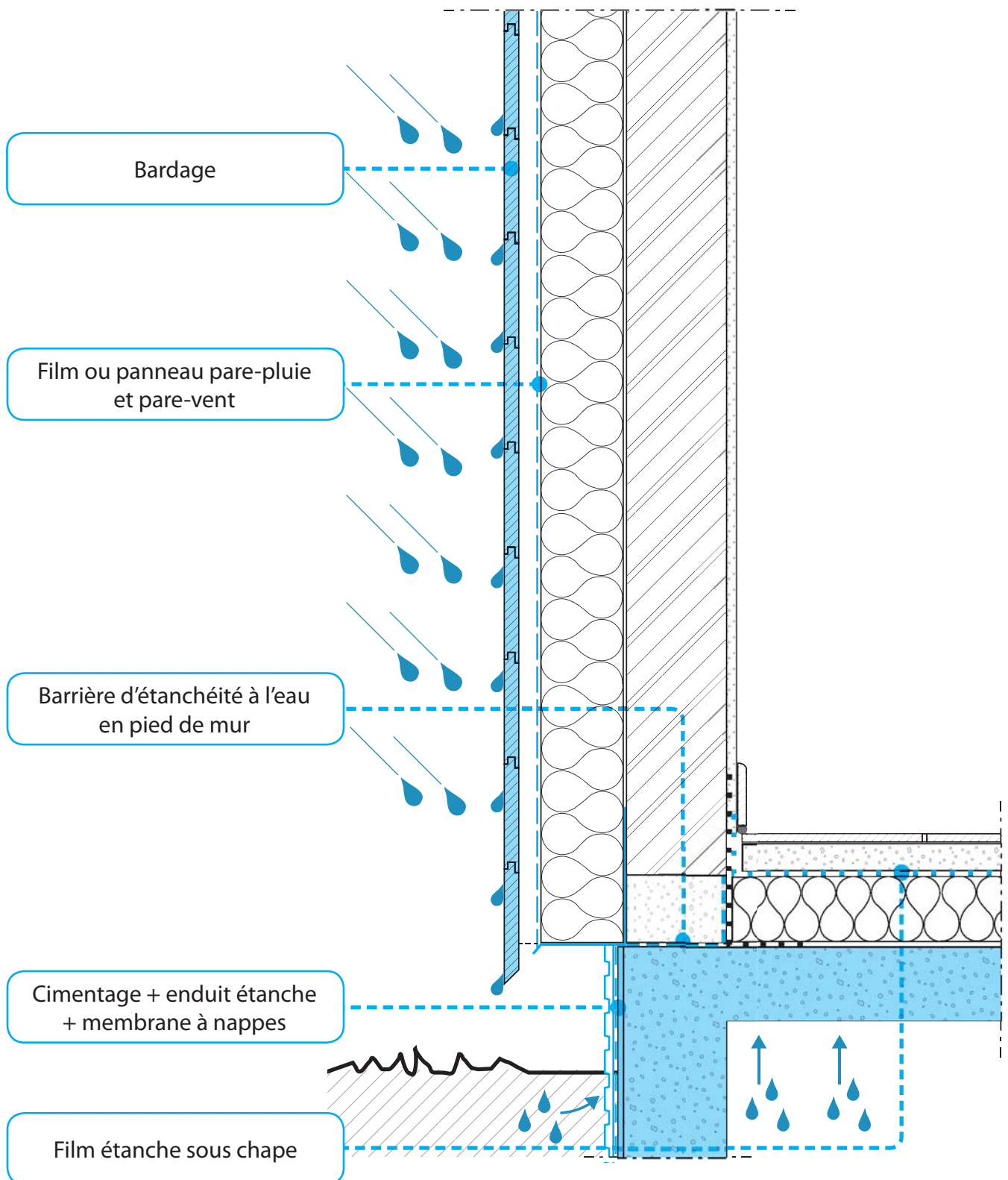
Tous les matériaux résistent aux charges qui doivent être transmises jusqu'aux fondations.



Étanchéité à l'eau



Le parement (bardage + pare-pluie) empêche l'entrée d'eau dans la paroi. Des films étanches empêchent les remontées d'eau depuis le sol.

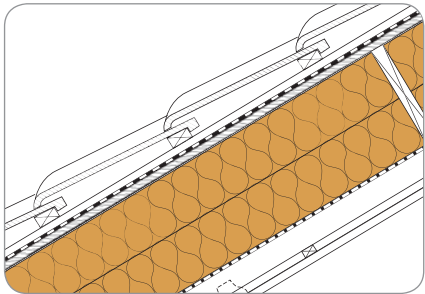
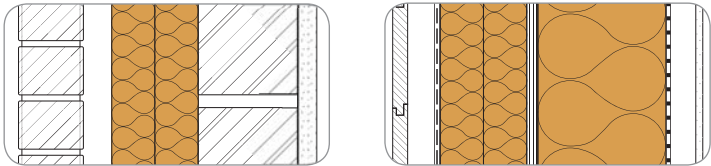
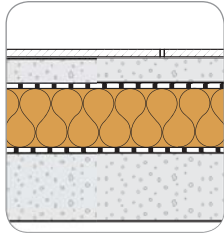
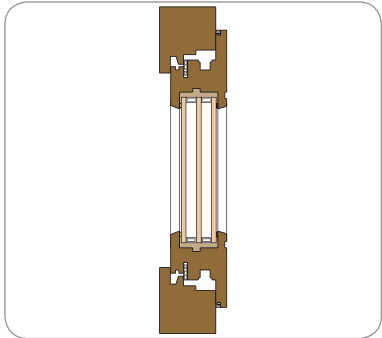


Isolation thermique



La réglementation PEB impose, pour tout projet soumis à permis, un niveau de performance minimal pour toute nouvelle paroi (construction) ou toute paroi sur laquelle on agit (rénovation) et ce, quel que soit le type de bâtiment à partir du moment où il est chauffé.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs indicatives de la couche isolante (avec un isolant de performance moyenne - $\lambda = 0,050 \text{ W/mK}$) qui respecte les exigences réglementaires de 2013.

Toiture	20 cm	
Mur creux	16 cm	
Paroi ossature bois	20 cm	
Plancher sur vide sanitaire	12 cm	
Fenêtre	Uvitrage $\leq 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	



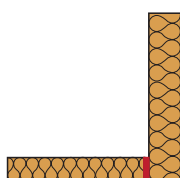
Depuis 2012, la réglementation PEB impose de tenir compte de l'impact des nœuds constructifs dans le calcul du niveau K.

La réglementation PEB propose une méthode simplifiée pour garantir qu'un nœud constructif constitue un pont thermique négligeable. Il est alors appelé PEB-conforme.

Un nœud PEB conforme répond à une des **3 règles de base** suivantes

RÈGLES DE BASE 1

Assurer une épaisseur de contact importante entre les couches isolantes

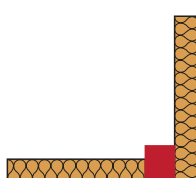


coupe horizontale



RÈGLES DE BASE 2

Interposer un élément isolant
Assurer la continuité

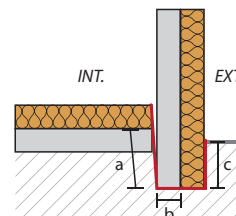


coupe verticale



RÈGLES DE BASE 3

Présenter un chemin de moindre résistance de minimum 1 m
(a+b+c)



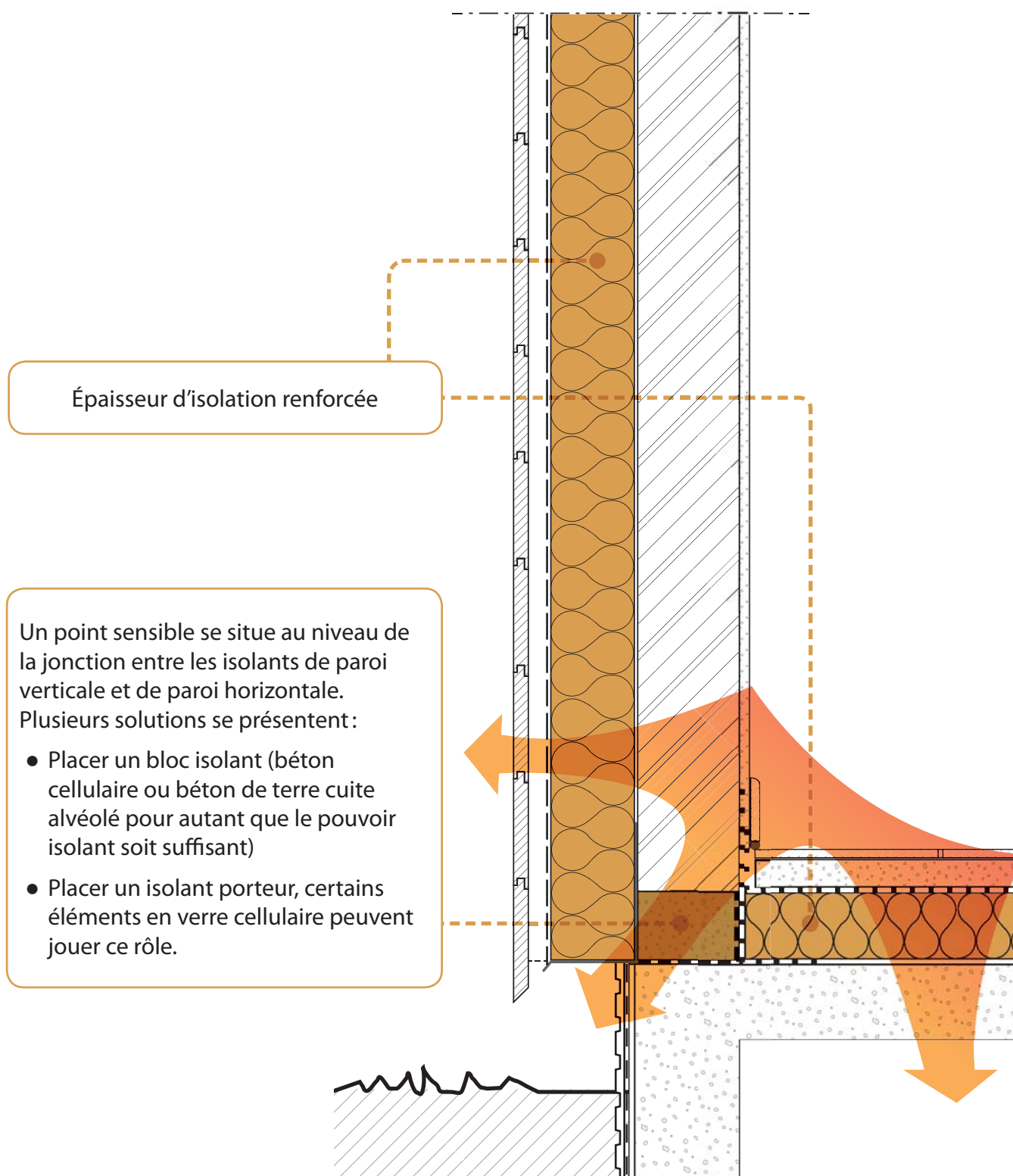
$a + b + c \geq 1 \text{ m}$
coupe verticale



Isolation thermique



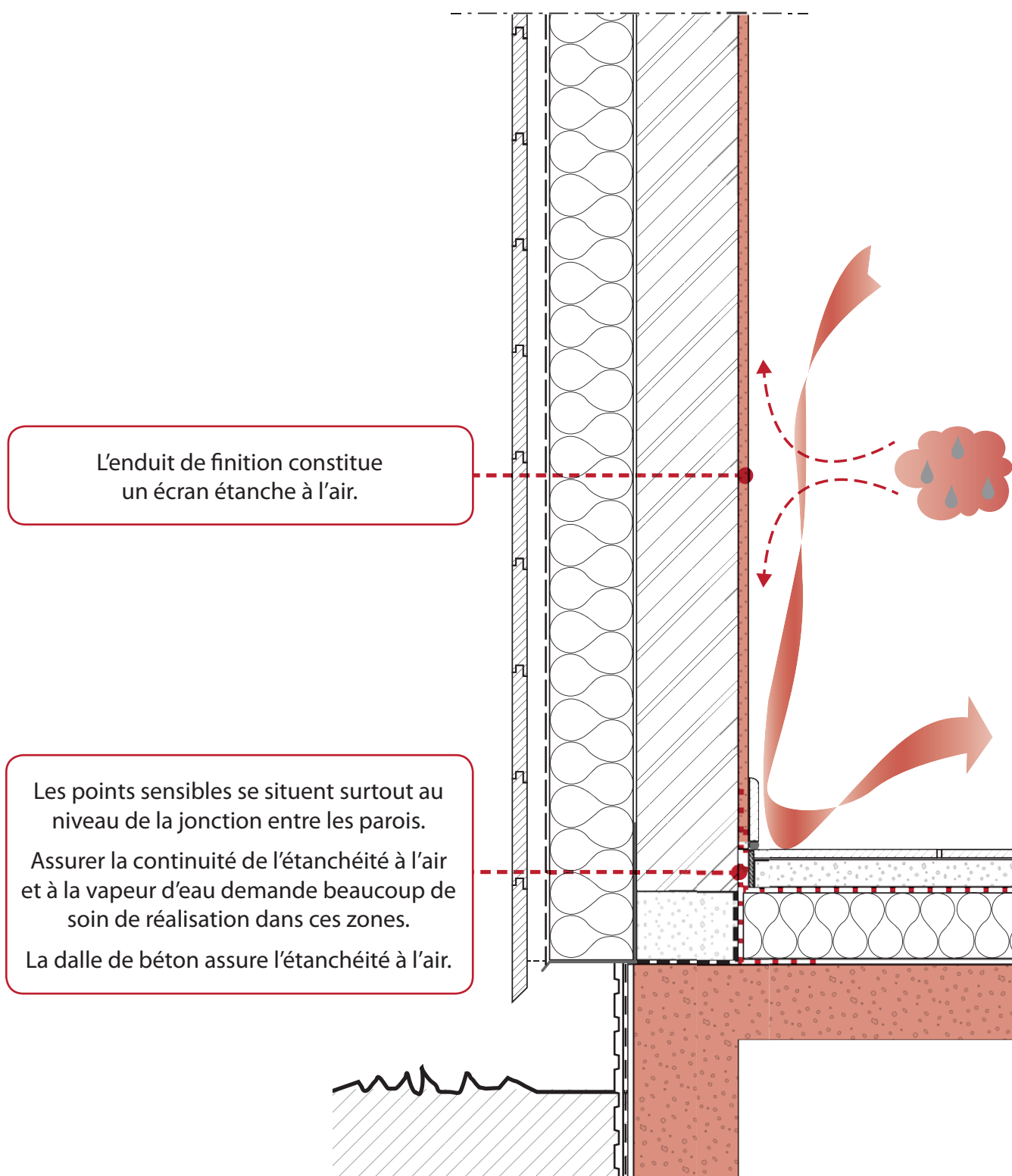
L'isolation, renforcée doit aujourd'hui être présente sur toutes les parois. La continuité doit être assurée sans nuire à la stabilité.



Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau



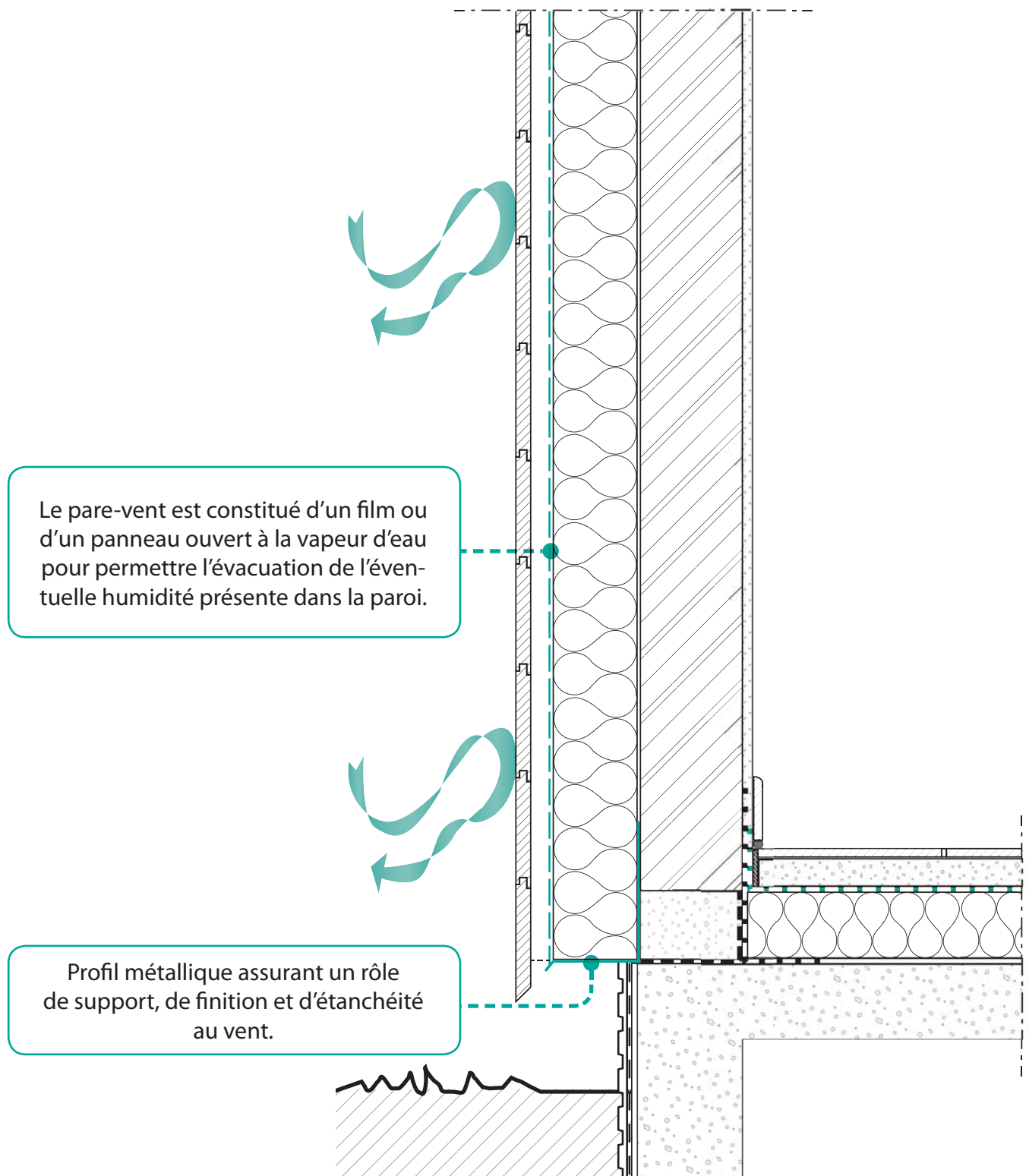
L'enduit de finition et les films d'étanchéité doivent être posés soigneusement essentiellement au niveau des nœuds constructifs.



Étanchéité au vent

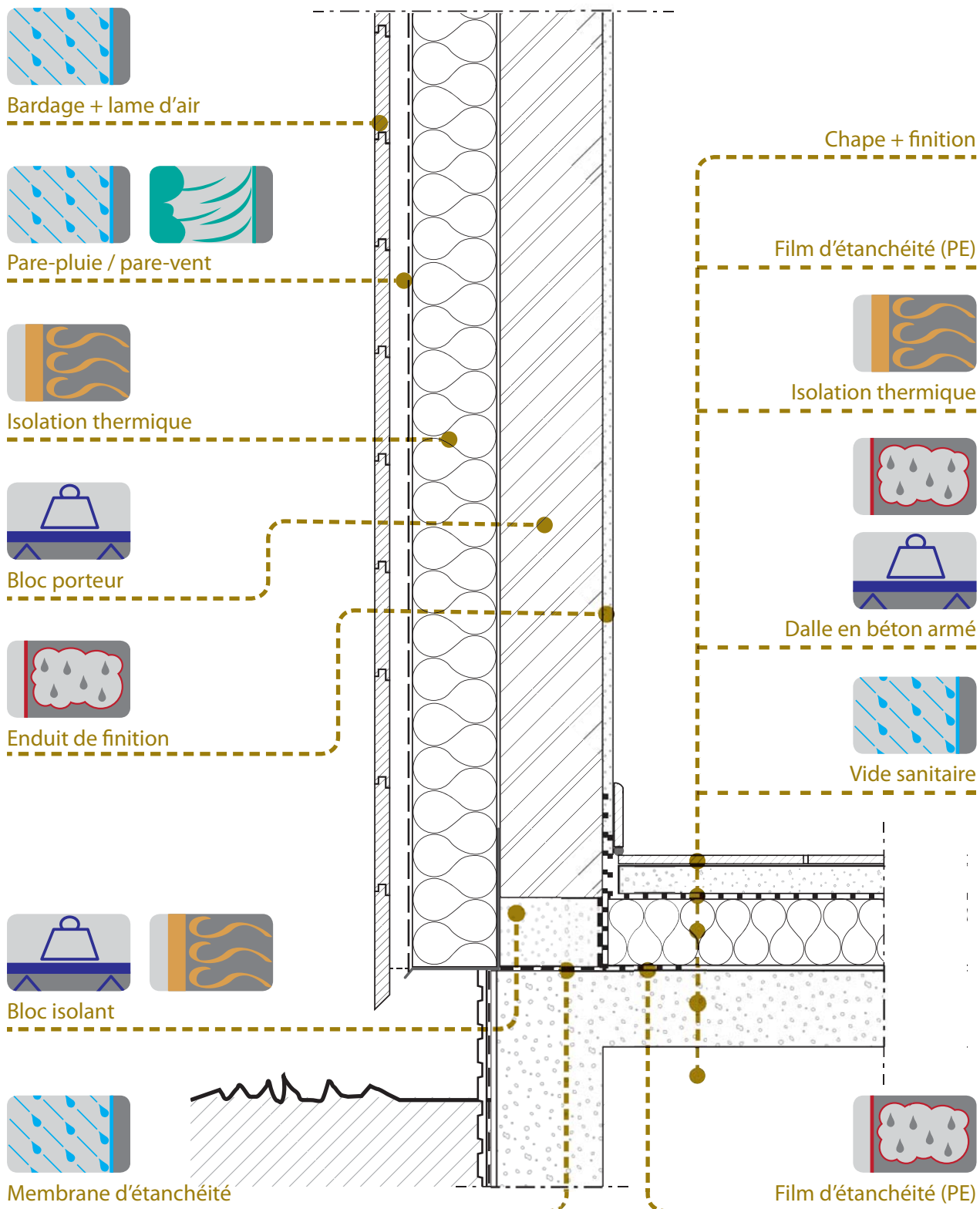


Le vent ne doit pas traverser l'isolant au risque de réduire la performance énergétique de celle-ci.



Un exemple de nœud constructif

LE PIED DE MUR AVEC BARDAGE : **UNE** RÉPONSE TECHNIQUE



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Comment étudier les nœuds
constructifs en formation ?

A l'issue d'une formation utilisant cet outil pédagogique, les apprenants seront capables de ...

... et ensuite ...

Vérifier les critères de performance d'un nœud constructif

Un exemple :

Noeud constructif / mur-châssis	26
Stabilité	27
Étanchéité à l'eau	28
Isolation thermique	29
Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau	30
Étanchéité au vent	31

Définir les phases de mise en œuvre au niveau d'un nœud constructif

Réalisation et détail des phases :

Phase 1 - Élévation des façades	34
Phase 2 - Pose du châssis	38
Phase 3 - Finitions intérieures	41
Récapitulatif	44

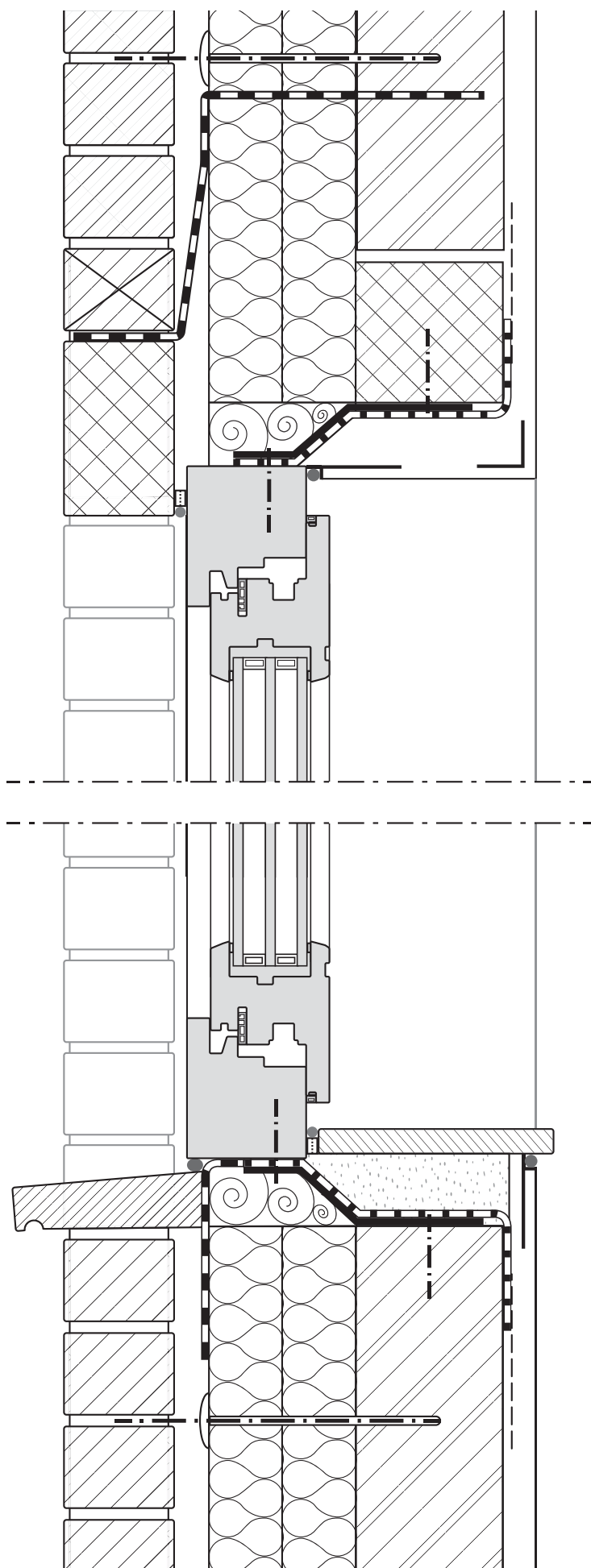
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Vérifier les critères de performance d'un nœud constructif

Nœud constructif
mur - châssis

Mur creux traditionnel

Présentation d'un détail possible de ce raccord.
Il existe bien sûr de multiples autres solutions



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Stabilité

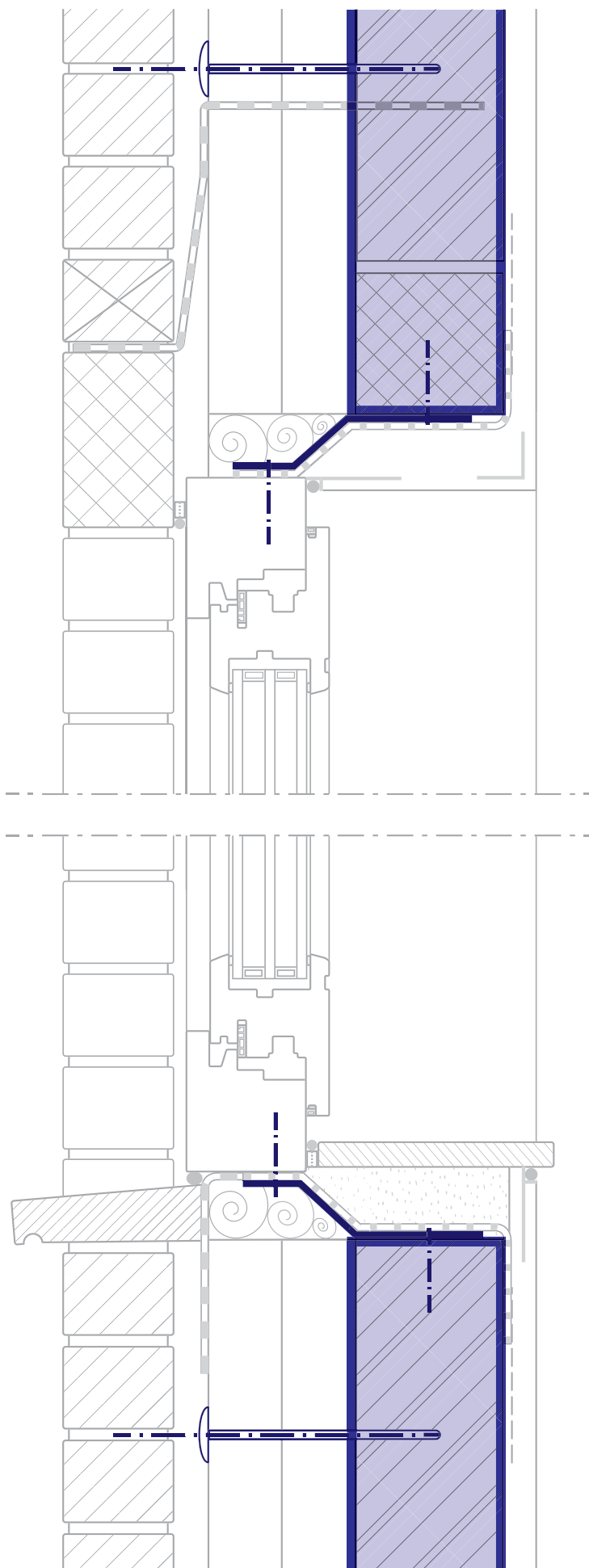


La stabilité du bâtiment est assurée par le mur porteur en blocs.

L'isolation est maintenue accolée au mur par les chevilles.

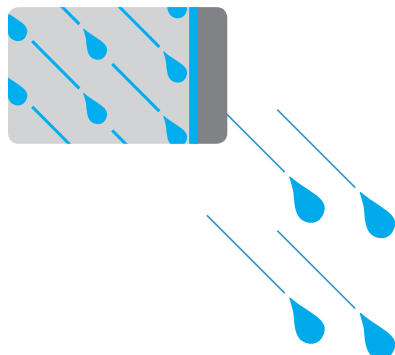
Le parement est maintenu stable grâce aux crochets insérés dans le mur porteur.

Les pattes de fixation du châssis sont ancrées dans le mur porteur.



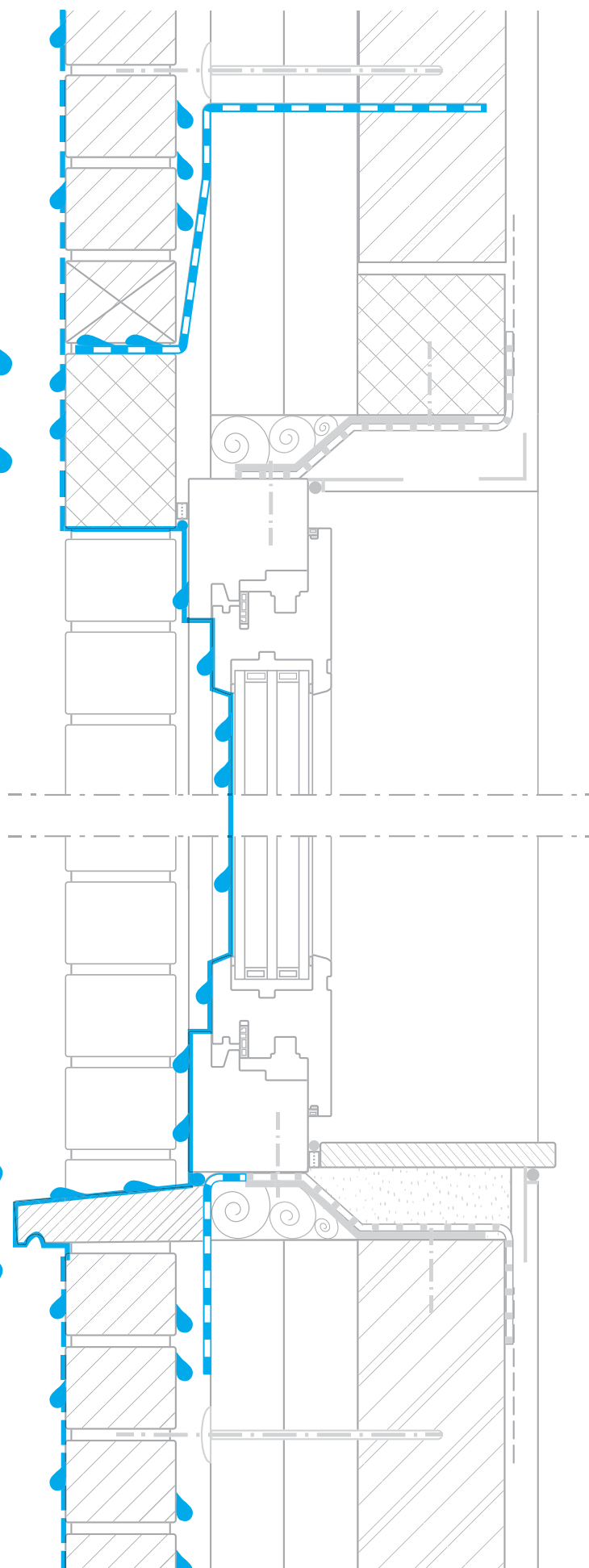
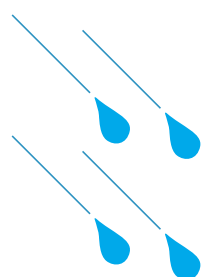
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Étanchéité à l'eau



Le parement en briques et la lame d'air constituent une barrière contre les infiltrations d'humidité.

Les membranes d'étanchéité évitent toute infiltration d'eau au niveau de chaque interruption du parement.



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Isolation thermique

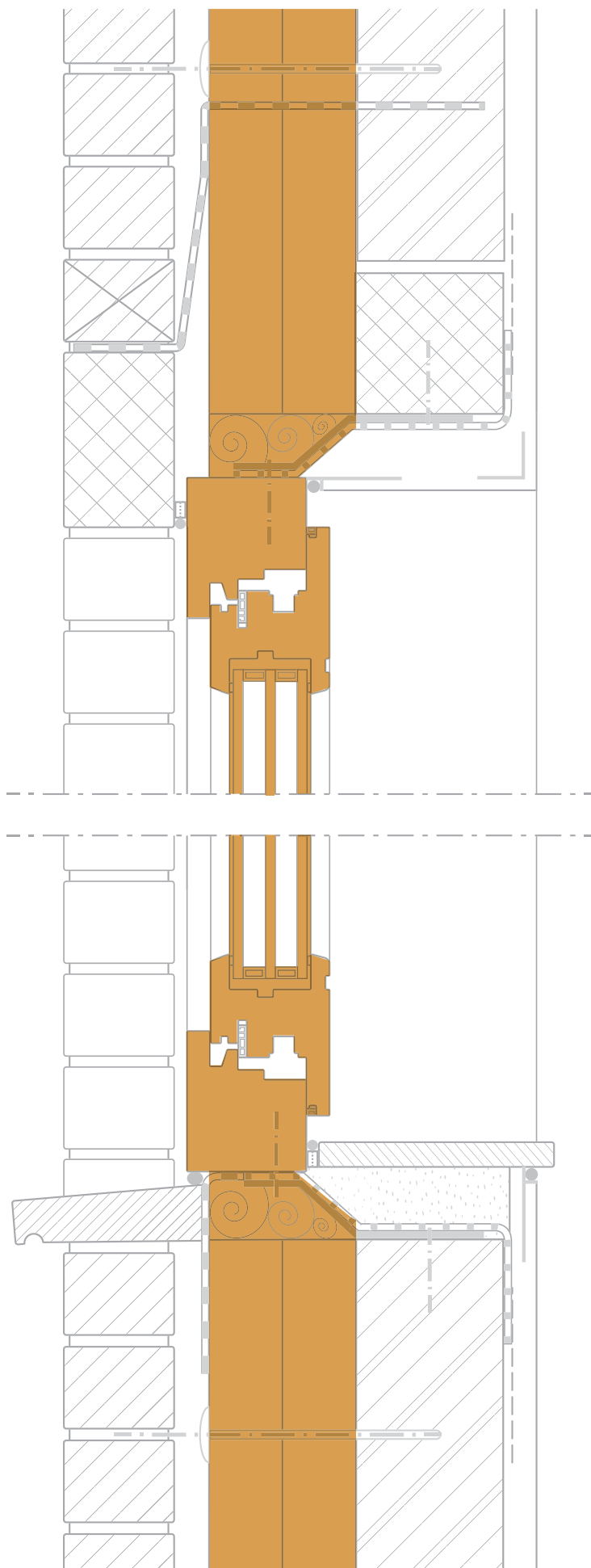


L'isolation thermique doit être parfaitement continue sur toute l'enveloppe du volume protégé.

Double couche isolante à joints alternés contre le mur porteur.

Châssis équipé d'un vitrage performant.

Isolation de resserrage autour du châssis.



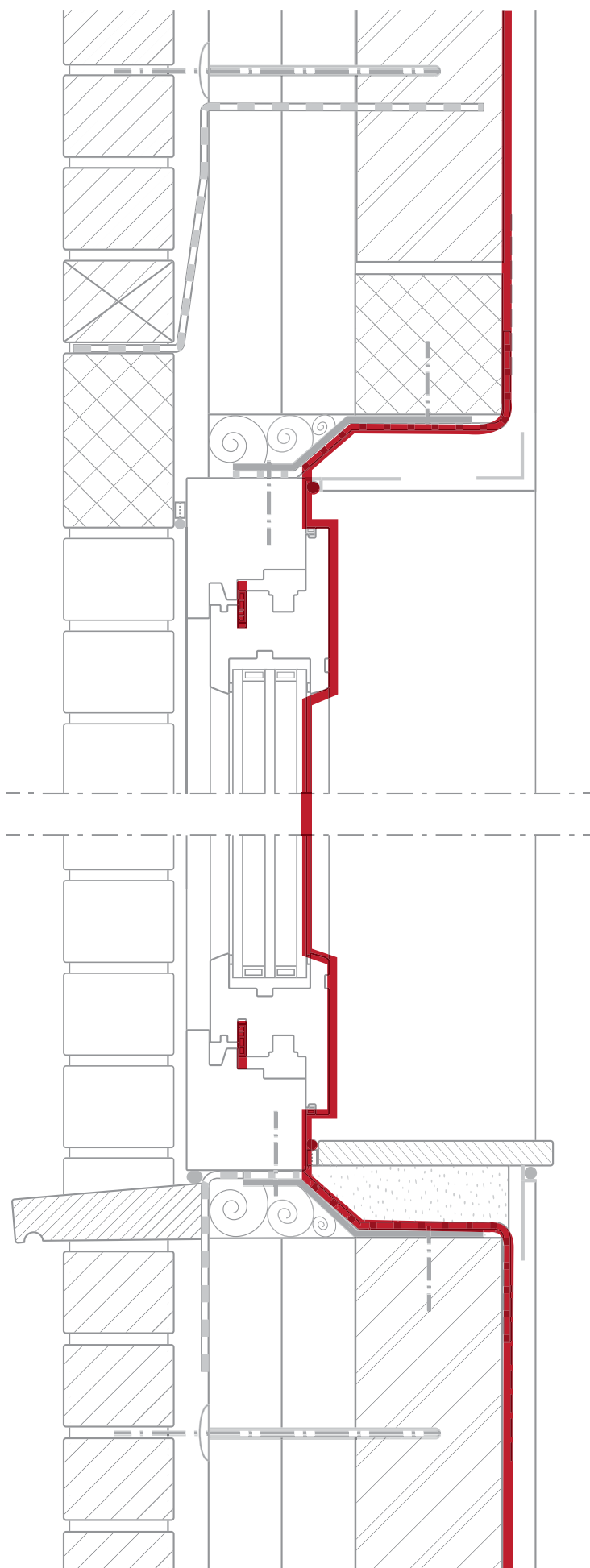
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Étanchéité à l'air et
à la vapeur d'eau



L'enduit de finition constitue un écran étanche à l'air et une couche qui freine la diffusion de vapeur d'eau.

Sa liaison avec le châssis est assurée par une membrane sur le pourtour de celui-ci et des joints d'étanchéité souples.



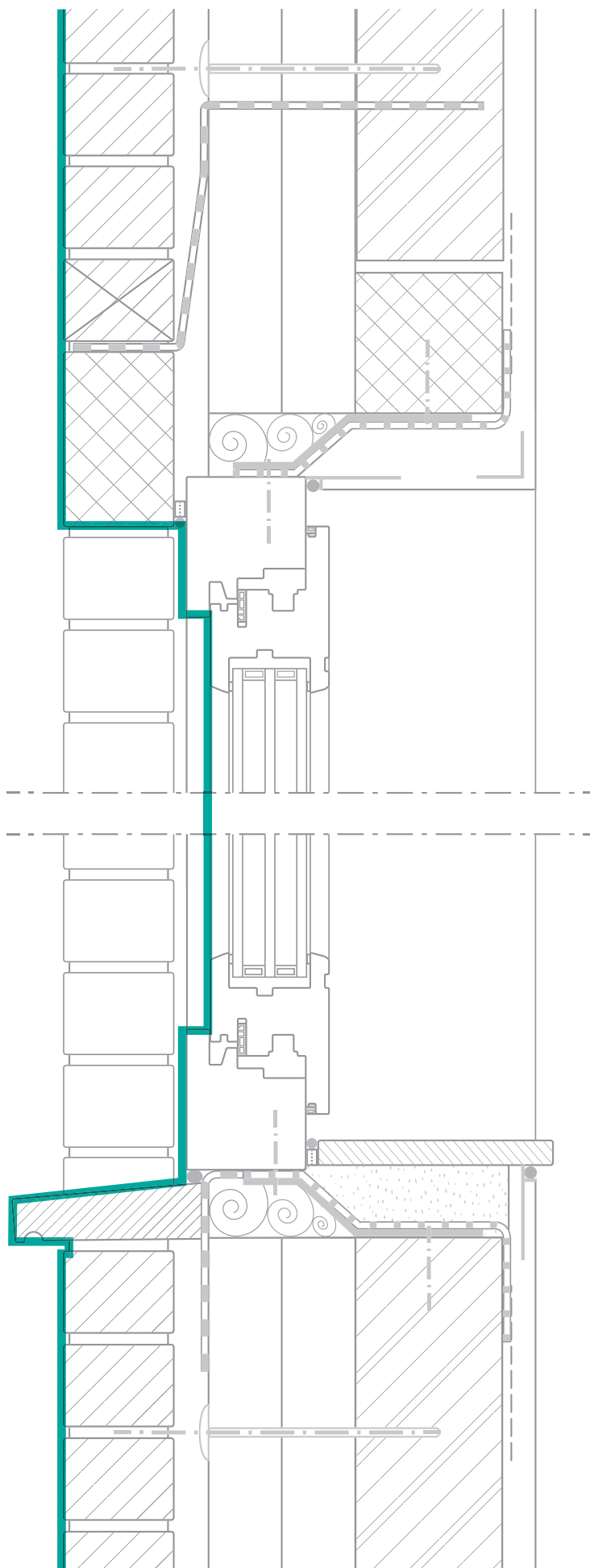
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Étanchéité au vent



Le parement avec joints bien fermés et la fenêtre sont étanches au vent.

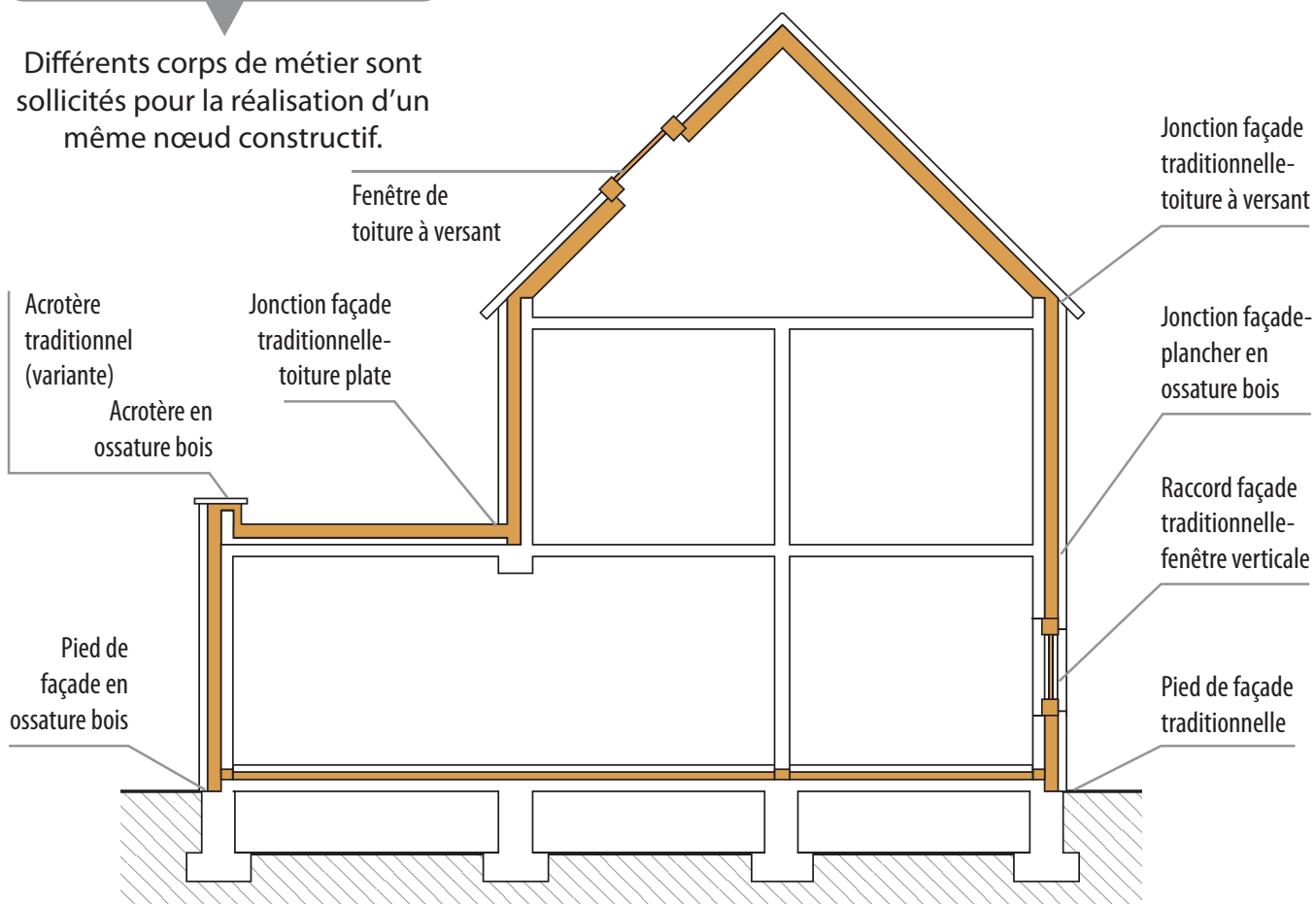
Un joint souple assure une parfaite fermeture de la jonction entre ces deux parties de la paroi.



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Les phases de mise en œuvre au niveau d'un nœud constructif

Différents corps de métier sont sollicités pour la réalisation d'un même nœud constructif.



NŒUDS CONSTRUCTIFS	Maçon	Cimentier / façadier	Carreleur / chapiste	Plafonneur	Couvreur	Etancheur	Menuisier / poseur de châssis	Monteur en structure bois	Charpentier	Technicien HVAC - électricien	Nombre d'intervenants
Pied de façade traditionnelle	✓		✓	✓							3
Raccord façade traditionnelle-fenêtre verticale	✓		✓	✓			✓				4
Jonction façade traditionnelle-toiture à versant	✓			✓	✓				✓		4
Percement de toiture à versant				✓	✓				✓	✓	4
Fenêtre de toiture à versant				✓	✓		✓				3
Jonction façade traditionnelle-toiture plate	✓			✓		✓		✓			4
Acrotère en ossature bois				✓		✓		✓			3
Acrotère traditionnel (variante)	✓			✓		✓					3
Jonction façade-plancher en ossature bois				✓			✓	✓			3
Pied de façade en ossature bois	✓			✓	✓			✓			4

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Réalisation Détails des phases			Stabilité	Étanchéité à l'eau	Isolation thermique	Étanchéité à l'air et vapeur d'eau	Étanchéité au vent
PHASES		POINTS DE VIGILANCE					
1	Élévation façade (baies)						
1.1	Élever le mur porteur	• S'ils sont creux, retourner les blocs du seuil et les remplir de mortier (pour ancrage des fixations du châssis)	✓				
	Poser la membrane d'étanchéité à l'eau au-dessus du linteau			✓			
1.2	Fixer les panneaux isolants (2 couches) via des chevilles adéquates	• Alternier et fermer les joints entre panneaux • Veiller à ce que l'isolant soit bien appliqué contre le mur	✓		✓		
	Découper les panneaux au droit de la baie	• En conformité avec les plans de détail			✓		
	Assurer la continuité de l'isolation de part et d'autre de la membrane au niveau du linteau				✓		
1.3	Élever le mur de parement	• Fermer les joints de maçonnerie • Veiller à la propreté de la coulisse		✓			
	Placer les crochets	• Incliner les crochets vers l'extérieur pour éviter l'écoulement éventuel vers l'intérieur	✓				
	Insérer la membrane d'étanchéité au-dessus du linteau	• Créer un bac d'étanchéité avec bords latéraux relevés et avec joints verticaux ouverts		✓			
	Poser le seuil de fenêtre		✓	✓			

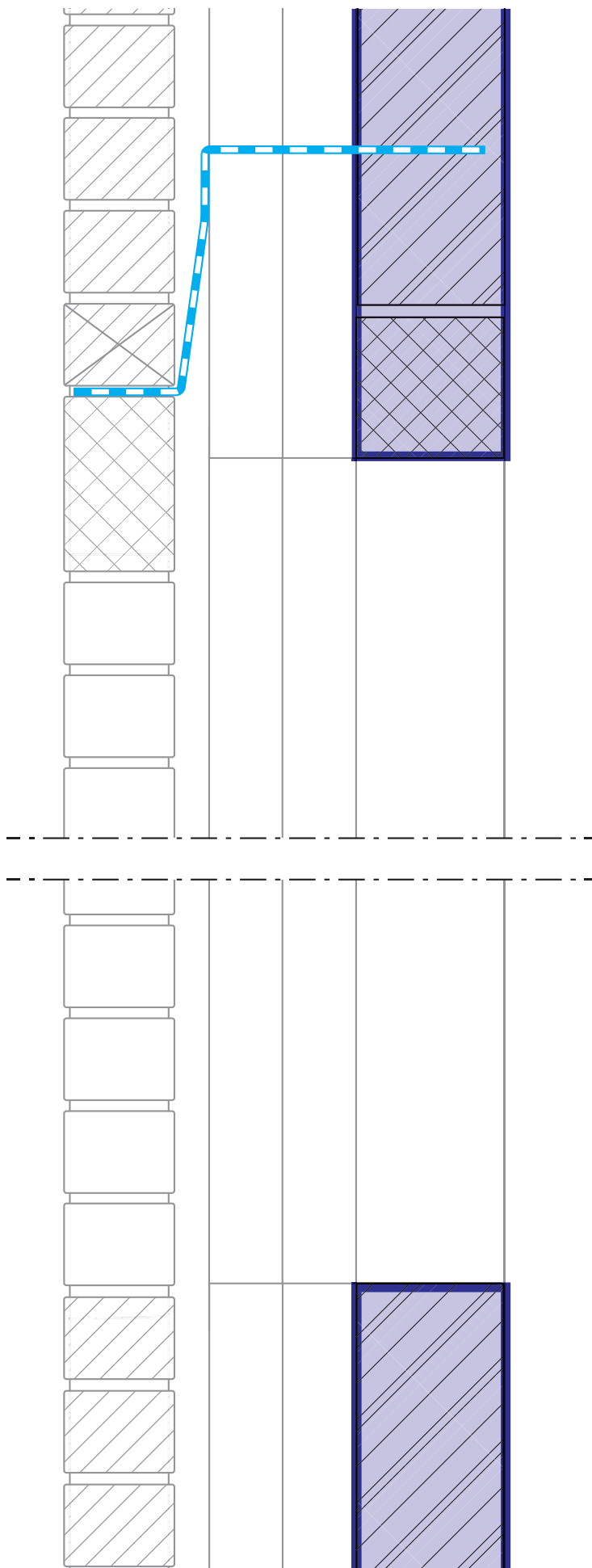
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Phase 1 Élévation des façades

1.1 Élever le mur porteur



Poser la membrane
d'étanchéité à l'eau
au-dessus du linteau



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

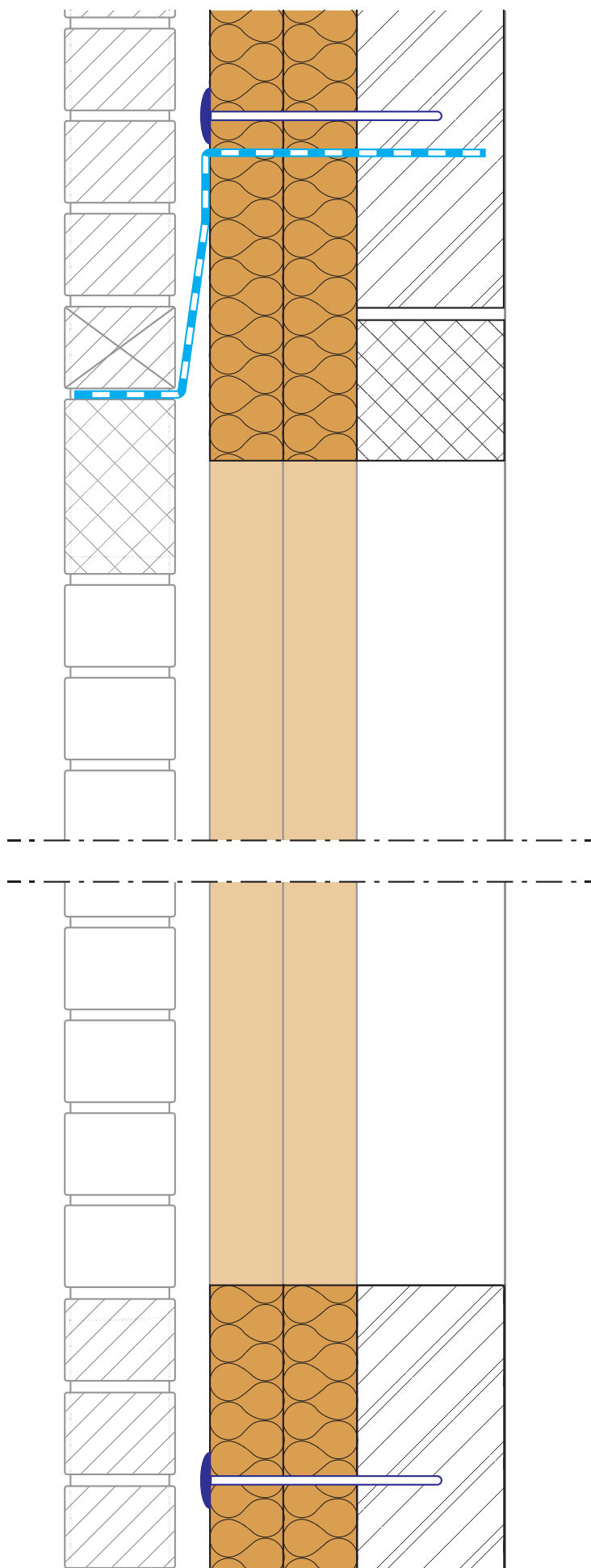
Phase 1 Élévation des façades

1.2 Fixer les panneaux isolants (2 couches) via des chevilles adéquates



Découper les panneaux au
droit de la baie

Assurer la continuité de
l'isolation de part et d'autre
de la membrane au niveau
du linteau



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Phase 1 Élévation des façades

1.3 Élever le mur de parement



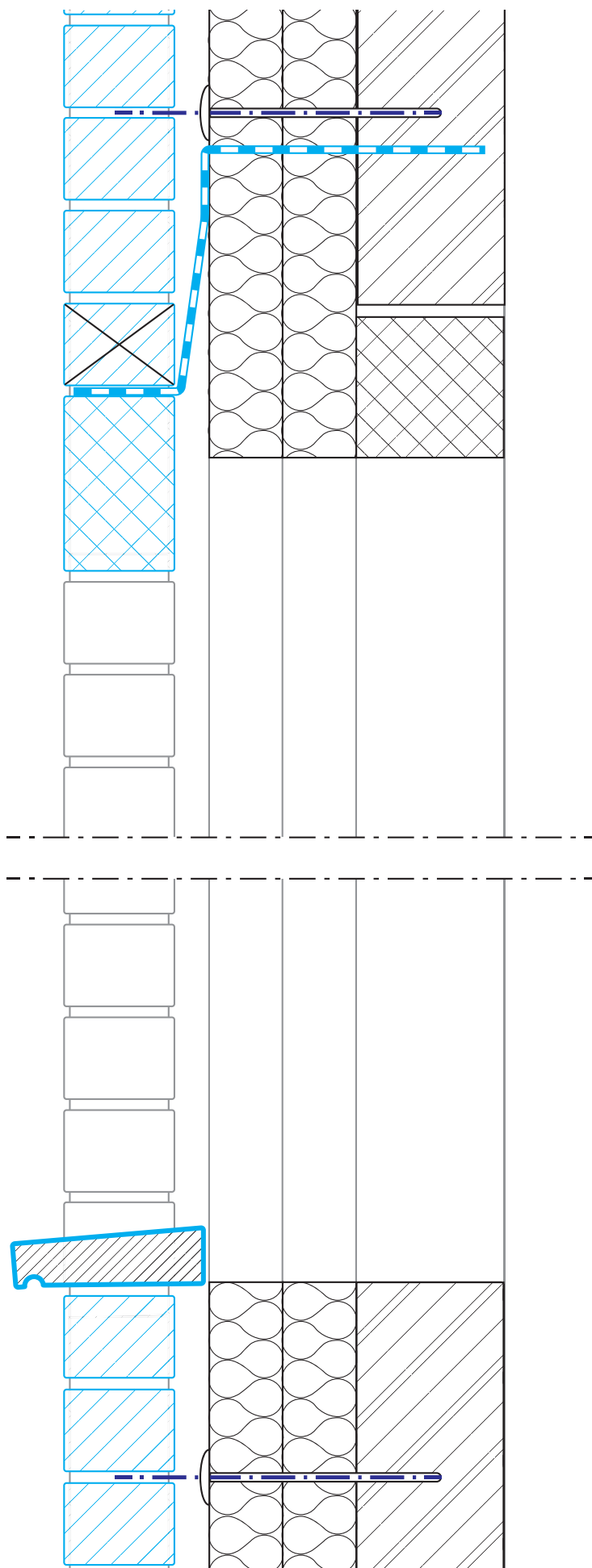
Placer les crochets



Insérer la membrane d'étanchéité au-dessus du linteau



Poser le seuil de fenêtre



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Réalisation Détails des phases			Stabilité	Étanchéité à l'eau	Isolation thermique	Étanchéité à l'air et vapeur d'eau	Étanchéité au vent
PHASES		POINTS DE VIGILANCE					
2	Pose du châssis						
2.1	Fixer la membrane d'étanchéité à l'air sur le pourtour du châssis	- Prévoir des oreilles à chaque angle (pour déploiement facile ultérieur) - Assurer l'étanchéité à l'air de la jonction châssis-membrane				✓	
	Poser la bavette d'étanchéité à l'eau			✓			
	Poser les pattes de fixations sur le châssis		✓				
	Poser les fonds de joint sur les montants latéraux et le montant supérieur du châssis	Veiller à la position des fonds de joint pour créer une gorge de 5 x 5 mm (injection du joint mastic)					✓
2.2	Insérer le châssis dans la baie et dans la continuité de l'isolant et le fixer au mur porteur	Veiller à la bonne mise à niveau du châssis	✓	✓			
	Injecter de l'isolant dans la jonction châssis-isolant				✓		
	Poser les joints mastic extérieurs	Choisir un produit compatible avec les supports		✓			✓



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Phase 2 Pose du châssis

2.1 Fixer la membrane d'étanchéité à l'air sur le pourtour du châssis



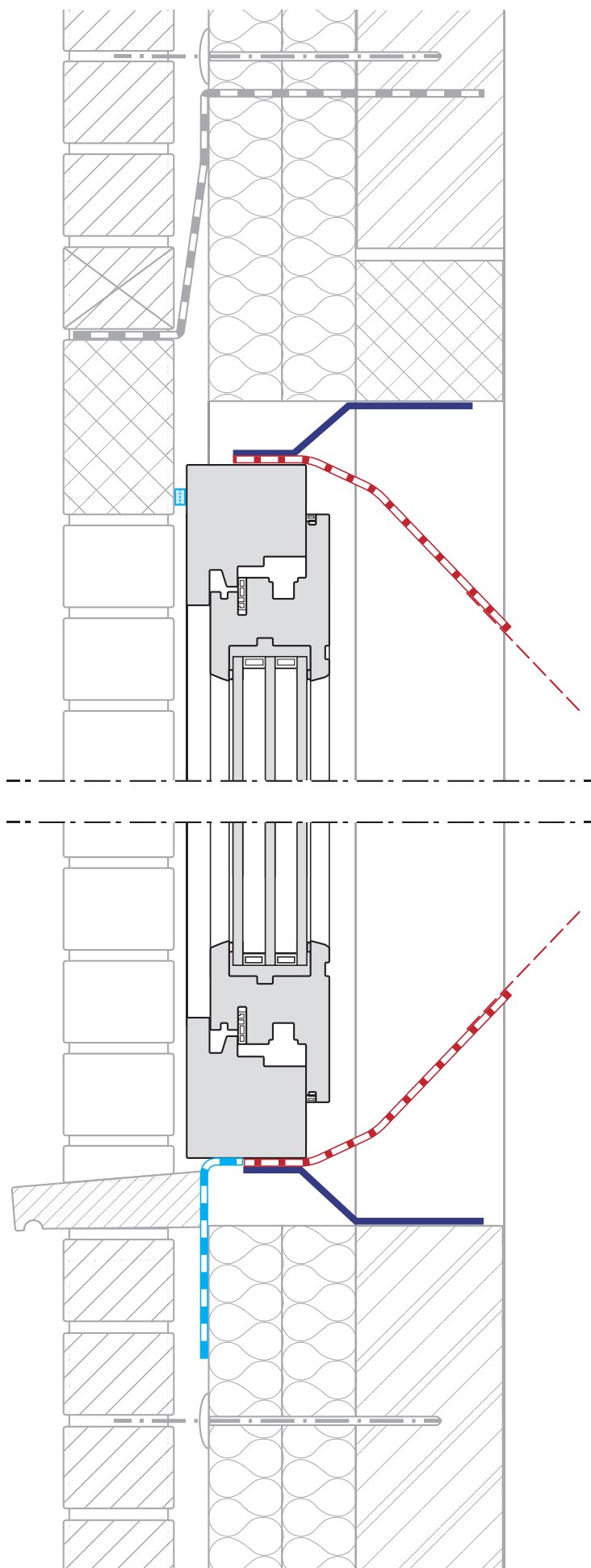
Poser la bavette d'étanchéité à l'eau



Poser les pattes de fixations sur le châssis



Poser les fonds de joint sur les montants latéraux et le montant supérieur du châssis



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Phase 2 Pose du châssis

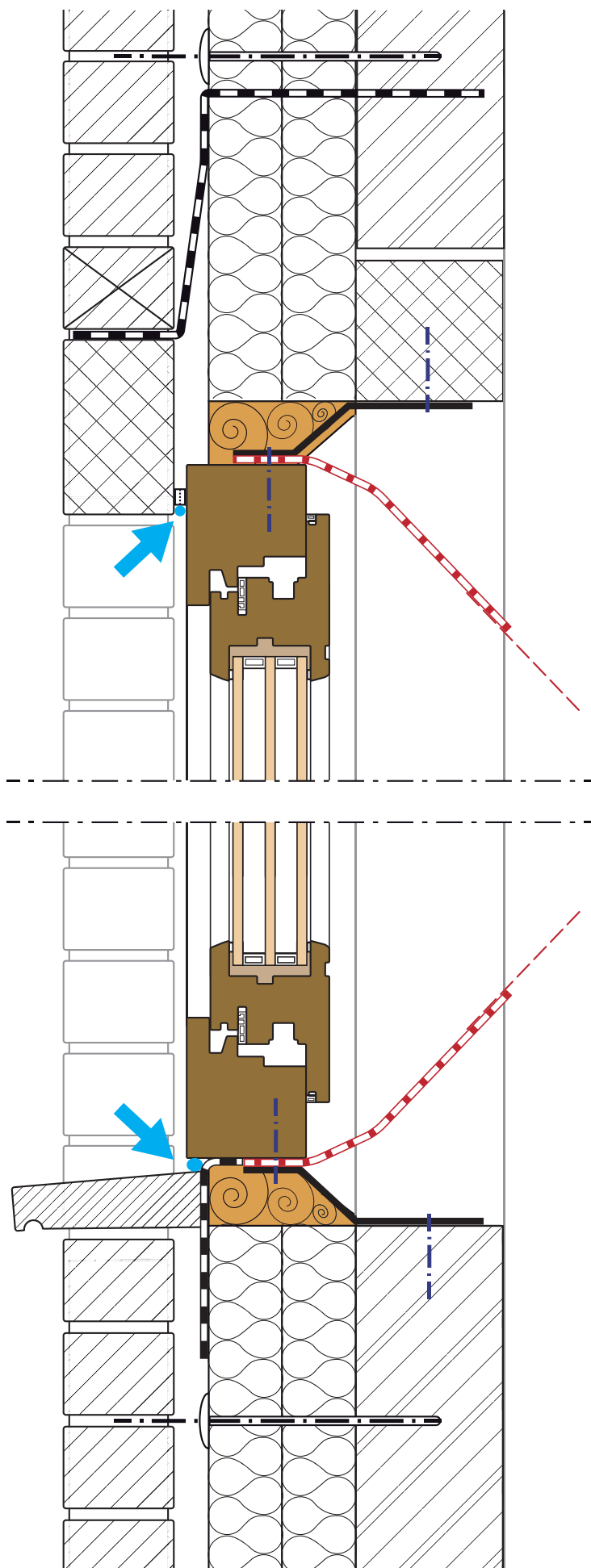
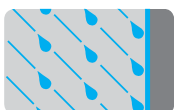
- 2.2** Insérer le châssis dans la baie et dans la continuité de l'isolant et le fixer au mur porteur



- Injecter de l'isolant dans la jonction châssis-isolant



- Poser les joints mastic extérieurs



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Réalisation Détails des phases			Stabilité	Étanchéité à l'eau	Isolation thermique	Étanchéité à l'air et vapeur d'eau	Étanchéité au vent
PHASES		POINTS DE VIGILANCE					
3	Finition intérieure						
3.1	Plier et fixer la membrane d'étanchéité à l'air	• Ne pas déchirer ni perforer cette membrane				✓	
	Vérifier et éventuellement corriger l'étanchéité de la jonction membrane-châssis					✓	
3.2	Poser l'enduit de finition intérieur avec profilés d'angle et de fond de joint					✓	
3.3	Poser la tablette avec couche de mise à niveau					✓	
	Poser le joint mastic à la jonction tablette-enduit sur le poutour du châssis	• Choisir d'un produit compatible avec supports et les finitions				✓	

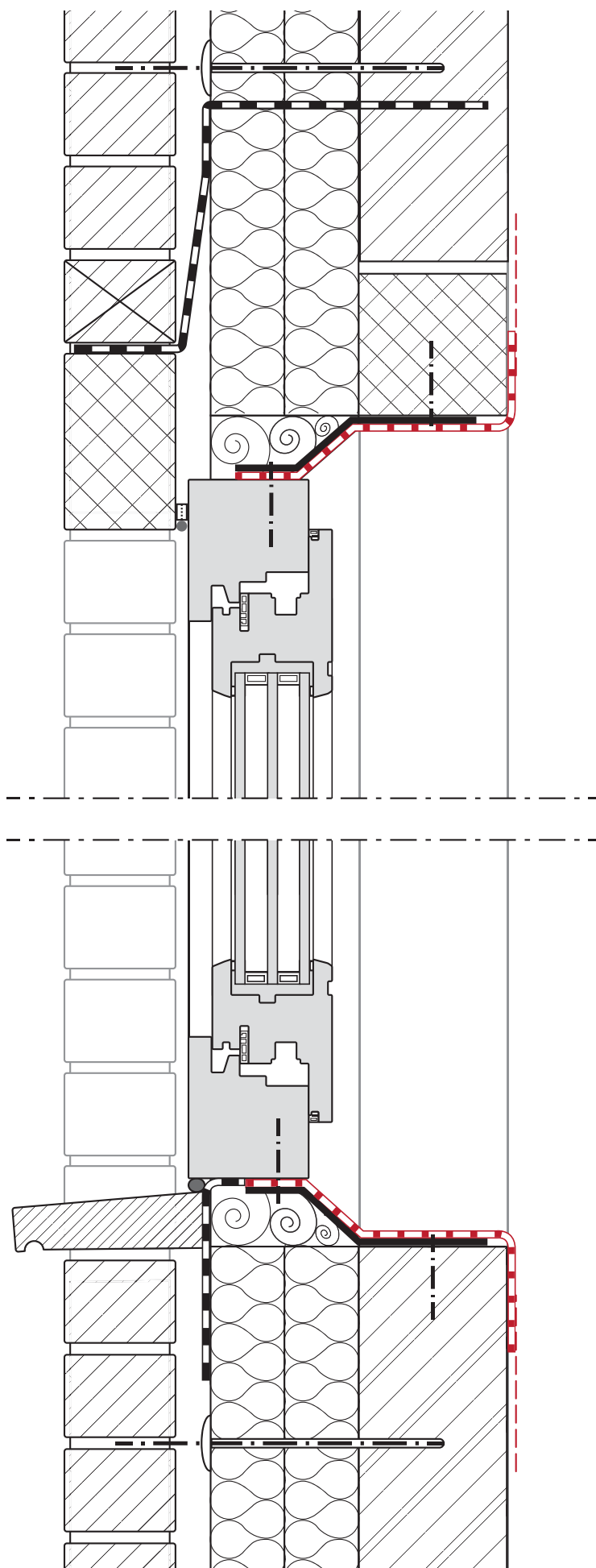
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Phase 3 Finitions intérieures

3.1 Plier et fixer la membrane d'étanchéité à l'air



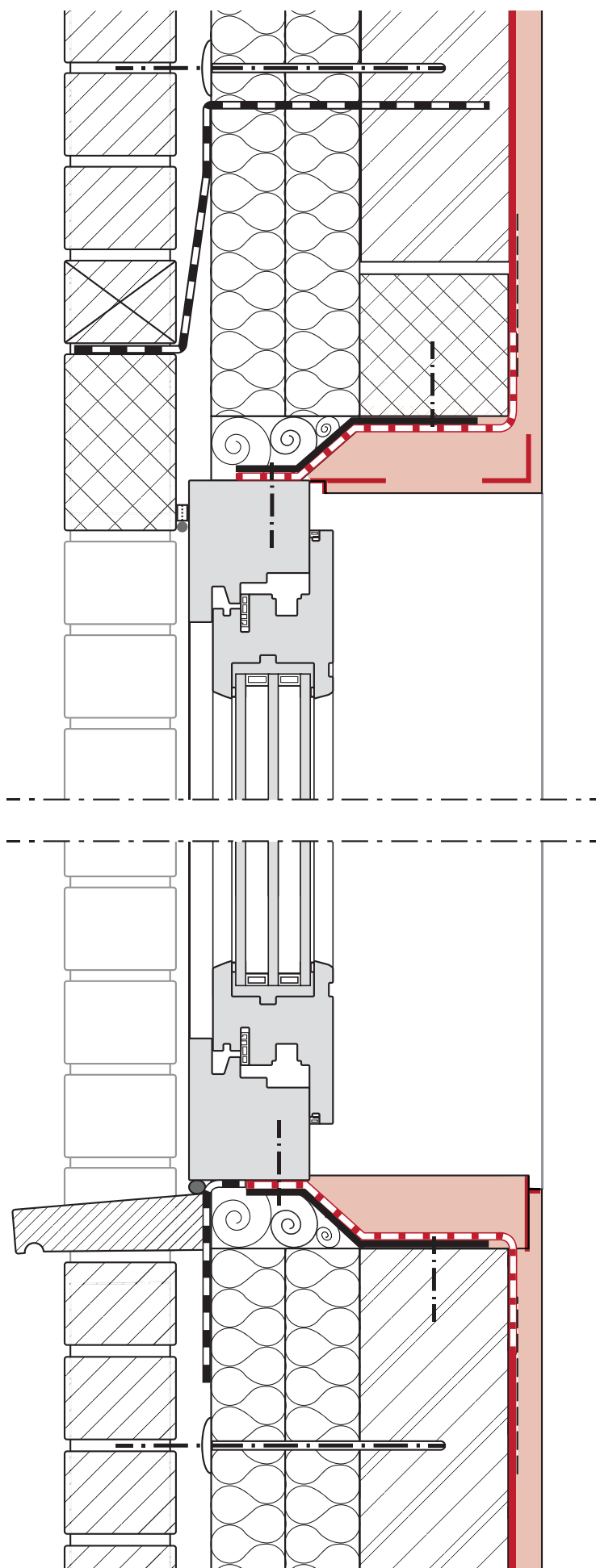
Vérifier et éventuellement corriger l'étanchéité de la jonction membrane-châssis



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Phase 3 Finitions intérieures

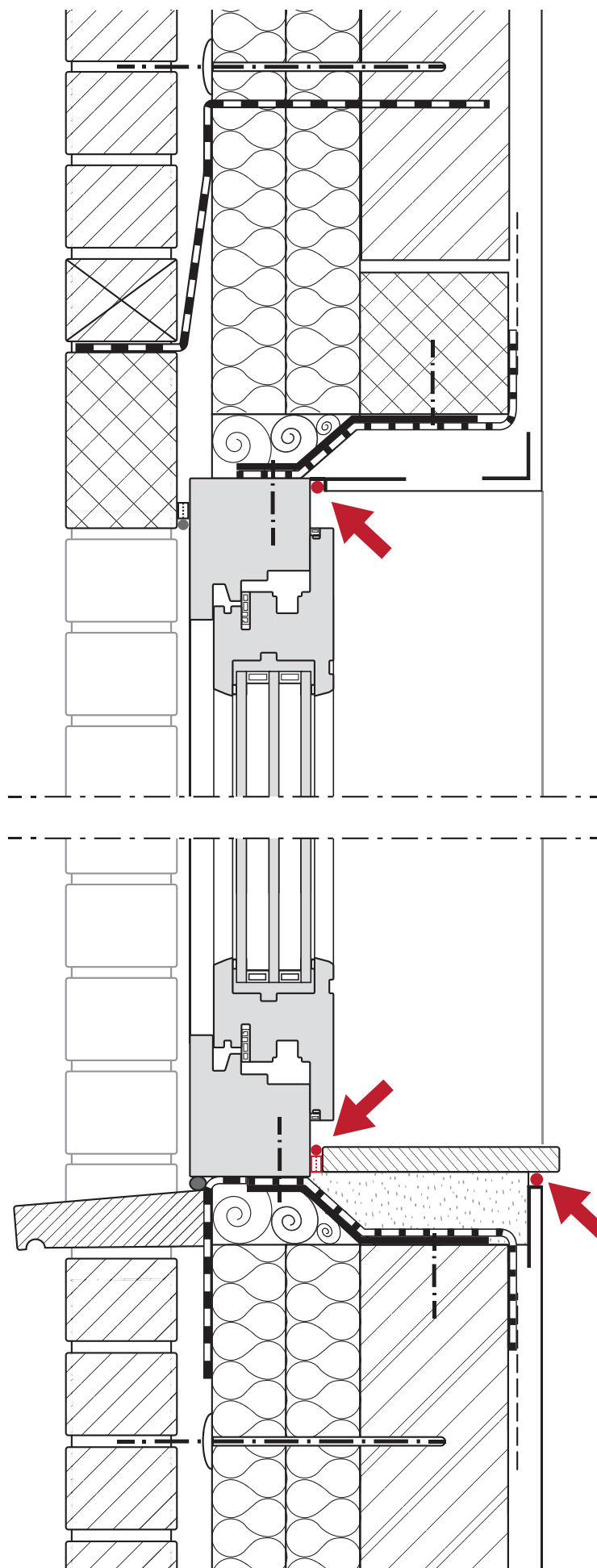
3.2 Poser l'enduit de finition intérieur avec profilés d'angle et de fond de joint



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Phase 3 Finitions intérieures

3.3	Poser la tablette avec couche de mise à niveau
	Poser le joint mastic à la jonction tablette-enduit sur le poutour du châssis



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Analyse d'un exemple
Récapitulatif

Noeud constructif
mur - châssis

Mur creux traditionnel



Parement en brique + lame d'air



Châssis et triple vitrage



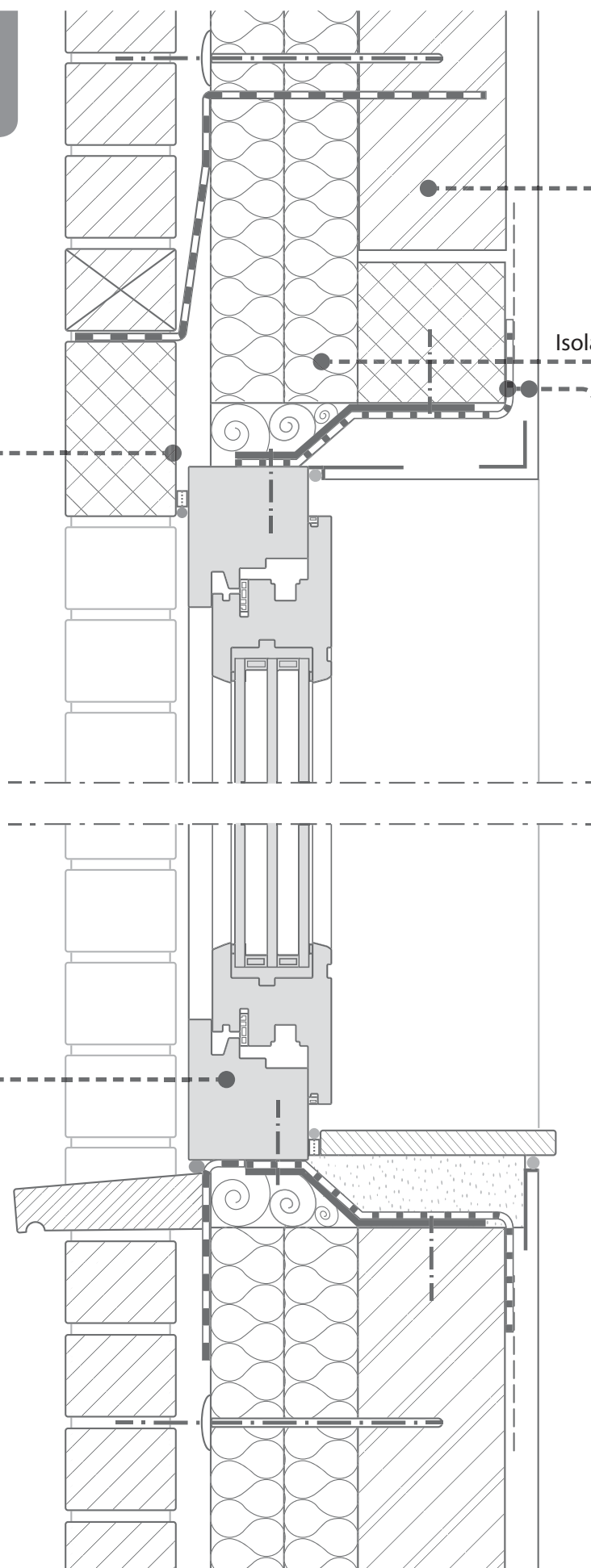
Bloc porteur



Isolation thermique



Enduit de
 finition +
 film sur
 pourtour du
 châssis



OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Face à un nœud constructif

Les 2 premiers postes font l'objet de cet outil pédagogique.

1

ANALYSE

Vérifier les critères de performance

- ☐ Définir les techniques de mise en œuvre
- ☐ Analyser les techniques et modes d'exécution à partir du dossier d'exécution
- ☐ Lister les fournitures (matériaux et équipements)
- ☐ Lister les points de vigilance particuliers
- ☐ Établir le planning des postes d'exécution

2

PHASAGE
Définir les phases de mise en œuvre

- ☐ Définir l'ordre d'intervention des différents corps de métier
- ☐ Réunir les intervenants concernés (co-activités)
- ☐ Assurer la gestion des co-activités
- ☐ Définir les consignes de travail

4

RÉCEPTION
Contrôle final

- ☐ Contrôler la conformité avec les prescriptions du dossier d'exécution et corriger la mise en œuvre si nécessaire
- ☐ Contrôler la performance obtenue et corriger la mise en œuvre si nécessaire
- ☐ Conserver les fiches techniques des matériaux utilisés ainsi que les reportages photos

- ☐ Responsabiliser chacun dans sa tâche en favorisant l'autocontrôle
- ☐ Respecter les conseils techniques signalés par les fabricants
- ☐ Apporter un grand soin à la mise en œuvre et effectuer un contrôle continu de celle-ci
- ☐ Réaliser des reportages photos

3

COORDINATION

Communication avec les différents intervenants

Les 2 derniers postes sont ici du ressort d'une pratique de terrain.

Au suivant!

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Comment aborder un exercice de groupe sur les nœuds constructifs?

Les pages qui suivent proposent diverses démarches pédagogiques pour organiser des exercices sur les nœuds constructifs.

Exercices

« compréhension »	47
« conception »	48
« coordination »	49

Exemples de nœuds constructifs

Fiches A, B, C de différents nœuds

1. Pied de façade traditionnelle	50
2. Jonction façade traditionnelle avec toiture à versant	53
3. Fenêtre de toiture à versant	56
4. Jonction façade traditionnelle avec toiture plate	59
5. Pied de façade en ossature bois	62
6. Jonction façade - plancher en ossature bois	65
7. Acrotère en ossature bois	68
8. Acrotère traditionnel	71

Fiche D - Détail des phases

Grille avec phases / points de vigilance / critères	74
Couches à copier - coller	75

Chantier vert

Chantier vert à Frasnes-lez-Anvaing	78
---	----

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Exercice « compréhension »



Public

Stagiaire, apprenti, ouvrier



Support

Schéma complet d'un nœud constructif sans légende (**fiche A**) :
1 exemplaire pour 2 apprenants.
Matériel de projection pour présenter le schéma complet avec légende.



Objectif

Identifier, sur un schéma de nœud constructif, les couches et éléments des parois permettant de respecter les 5 critères de performance.

Remarque :
le même objectif peut s'appliquer à un nœud constructif réalisé sur chantier ou à l'atelier (analysé sur place ou sur une photo).



Démarche

- Par groupe de 2, demander aux apprenants de pointer la ou les couches (ou éléments) qui contribuent aux différents critères de performance.
- Une méthode simple est d'annoter le schéma en utilisant le code suivant pour chaque critère :
 - S** – Stabilité
 - E** – Étanchéité à l'eau
 - I** – Isolation thermique
 - A^v** – Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau
 - V** – Étanchéité au vent
- Chaque groupe présente le résultat de son analyse en donnant le nom de la ou des couches avec la lettre associée ; des commentaires peuvent être ajoutés.
- Les autres apprenants donnent leur avis sur l'analyse opérée.
- A l'issue de la tournante des groupes, procéder à une correction collégiale.
- Réaliser une synthèse sur les critères de performance du nœud analysé en projetant le schéma complet avec légende.

Remarque :

- Un premier exercice consiste à donner le même nœud à analyser à tous les groupes.
- Pour les exercices suivants, chaque groupe analyse un nœud différent.



Évaluation

- Fournir à chaque apprenant le schéma d'un nœud avec la consigne de pointer la ou les couches associées à un critère précis de performance (plus facile à corriger).
- Après cette analyse individuelle, projeter sans explication orale le schéma avec la réponse.
- Demander à chacun de commenter sa propre réponse en regard de celle projetée.

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Exercice « conception »



Public

Concepteur, coordinateur de chantier, chef d'entreprise



Objectif

Compléter le schéma lacunaire d'un nœud constructif en dessinant les diverses couches et éléments permettant de répondre aux 5 critères de performance.



Support

Schéma lacunaire d'un nœud (**fiche B**) : 1 exemplaire pour 2 ou 3 apprenants

Matériel de projection pour présenter la solution suggérée.

Remarque importante : chaque solution suggérée ne constitue qu'UNE solution parmi plusieurs autres possibles. En fait, pour la plupart des nœuds, il existe une grande diversité de solutions techniques.



Démarche

- Par groupe de 2, demander aux apprenants de compléter le schéma d'un nœud et de noter sur celui-ci les couches et éléments qui contribuent aux critères de performance.
- Le plus simple est d'utiliser le code suivant (le même que l'exercice « compréhension ») :
 - **S** – Stabilité
 - **E** – Étanchéité à l'eau
 - **I** – Isolation thermique
 - **A^v** – Étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau
 - **V** – Étanchéité au vent
- Pour compléter le schéma, 2 options sont proposées :
 - ☐ traits au crayon (une couleur différente permet de distinguer les couches associées à un critère) ;
 - ☐ collage de couches prédessinées (voir dans cet outil les pages à reproduire et à découper).
- Chaque groupe présente le résultat de son travail avec les éventuelles variantes.
- Les autres apprenants donnent leur avis sur la ou les solutions proposées.
- A l'issue de la tournante des groupes, un échange permet de dégager la ou les solutions les plus performantes et les plus faciles à réaliser sur chantier.



Évaluation

- La solution présentée dans l'outil est projetée et commentée.
- Chaque groupe met en évidence les similitudes et différences entre cette solution et celle proposée, cela en regard des critères de performance.

Remarque : un tel exercice peut être organisé soit à partir d'un même nœud traité par chacun des groupes, soit d'un nœud différent par groupe.

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Exercice « coordination »



Public

Coordinateur de chantier,
chef d'entreprise



Objectif

Détailler les phases de mise en œuvre d'un nœud constructif en précisant les intervenants ainsi que les points de vigilance dans la coordination de ceux-ci.



Support

Schéma complet
d'un nœud complet (**fiche C**)
et tableau de
détails des phases (**fiche D**):

1 exemplaire de chaque pour
2 apprenants.



Démarche

- Par groupe de 2 et à l'aide du tableau, demander aux apprenants de définir les phases de réalisation du nœud, de préciser les points de vigilance et d'indiquer quels critères de performance sont visés (cocher la ou les cases correspondantes dans les 5 colonnes prévues à cet effet).
- Chaque groupe présente le résultat de son travail.
- Demander aux autres apprenants de donner leur avis.
- A l'issue de la tournante des groupes, un échange permet de dégager la manière la plus efficace de réaliser le nœud, en référence aux critères de performance à respecter.
- L'idéal est que chaque apprenant puisse recevoir le tableau des phases mis au point collégialement, soit en clôture de l'échange, soit par e-mail après la rencontre.



Évaluation

- A partir du tableau des phases ainsi mis au point, chaque apprenant met en évidence les points forts et points faibles du découpage en phases proposé dans le cadre du travail de groupe.
- Un niveau supplémentaire peut être développé par chacun en signalant les points de vigilance spécifiques à la PEB, par exemple : fiches techniques et photos à fournir au responsable PEB, préservation des travaux d'étanchéité à l'air par les techniques spéciales, points à surveiller pour garantir la performance énergétique...

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

A

Nœud constructif 1



S



E



I



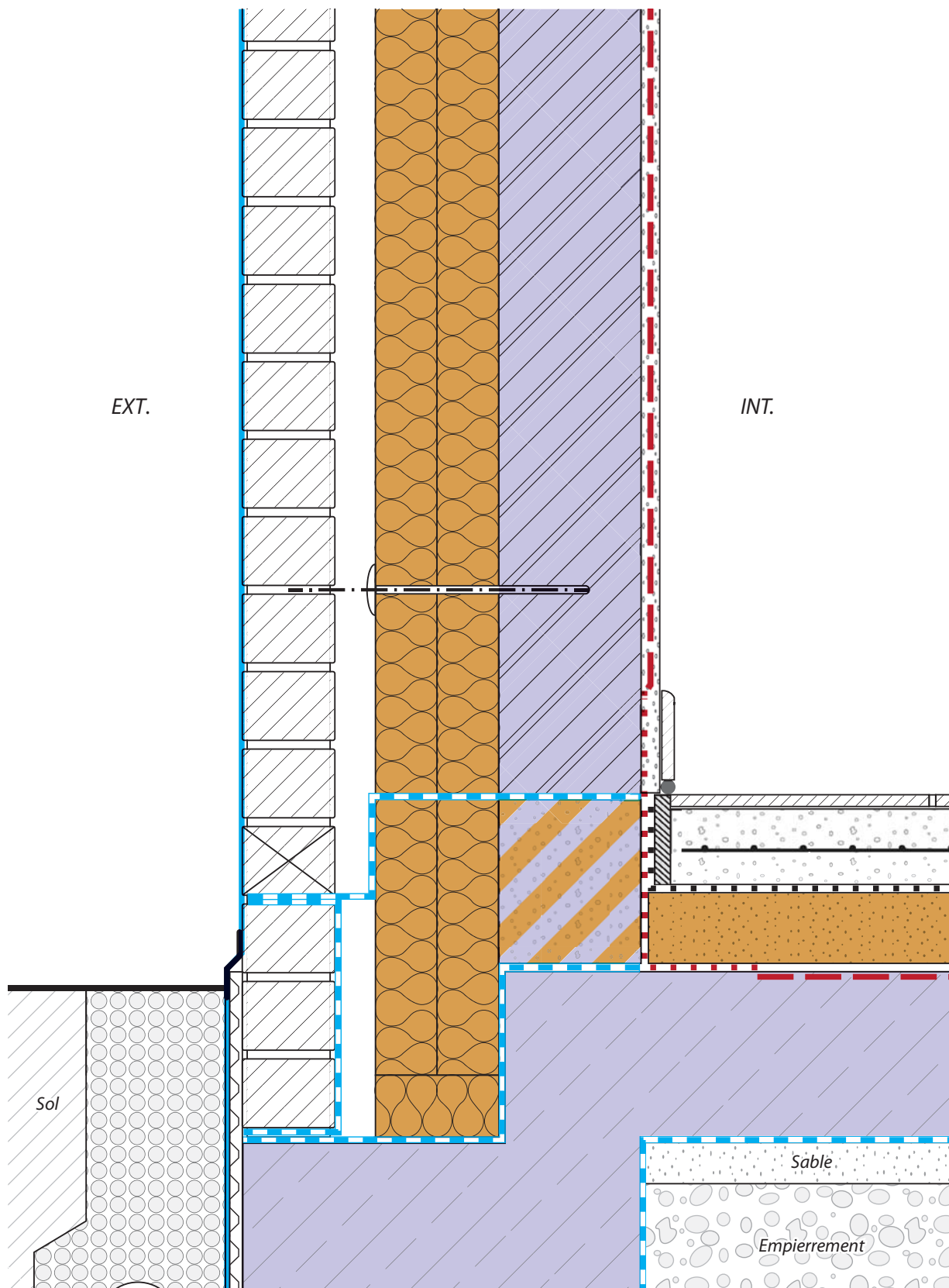
Av



V

Vérifier la **continuité** des critères de performance

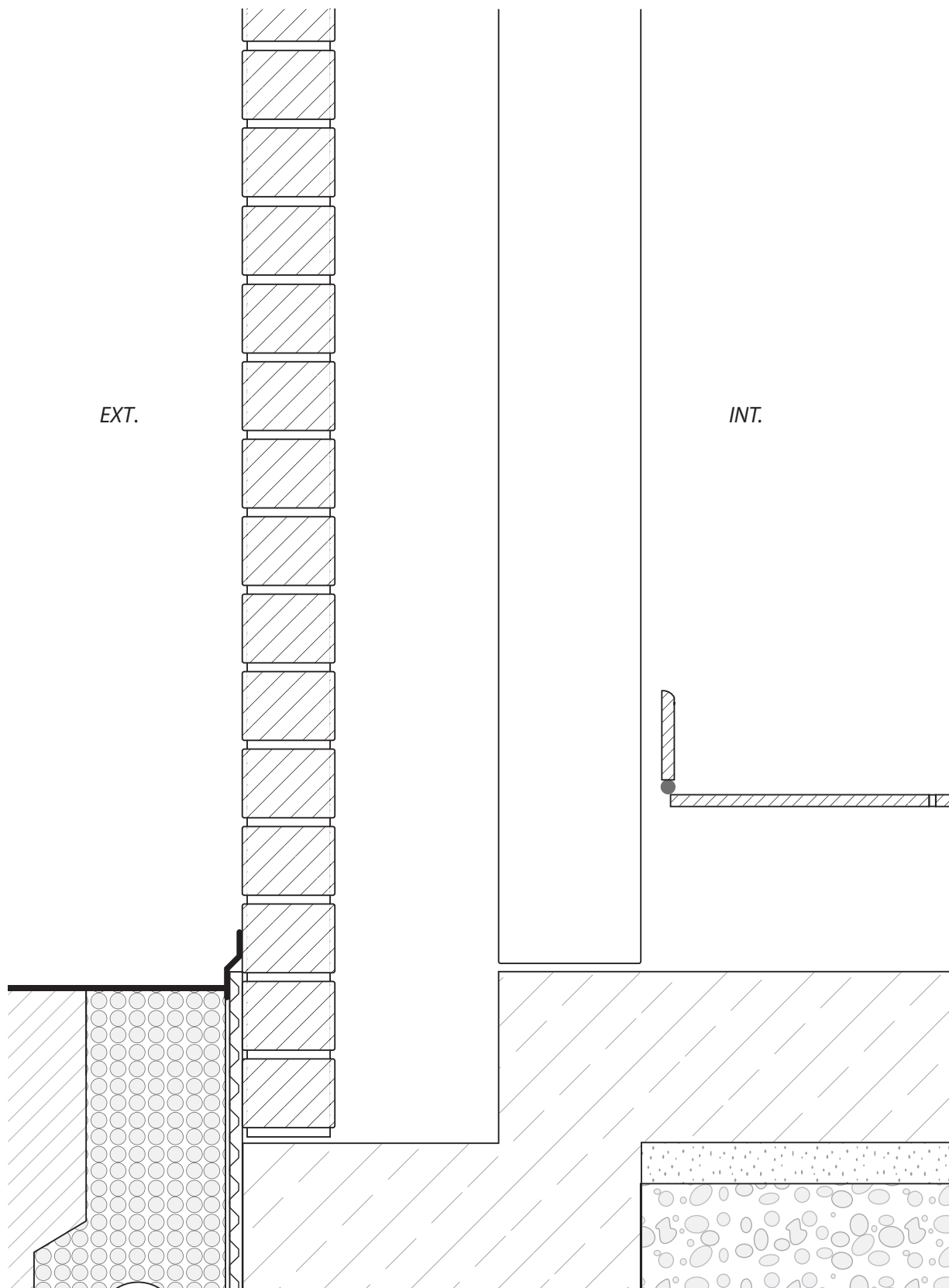
Pied de façade traditionnelle



Nœud constructif 1

Proposer une solution technique répondant aux critères de performance

Pied de façade traditionnelle



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

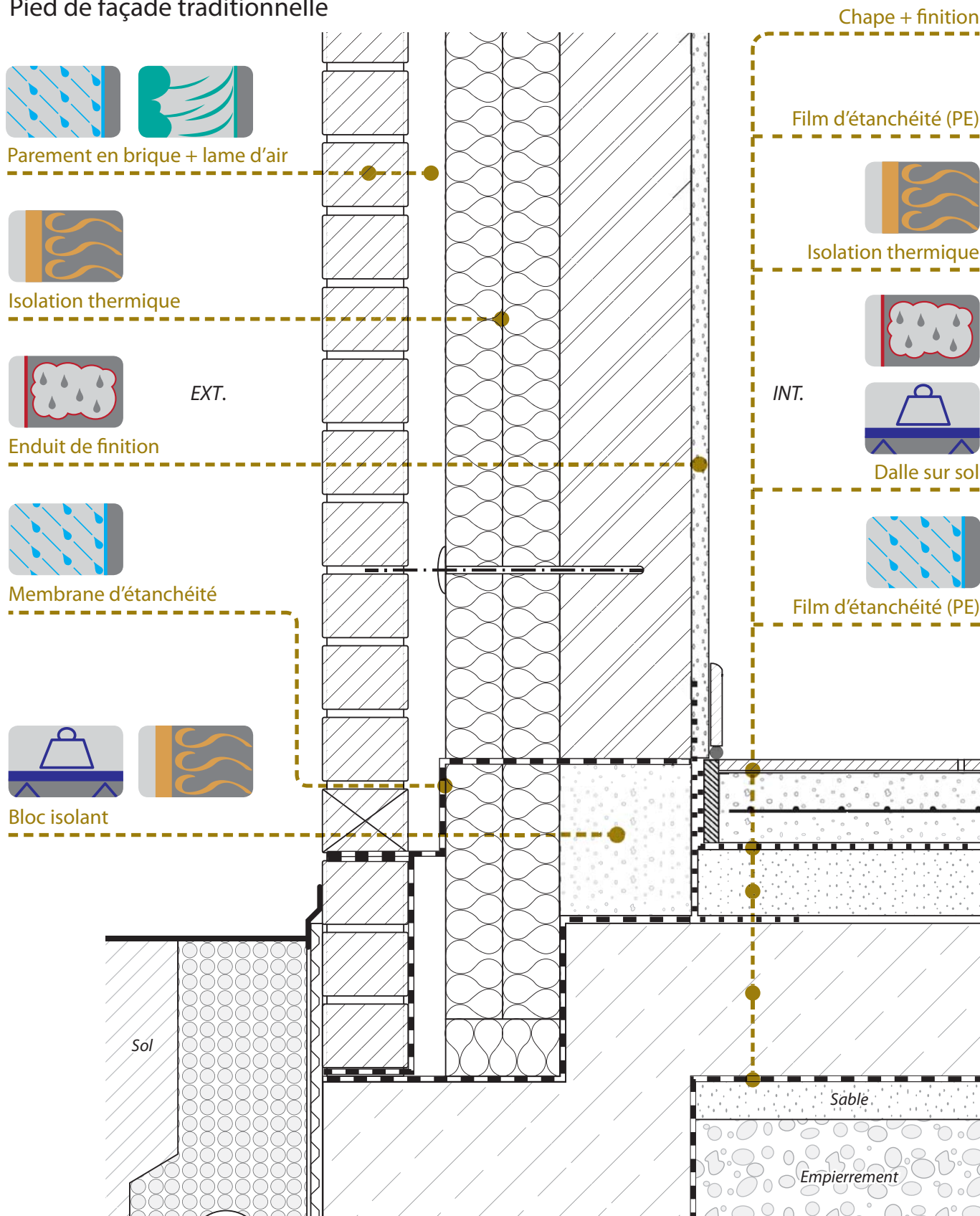
Fiche

©

Nœud constructif 1

Un exemple de solution technique parmi d'autres qui répond aux critères de performance

Pied de façade traditionnelle



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

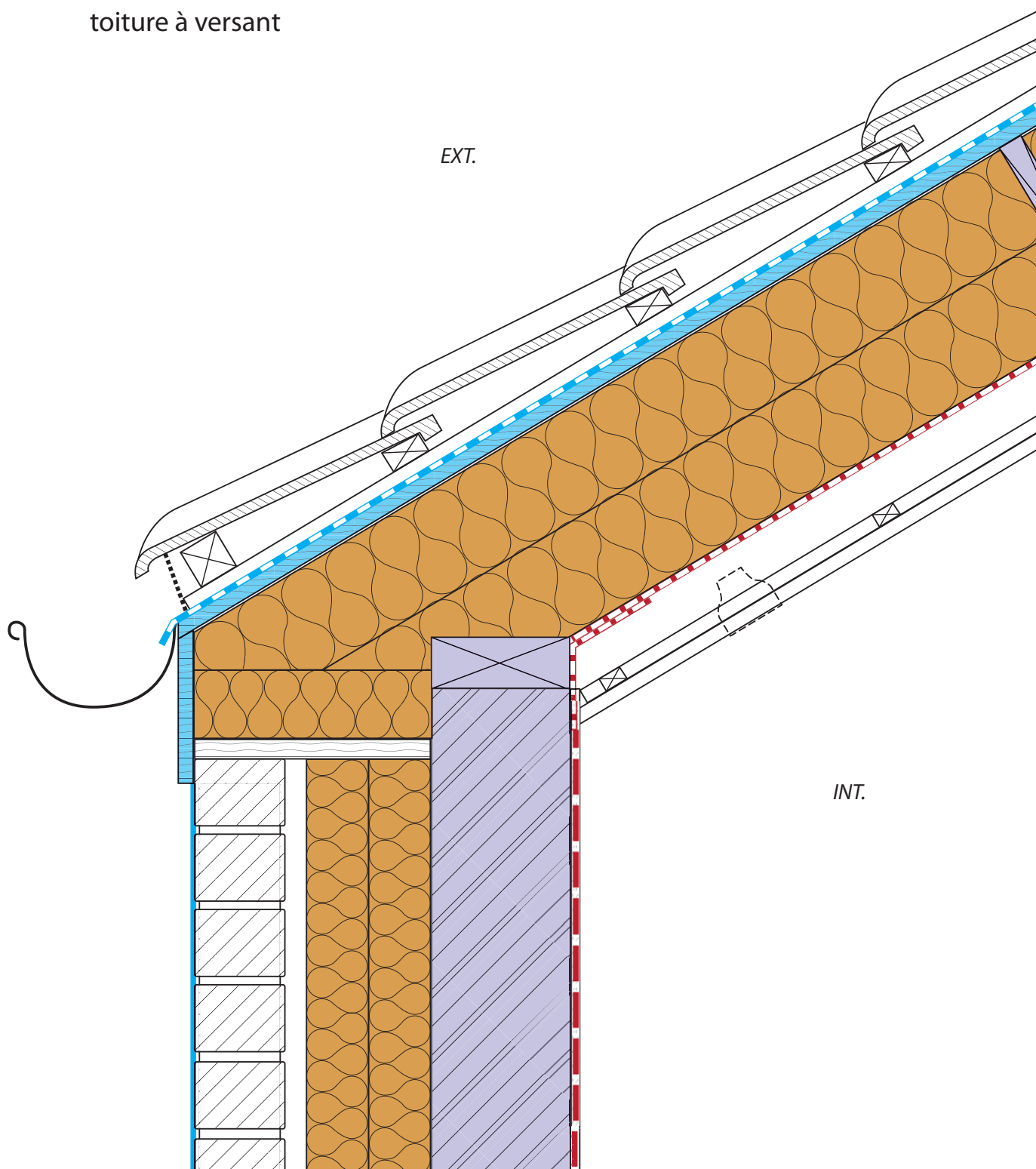
A

Nœud constructif 2



Vérifier la **continuité** des critères de performance

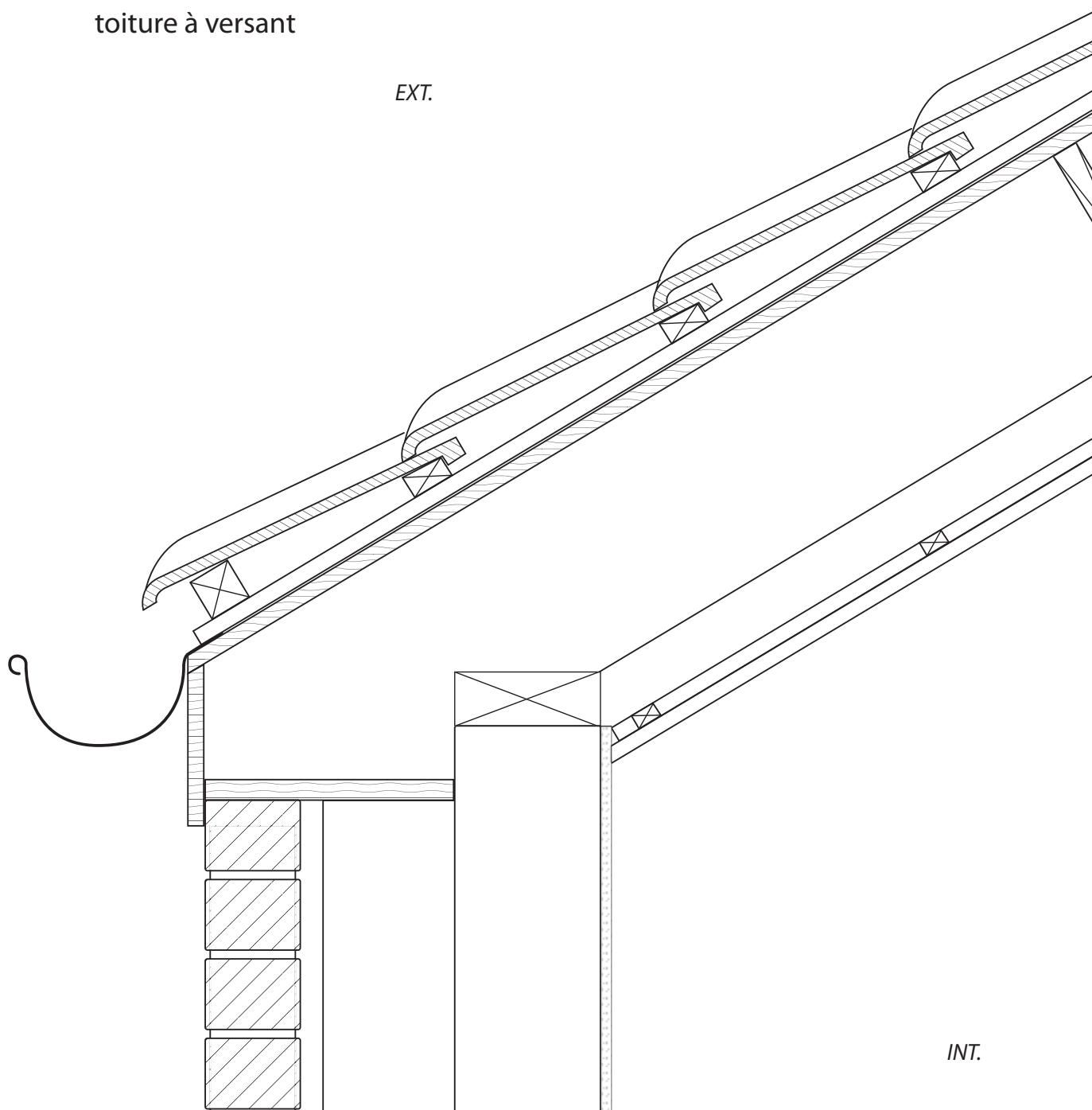
Jonction façade
traditionnelle avec
toiture à versant



Nœud constructif 2

Proposer une solution technique répondant aux critères de performance

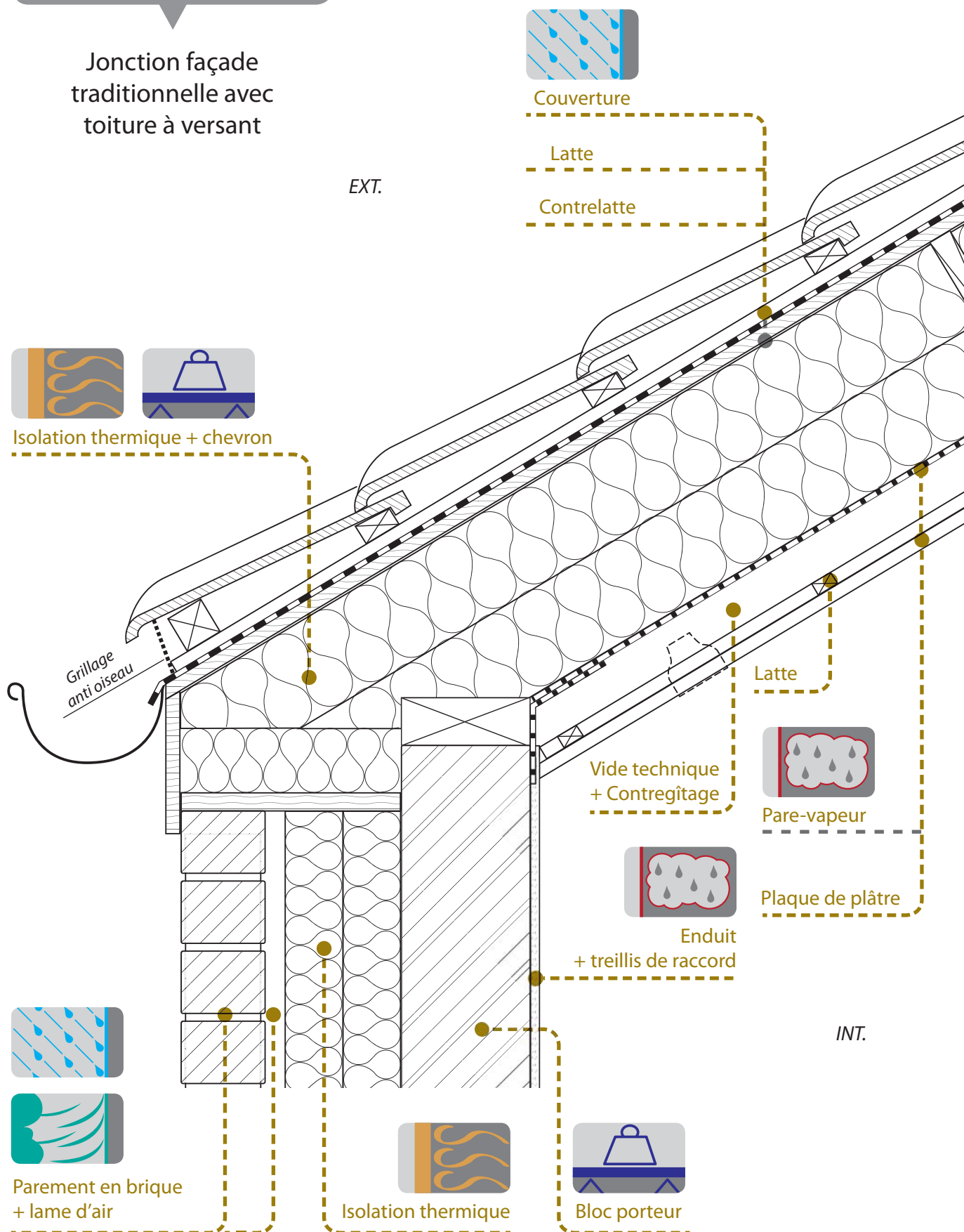
Jonction façade traditionnelle avec toiture à versant



Nœud constructif 2

Jonction façade traditionnelle avec toiture à versant

Un exemple de solution technique parmi d'autres qui répond aux critères de performance



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

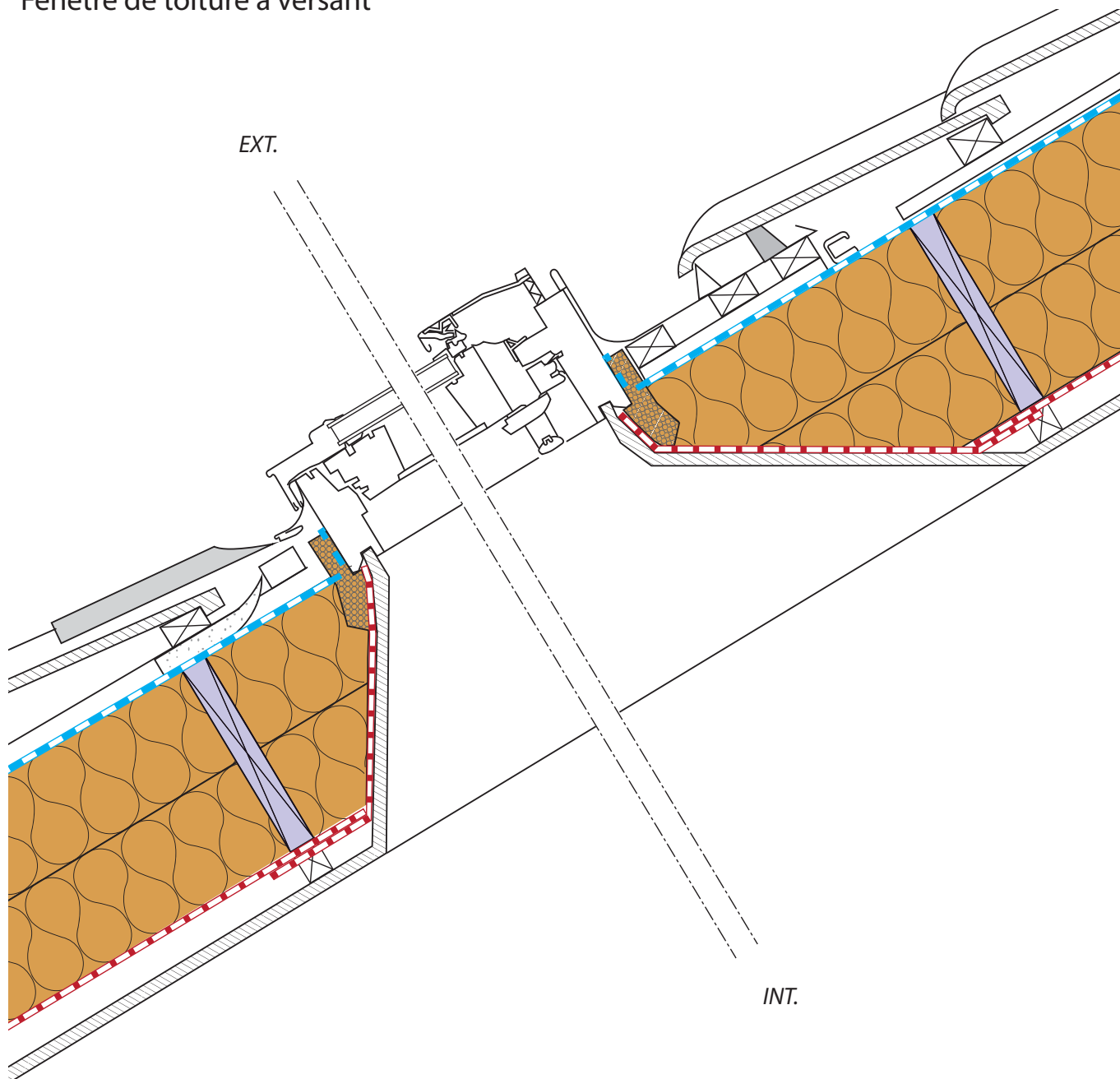
A

Nœud constructif 3



Vérifier la **continuité** des critères de performance

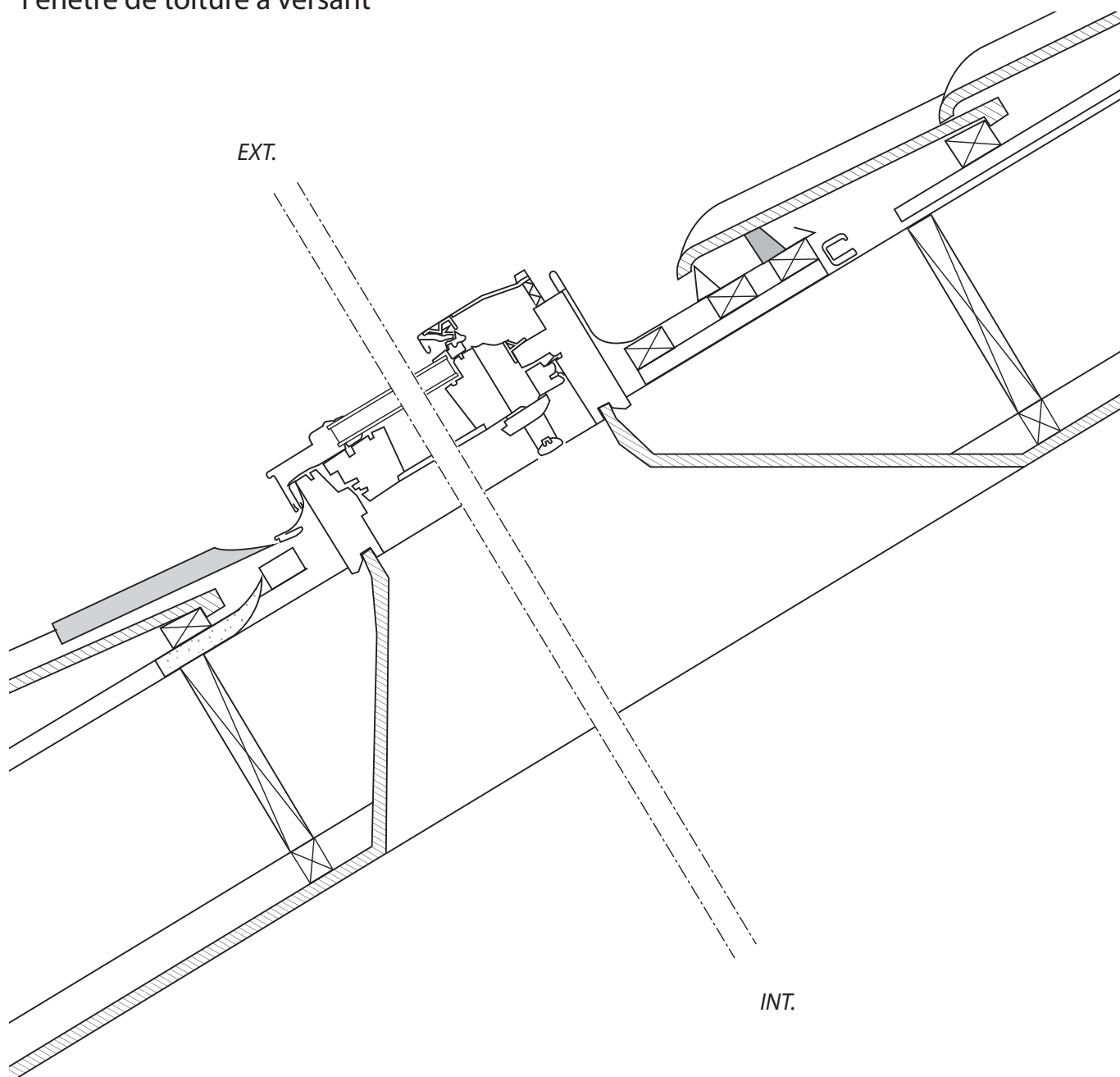
Fenêtre de toiture à versant



Nœud constructif 3

Proposer une solution technique répondant
aux critères de performance

Fenêtre de toiture à versant



Nœud constructif 3

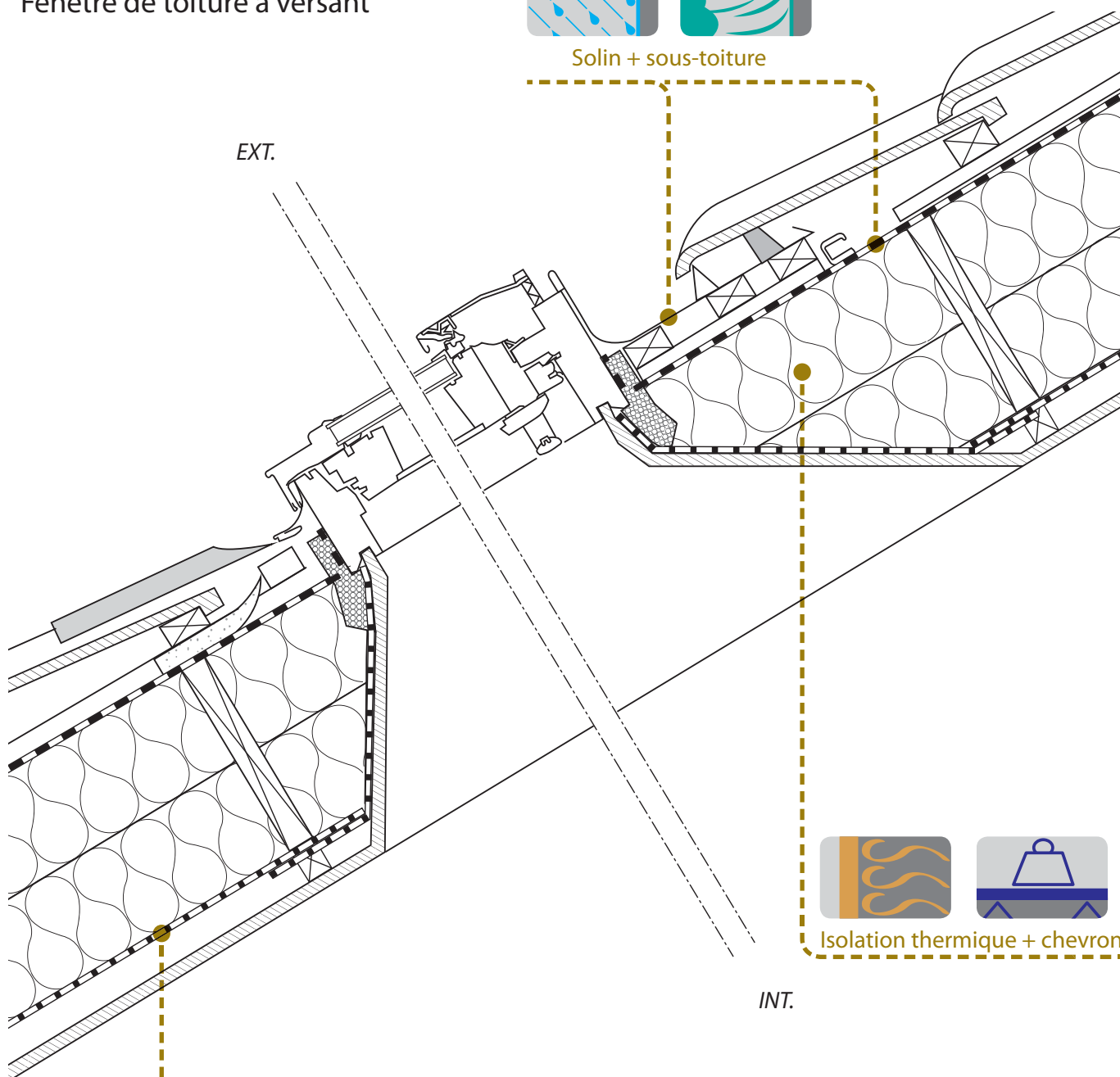
Un exemple de solution technique parmi d'autres
qui répond aux critères de performance

Fenêtre de toiture à versant



Solin + sous-toiture

EXT.



INT.



Isolation thermique + chevron



Pare-vapeur

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

A

Nœud constructif 4



S



E



I



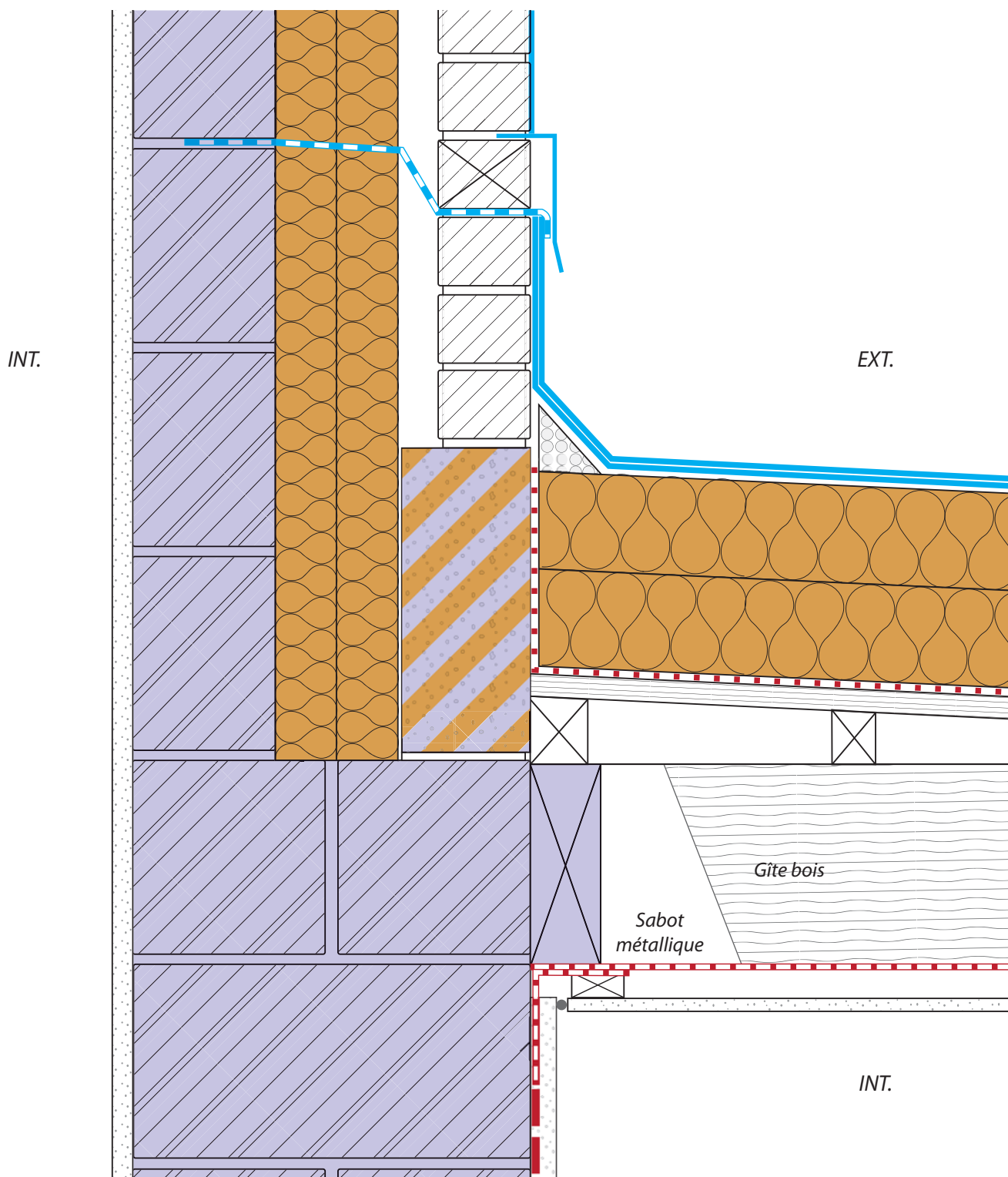
Av



V

Vérifier la **continuité** des critères de performance

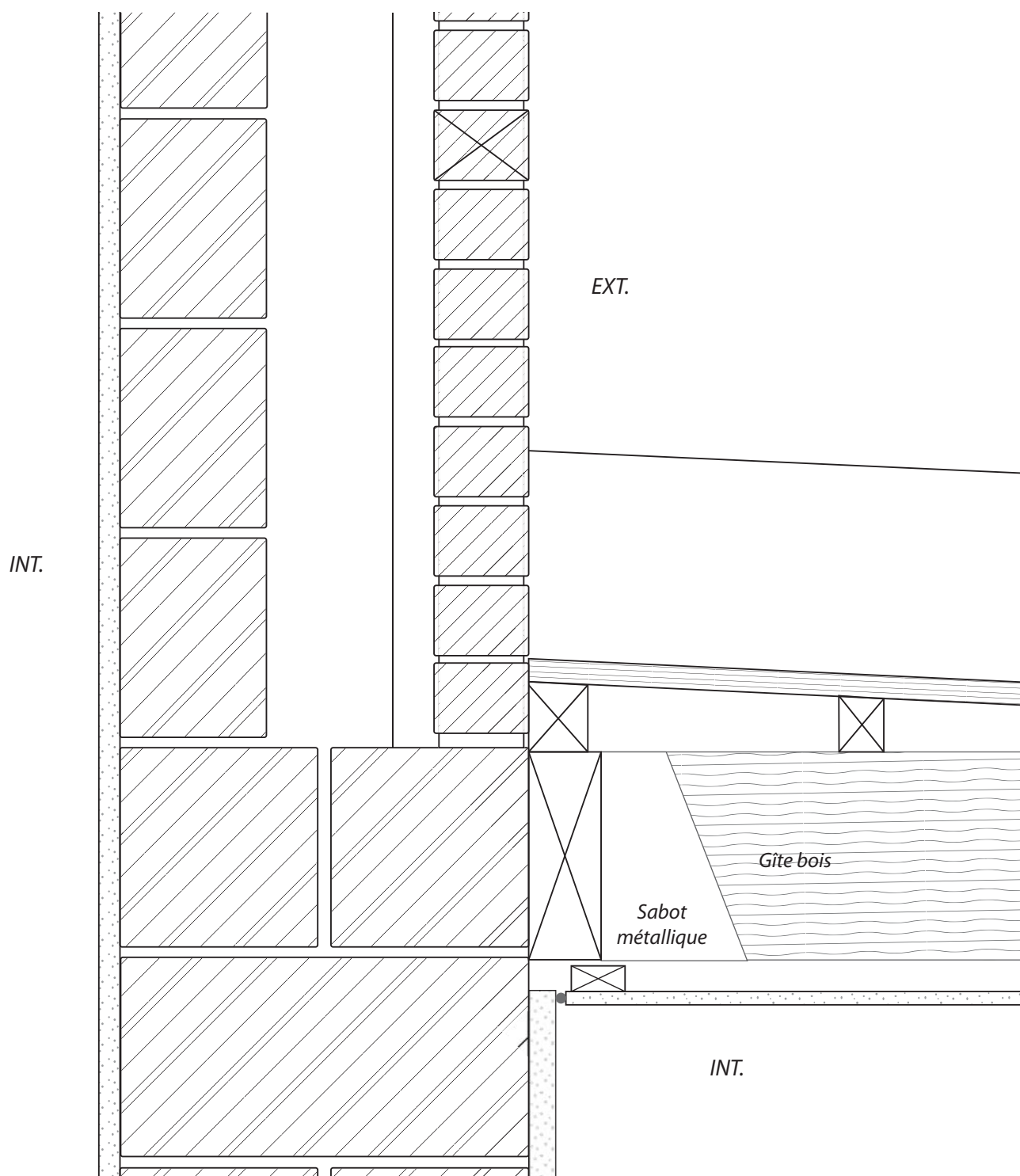
Jonction façade
traditionnelle
avec toiture plate



Nœud constructif 4

Proposer une solution technique répondant aux critères de performance

Jonction façade traditionnelle avec toiture plate



Nœud constructif 4

Jonction façade traditionnelle avec toiture plate

Un exemple de solution technique
parmi d'autres qui répond
aux critères de performance



Membrane d'étanchéité



Isolation thermique



Pare-vapeur



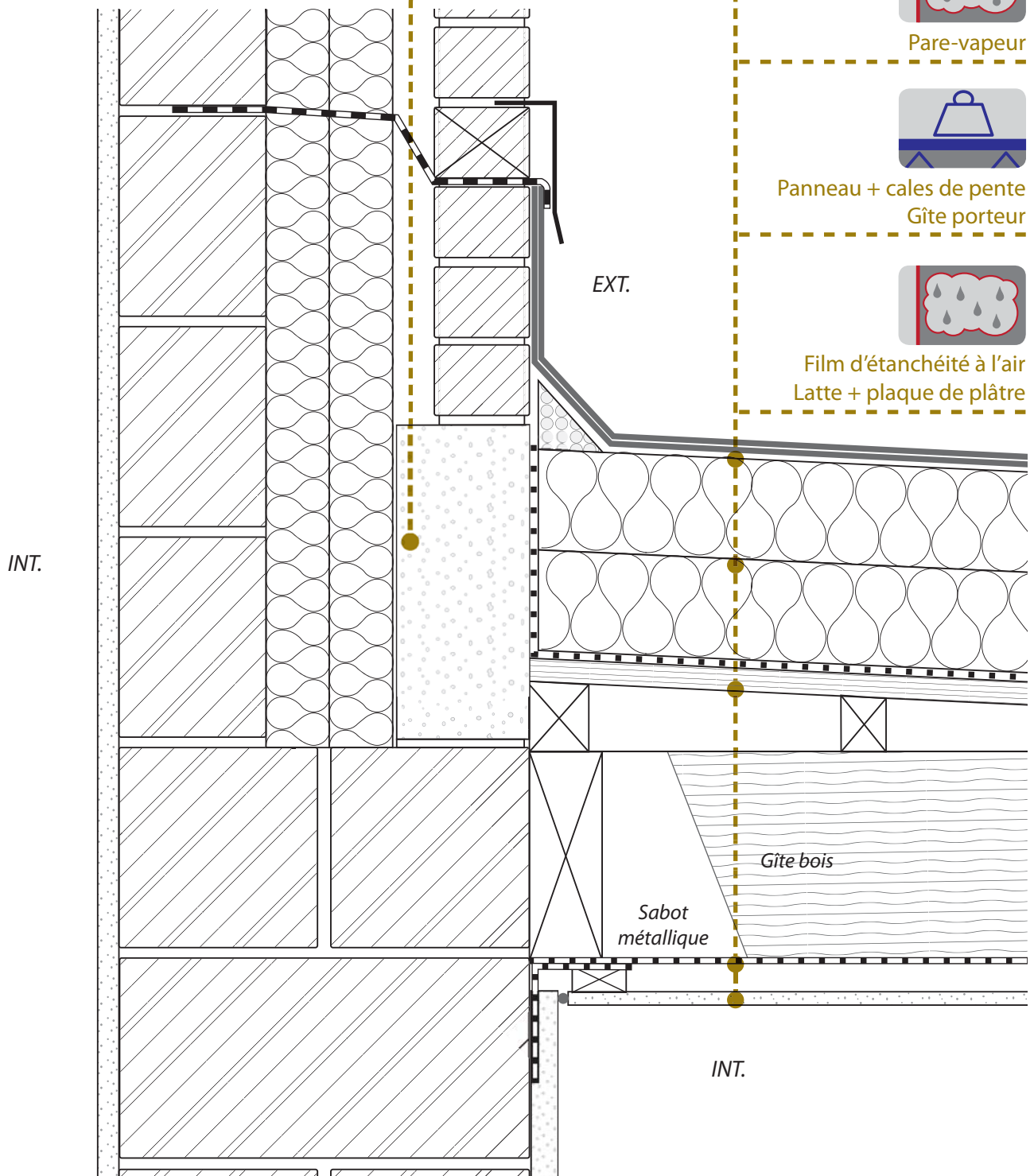
Panneau + cales de pente
Gîte porteur



Film d'étanchéité à l'air
Latte + plaque de plâtre



Bloc isolant



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

A

Nœud constructif 5



S



E



I



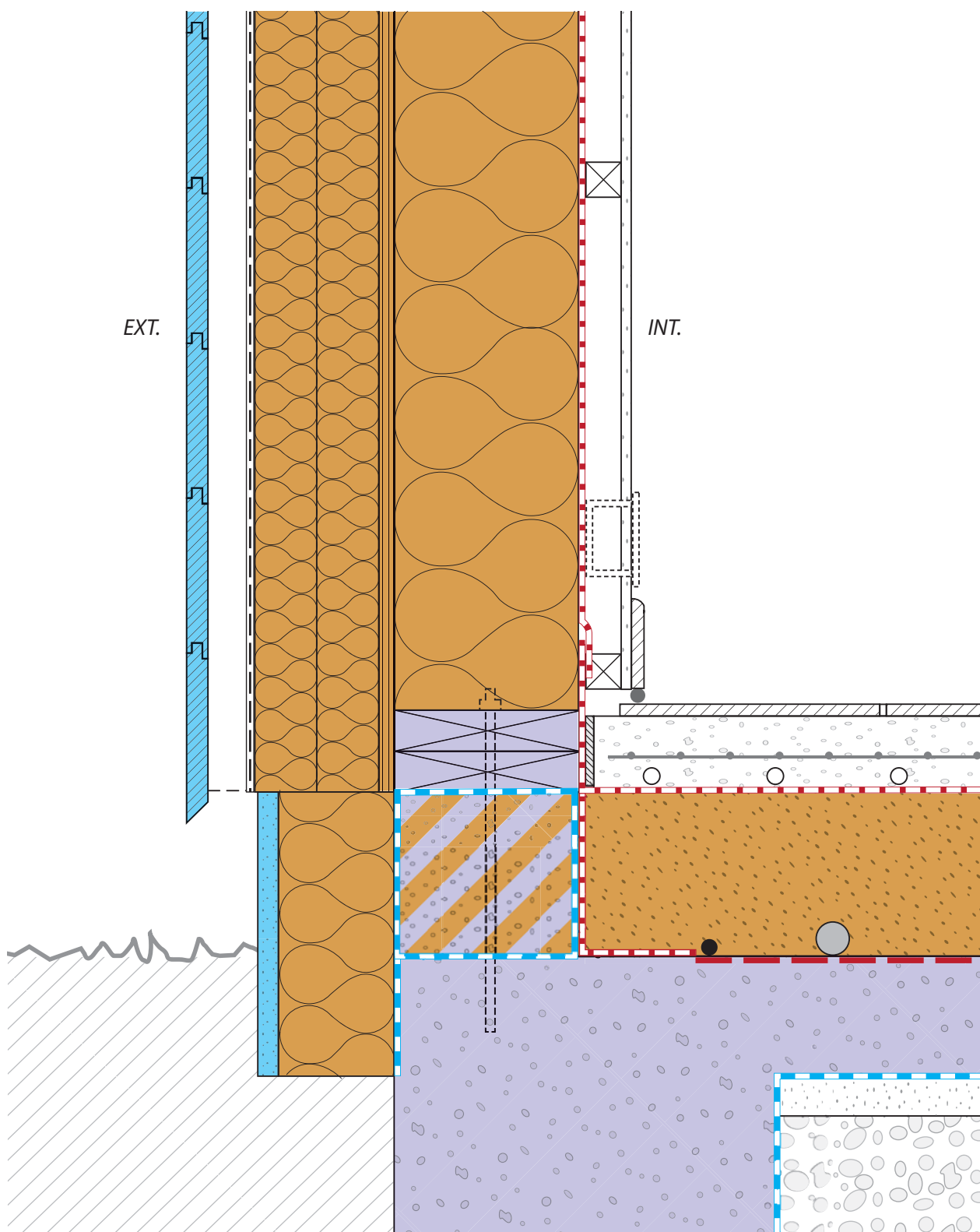
Av



V

Vérifier la **continuité** des critères de performance

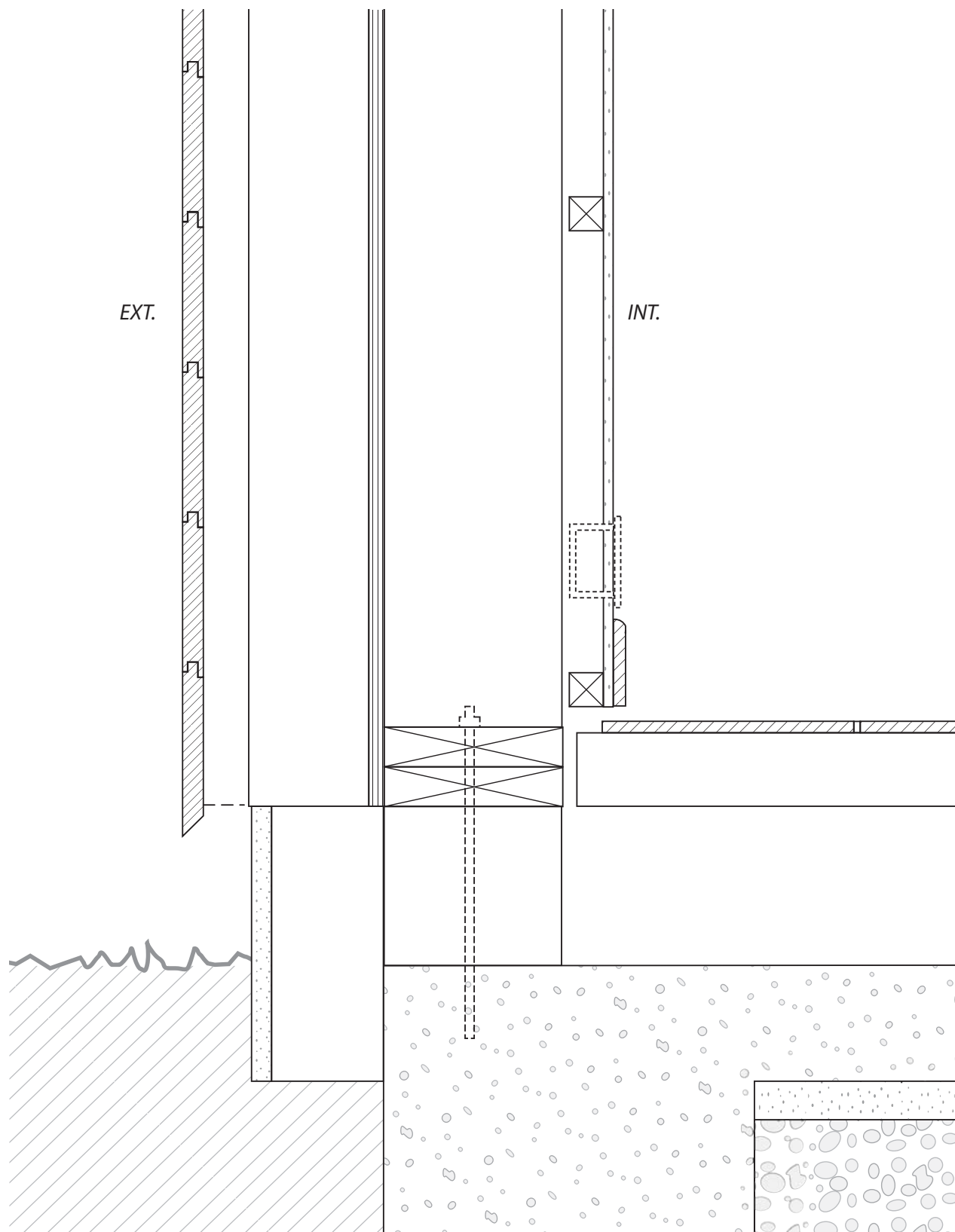
Pied de façade
en ossature bois



Nœud constructif 5

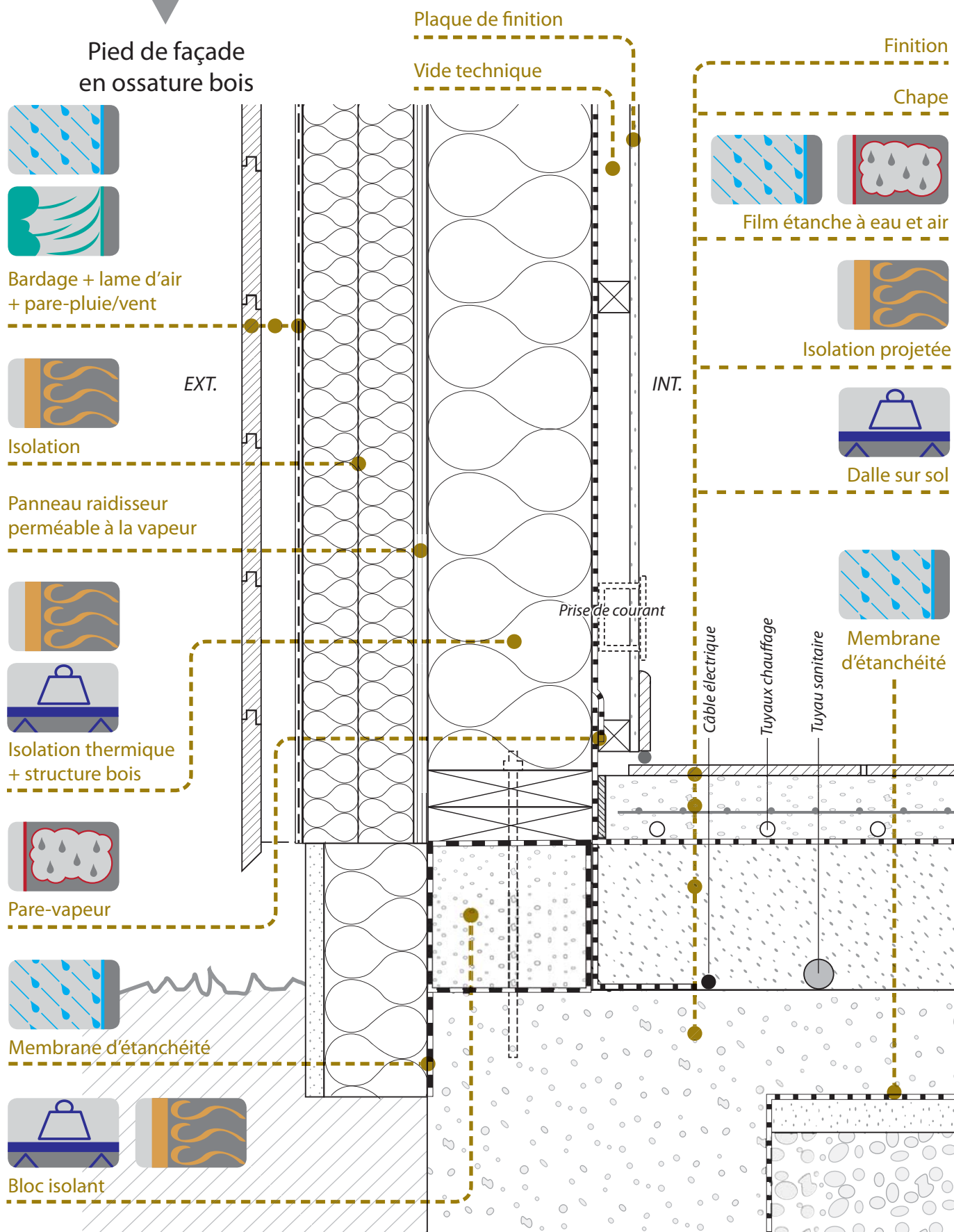
Proposer une solution technique répondant aux critères de performance

Pied de façade en ossature bois



Nœud constructif 5

Un exemple de solution technique parmi d'autres qui répond aux critères de performance



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

A

Nœud constructif 6



Vérifier la **continuité** des critères de performance

Jonction façade - plancher
en ossature bois

EXT.

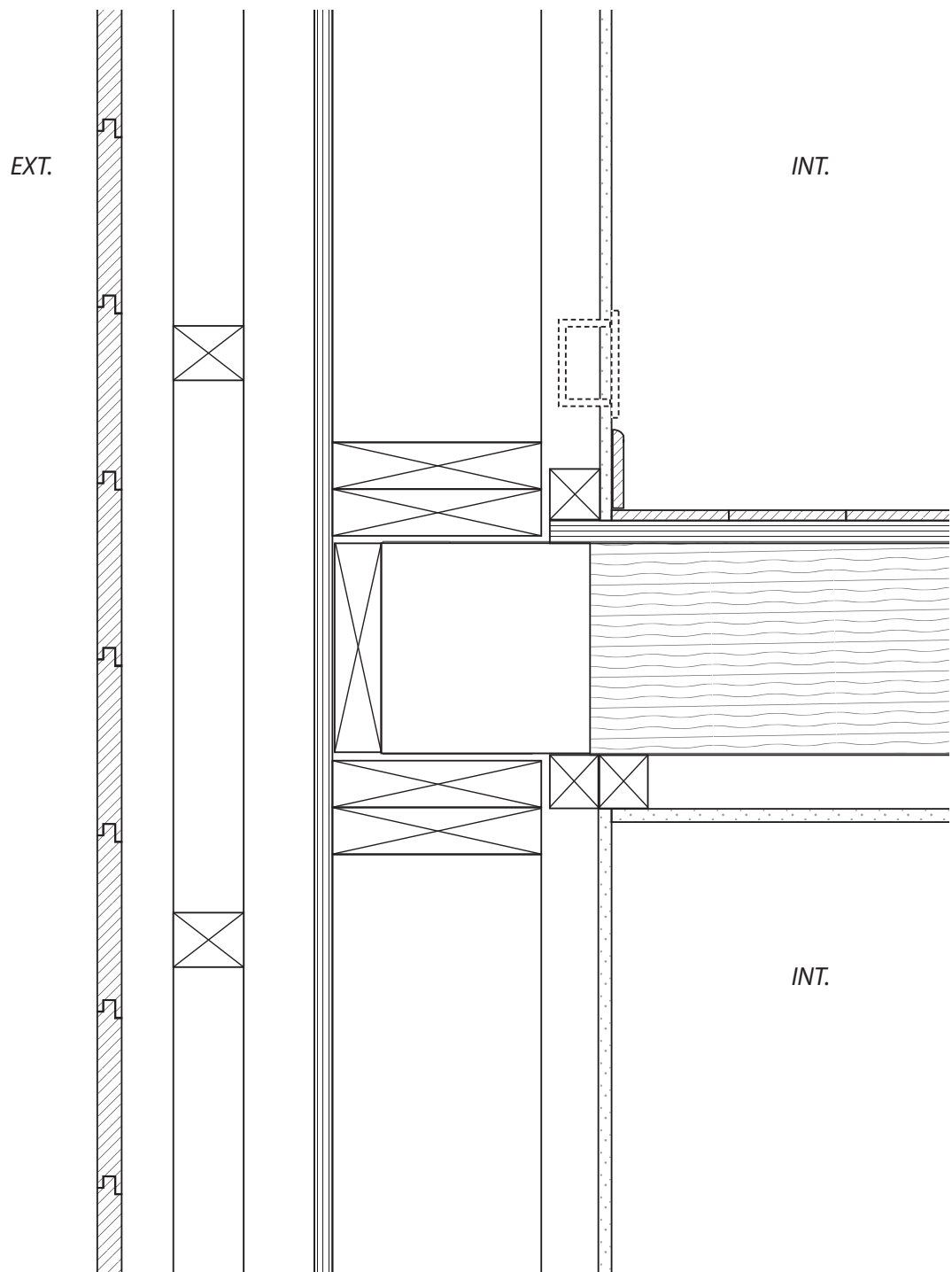
INT.

INT.

Nœud constructif 6

Proposer une solution technique répondant aux critères de performance

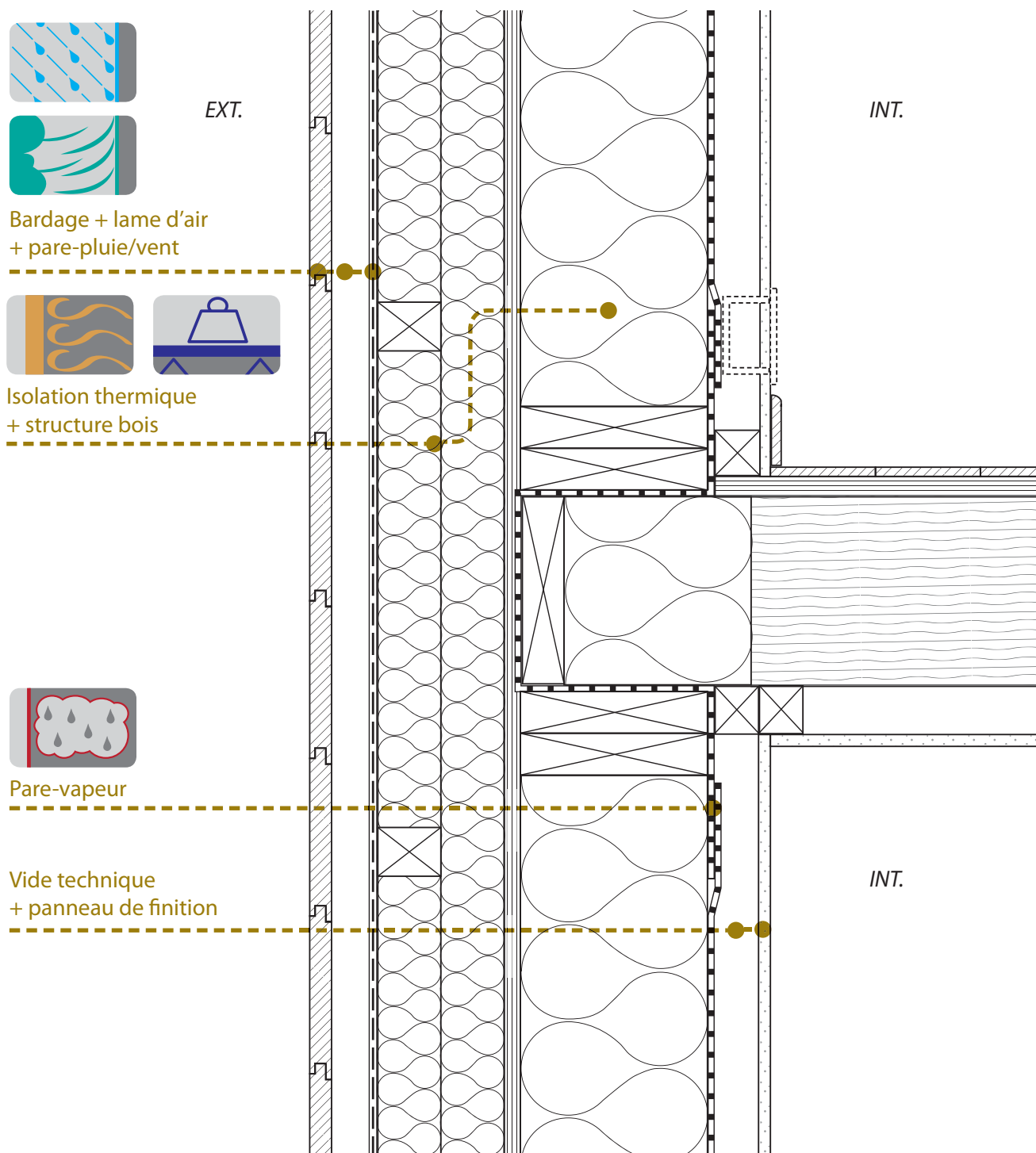
Jonction façade - plancher
en ossature bois



Nœud constructif 6

Un exemple de solution technique parmi d'autres qui répond aux critères de performance

Jonction façade - plancher
en ossature bois



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

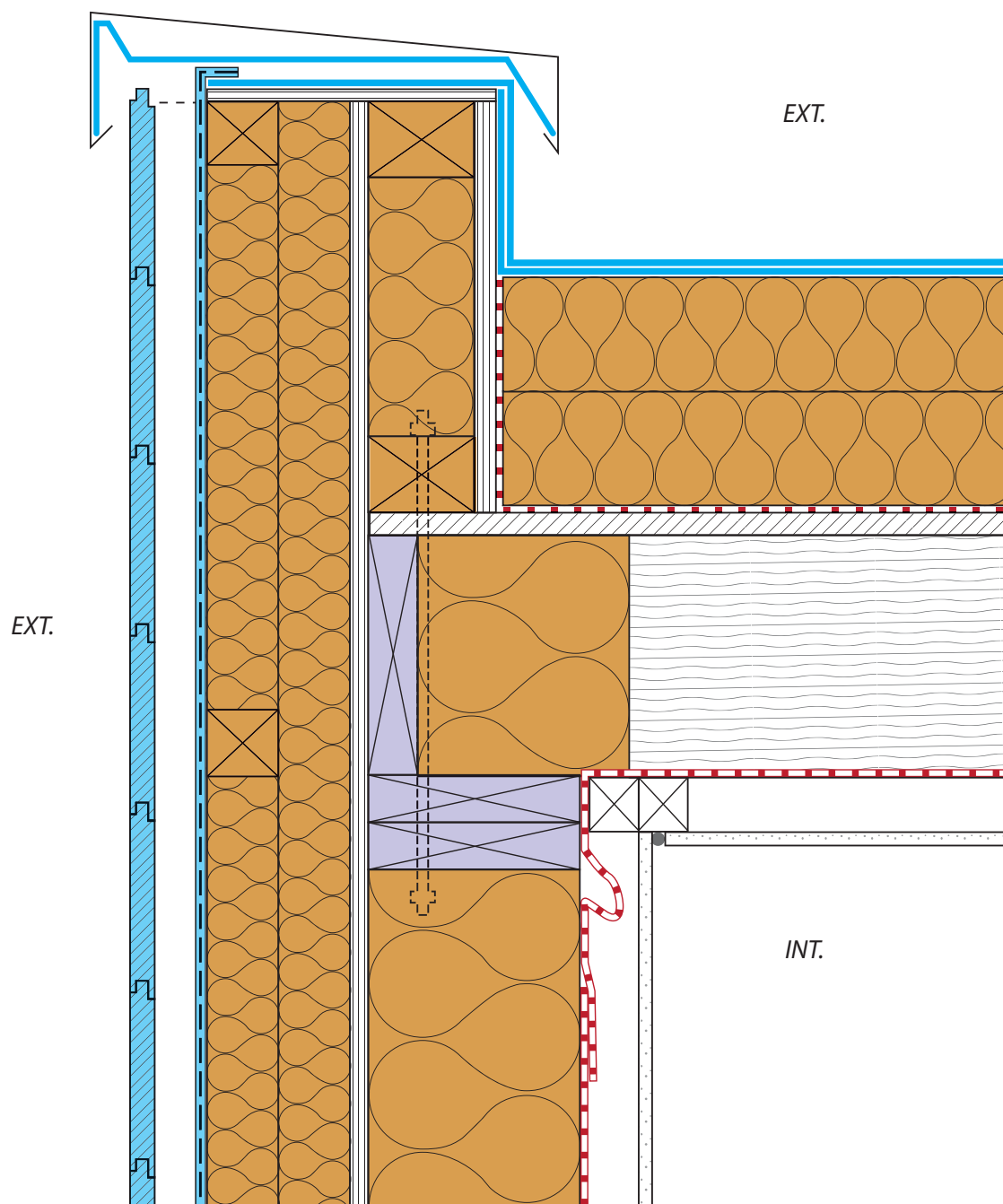
A

Nœud constructif 7



Vérifier la **continuité** des critères de performance

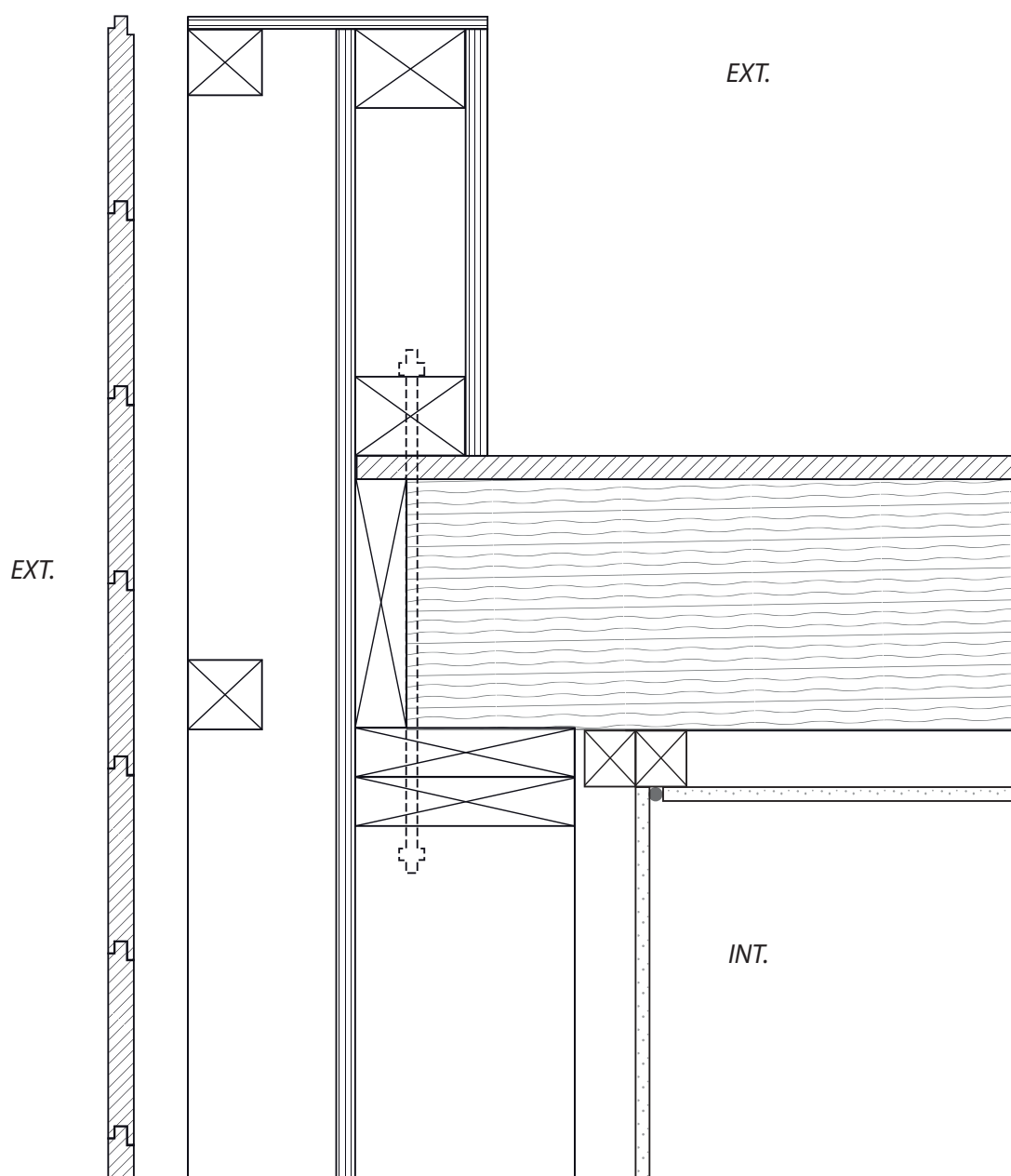
Acrotère en ossature bois



Nœud constructif 7

Proposer une solution technique répondant aux critères de performance

Acrotère en ossature bois



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

©

Nœud constructif 7

Un exemple de solution technique
parmi d'autres qui répond
aux critères de performance

Acrotère en ossature bois



Capot métallique



Bardage + lame d'air
+ pare-pluie/vent



EXT.



Isolation thermique
+ structure bois



Pare-vapeur

Vide technique
+ panneau de finition



Membrane d'étanchéité



Isolation thermique



Pare-vapeur/air



Panneau + cales de pente
Gîte porteur

EXT.

INT.

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche

A

Nœud constructif 8



S



E



I



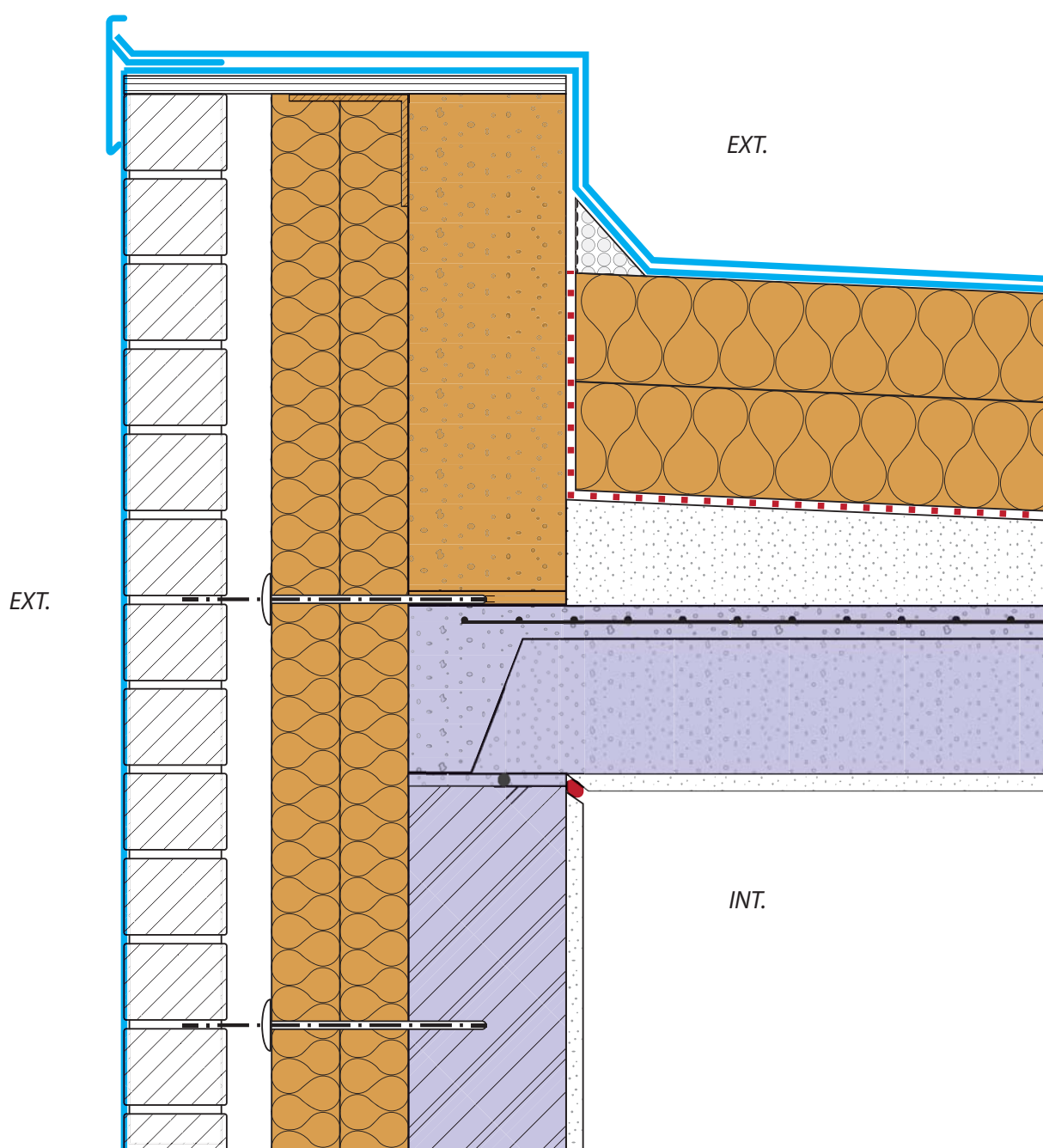
Av



V

Vérifier la **continuité** des critères de performance

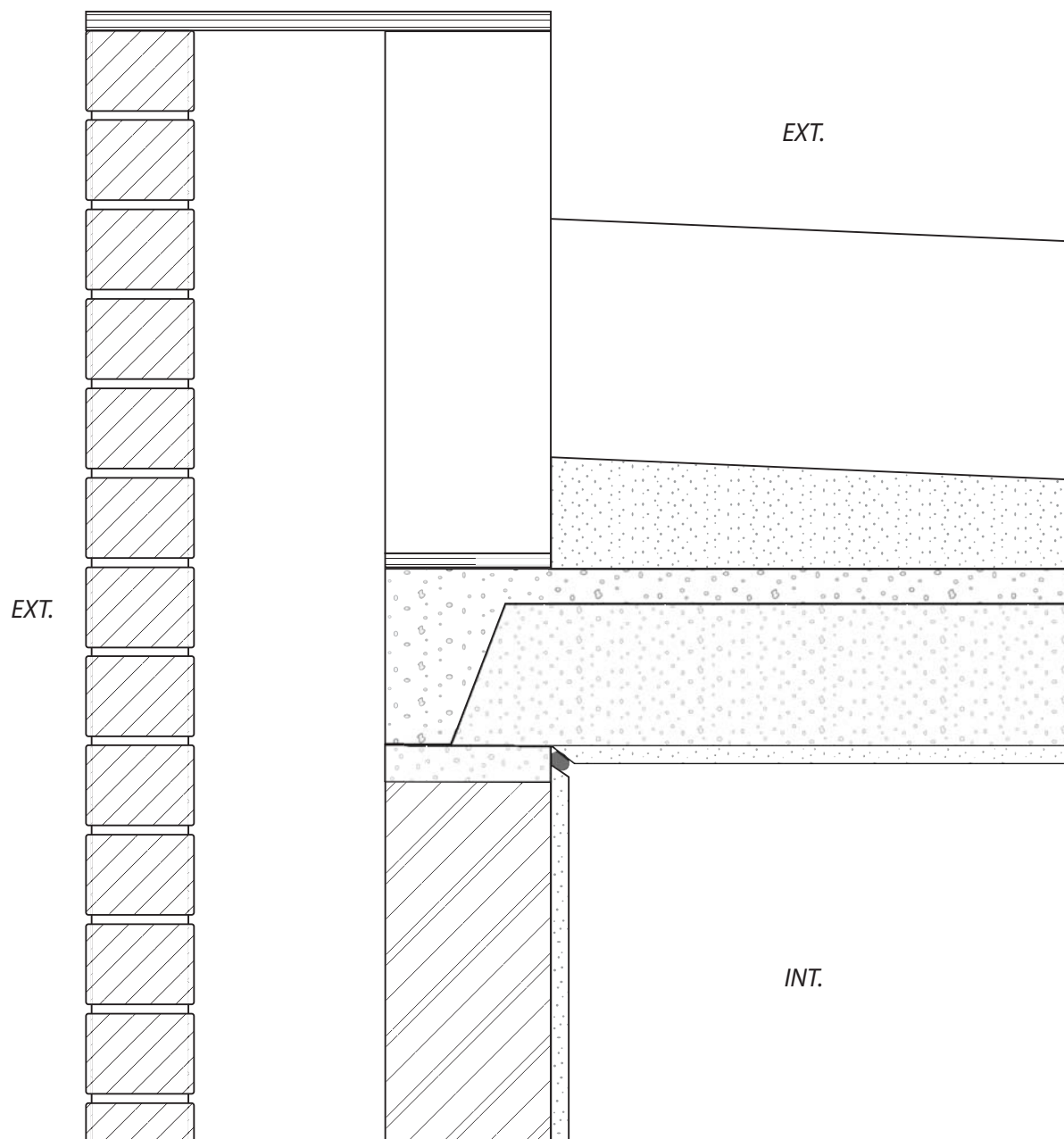
Acrotère traditionnel



Nœud constructif 8

Proposer une solution technique répondant aux critères de performance

Acrotère traditionnel



SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

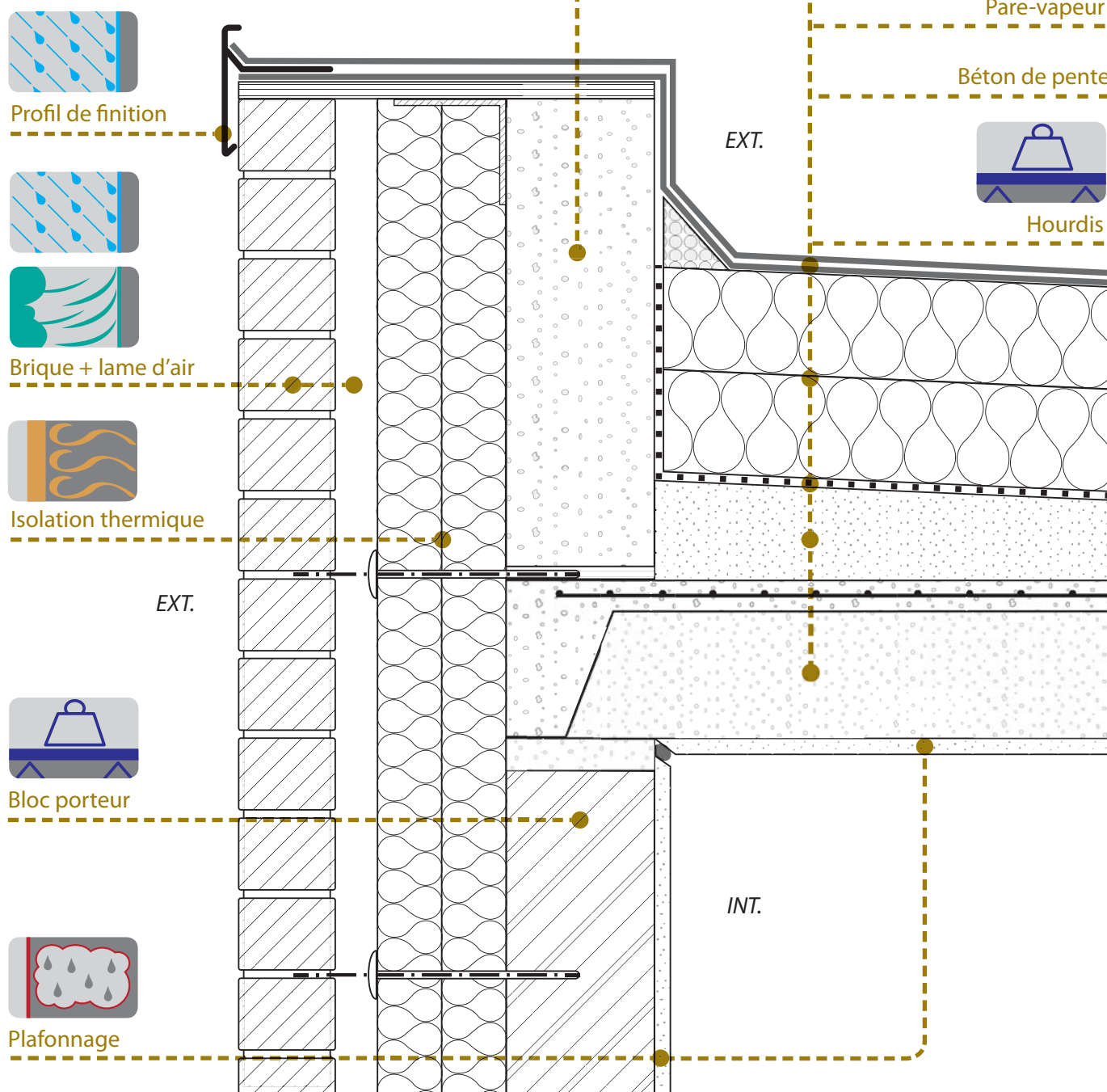
Fiche

©

Nœud constructif 8

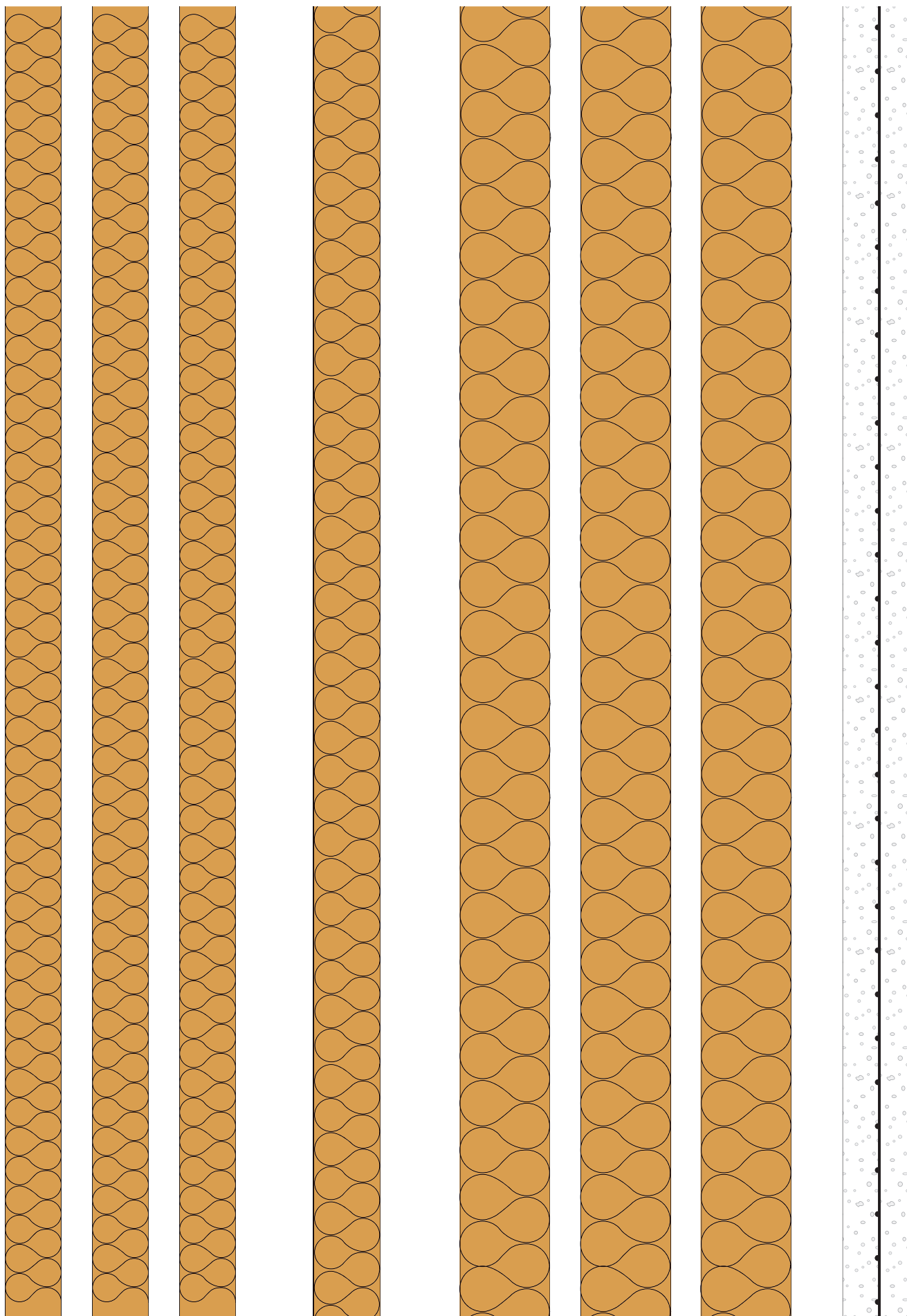
Un exemple de solution technique parmi d'autres qui répond aux critères de performance

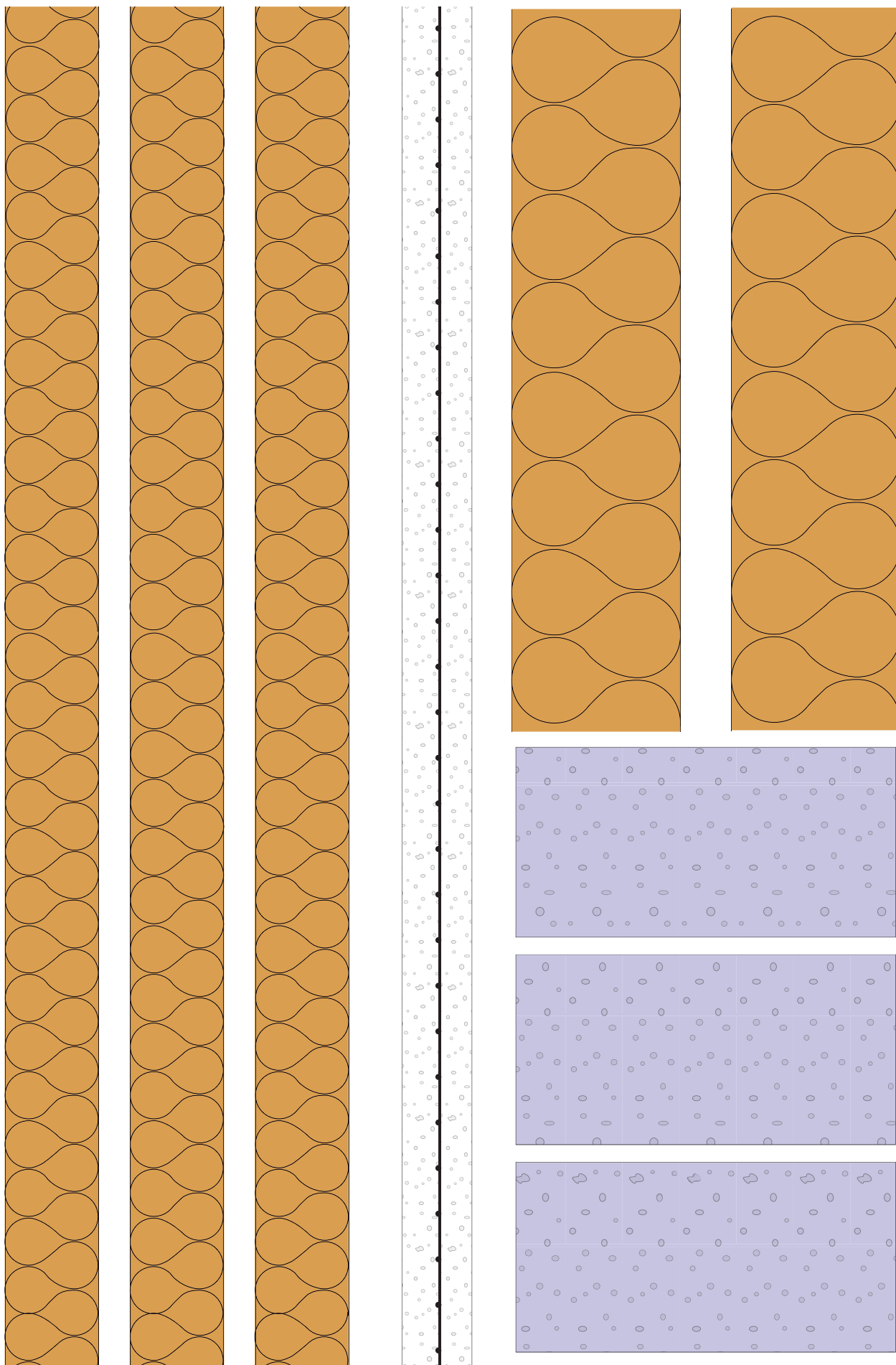
Acrotère traditionnel

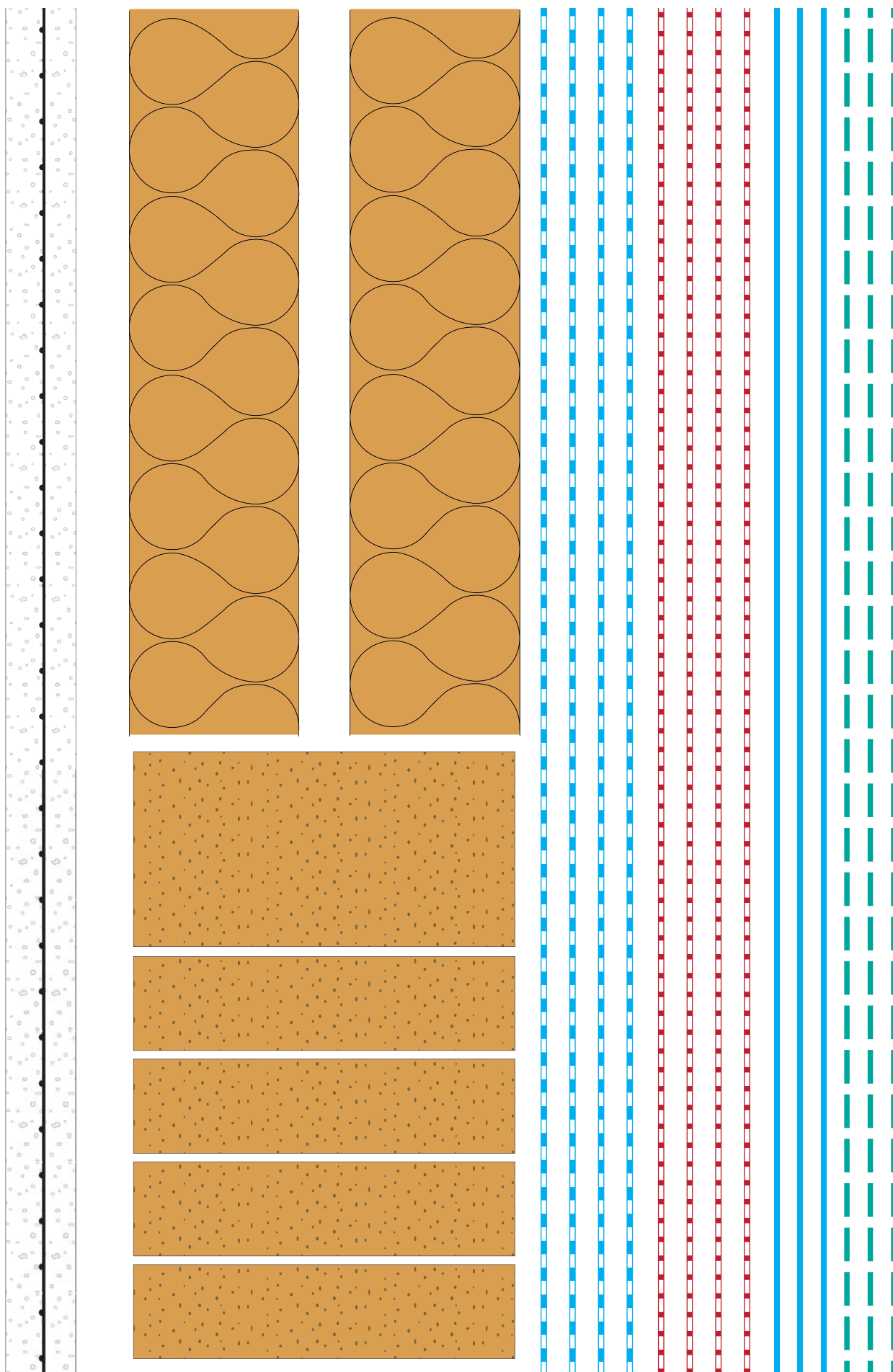


SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Fiche	D Réalisation Détails des phases		Stabilité	Étanchéité à l'eau	Isolation thermique	Étanchéité à l'air et vapeur d'eau	Étanchéité au vent
	PHASES	POINTS DE VIGILANCE					
Respect de l'ensemble des critères							







SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Chantier vert
à Frasnes-lez-Anvaing

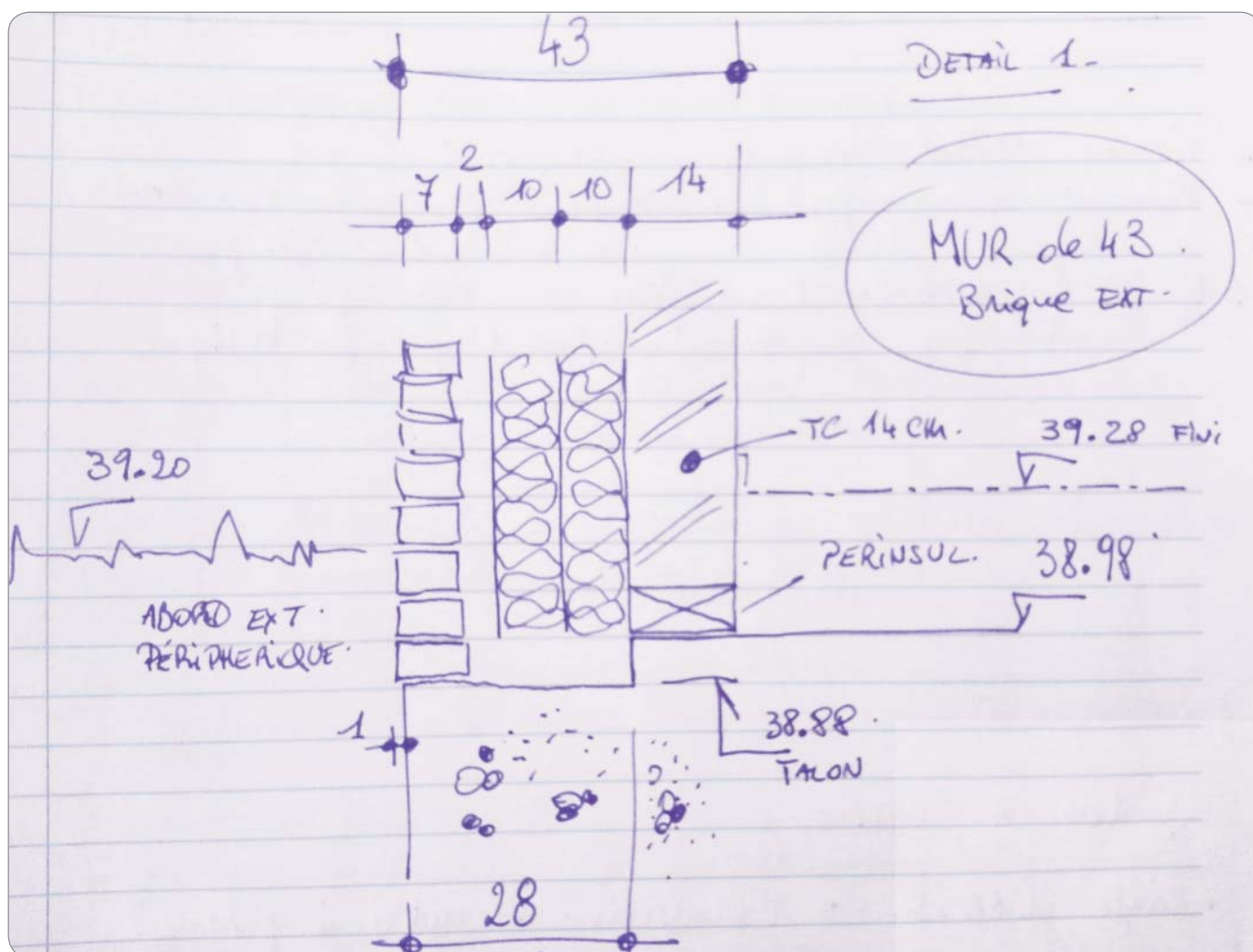
site www.veilleconstruction.be

→ Construction durable → Chantier vert



Chantier vert à Frasnes-lez-Anvaing

Nœud constructif : pied de mur



Détail dessiné sur chantier

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Chantier vert
à Frasnes-lez-Anvaing

Nœud constructif : pied de mur



Pose du bloc isolant



Pose des blocs porteurs

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Chantier vert
à Frasnes-lez-Anvaing

Nœud constructif: pied de mur



Pose de la membrane d'étanchéité

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Chantier vert
à Frasnes-lez-Anvaing

Nœud constructif : pied de mur



Pose de l'isolation

Chantier vert à Frasnes-lez-Anvaing

Nœud constructif : pied de mur



Découpe soignée
des panneaux isolants

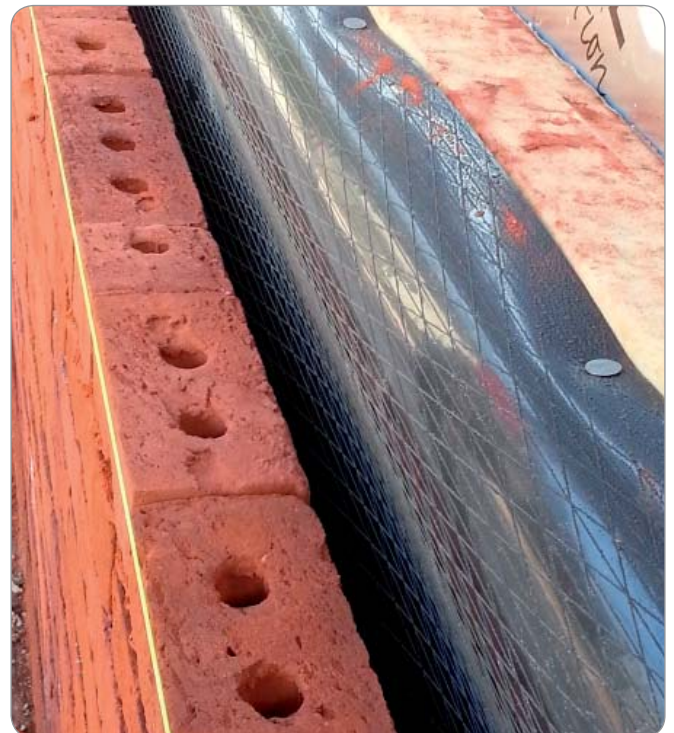


Pose soignée de la première couche d'isolation

SUGGESTIONS PÉDAGOGIQUES

Chantier vert
à Frasnes-lez-Anvaing

Nœud constructif: pied de mur



Mise en place de la 2^{ème} couche d'isolation,
de la membrane d'étanchéité et de la brique de parement

NCEUDS CONSTRUCTIFS

RESSOURCES
PÉDAGOGIQUES

Divers ouvrages pédagogiques sont proposés sur lesquels le formateur peut s'appuyer pour compléter les informations sur les nœuds constructifs.

La plupart de ces ouvrages existent en version papier et peuvent être commandés (parfois gratuitement) et ainsi être distribués aux apprenants dans le cadre des cours.

Outil didactique Isolation thermique des bâtiments

Il s'agit d'un outil didactique qui aborde l'isolation des différentes parois d'un bâtiment.

Format : classeur A4 - 177 pages



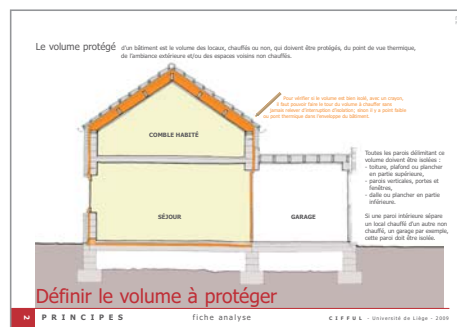
Cet ouvrage comprend :

- **des fiches « analyses »**

Elles présentent des aspects très techniques sous forme de schémas et photos.

- **des fiches « outils »**

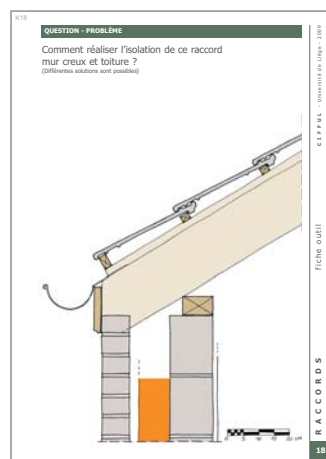
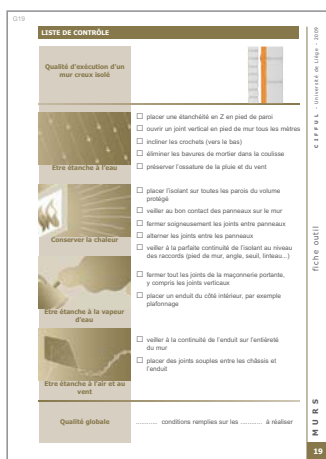
Elles présentent des suggestions pédagogiques pour aider l'enseignant dans la préparation de ses cours.



Disponibilité

Cet outil est téléchargeable en format pdf :
<http://www.cifful.ulg.ac.be>

- ➔ Développements
- ➔ Isolation thermique et étanchéité à l'air



Guide PEB

Ce guide présente la réglementation wallonne visant à accroître la performance énergétique des bâtiments. Il est essentiellement destiné aux professionnels de la construction tels que responsables PEB et concepteurs.

Format : classeur A4 - 146 pages



Cet ouvrage développe à travers des fiches synthétiques :

- les **prescriptions réglementaires** à respecter dans les travaux soumis à permis d'urbanisme ;
- les **méthodes de calcul** prises en compte dans la réglementation et intégrée dans le logiciel de calcul PEB.

Disponibilité

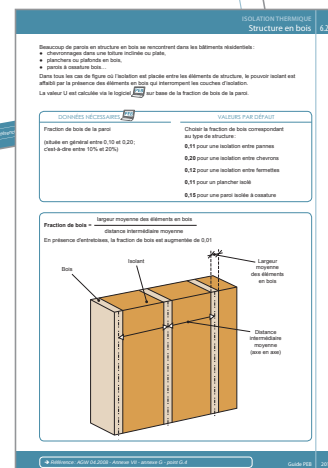
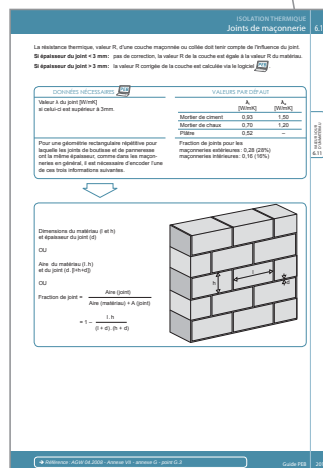
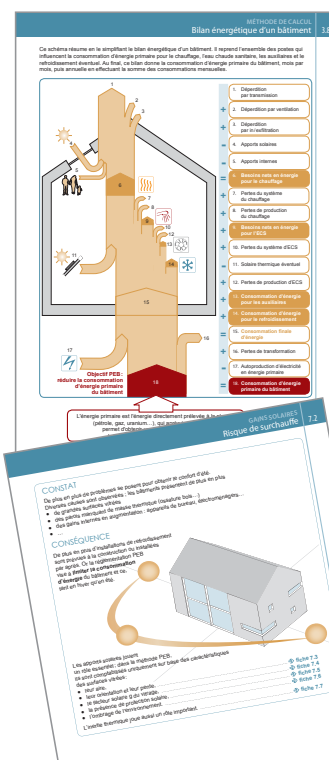
Ce guide est téléchargeable en format pdf :

<http://www.cifful.ulg.ac.be>

➔ PEB

➔ Réglementation PEB

Vu l'évolution rapide de la réglementation, ces fiches sont régulièrement mises à jour.

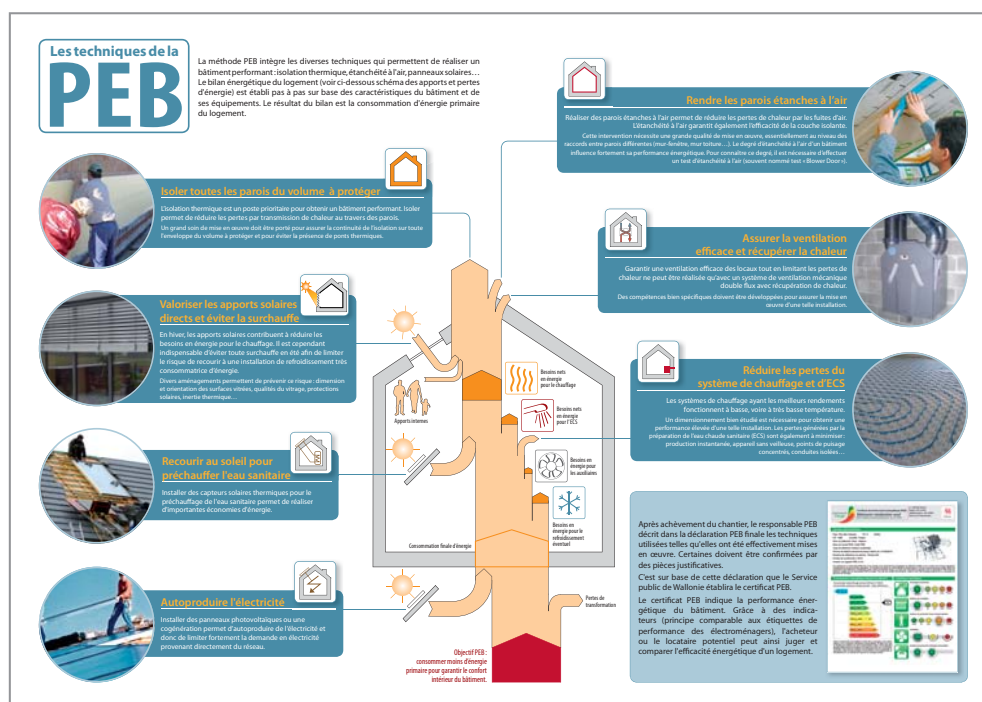


Le point sur la PEB

Cette plaquette est destinée aux ouvriers et aux entrepreneurs de la construction. Elle présente la réglementation PEB qui est entrée en vigueur en 2010.

Elle met en évidence la nécessité de l'évolution des pratiques sur chantier et les grands points d'attention à porter ... sur son travail mais aussi celui de l'autre (celui qui précède ET celui qui suit).

Format : A4



Disponibilité

Cet outil est téléchargeable en format pdf :

<http://www.cifful.ulg.ac.be>

- ➔ PEB
- ➔ Réglementation PEB

Le point sur l'isolation thermique

Cette plaquette est destinée aux ouvriers et aux entrepreneurs de la construction. Elle pointe l'isolation thermique comme poste prioritaire pour obtenir un bâtiment performant. Elle présente les grandes techniques de mise en œuvre ainsi que les familles d'isolants.

Format : A4



Les techniques d'isolation

Quel que soit le type d'isolant choisi, plus forte est son épaisseur, meilleure est l'isolation de la paroi.
La mise en œuvre doit être soignée afin d'éviter toute interruption de la couche isolante, et ce, quel que soit le mode de pose.

- Toiture**
En toiture à versants, l'isolant est placé sur ou dans la charpente. Selon la situation, des panneaux ou matériaux isolants sont utilisés. En toiture plate, l'isolant est posé au-dessus du support.
- Murs**
Pour les parois maçonnées, la technique la plus efficace est l'isolation par l'extérieur. L'isolant est appliqué sur le mur porteur puis recouvert d'un bardage, d'un enduit de finition ou d'un mur de parement. Pour les parois à ossature, l'isolant est placé à l'intérieur de la structure.
- Fenêtres**
Les types de châssis sont nombreux : bois, métal, synthétique ou composite. L'important est de choisir un châssis et un vitrage très performants car la fenêtre constitue un point faible dans l'enveloppe isolante d'un bâtiment.
- Planchers**
L'isolant est posé sous ou sur le support selon diverses méthodes : panneaux isolants fixés, collés ou déposés ; isolant en vrac ; matelas isolant dans plancher en bois ; isolant insufflé...
- Raccords**
La couche isolante doit être continue. Les joints entre matériaux isolants doivent être parfaitement fermés. Les raccords entre parois isolées doivent être réalisés avec soin. Une grande attention sera portée aux nombreuses jonctions telles que : mur/plancher, mur/toiture, mur/fenêtre...

Remplir d'isolant la totalité de l'espace entre le pare-vapeur et la sous-toiture.

Fixer un isolant sur l'extérieur du mur porteur.

Placer un bloc isolant en vrac collé au pied du mur.

Disposer de l'argile en vrac sur le sol.

Les familles d'isolants

La réglementation européenne des produits de la construction impose le marquage CE sur tous les produits intervenant dans la construction. Le marquage CE implique que le fabricant reconnaît avoir respecté une série de prescriptions générales imposées par l'Europe ; ce n'est pas un label de qualité.

Les mousses synthétiques sont fabriquées à partir de produits dérivés du pétrole. Le procédé de moulage fournit la structure cellulaire composée de cellules fermées.

Ce type d'isolant peut être projeté ou encore fixé par panneaux rigides ou composites.

La laine de roche est issue de roches volcaniques et la **laine de verre** de sables recyclés. La laine est obtenue par fusion à plus de 1000°C, les fibres sont ensuite enrobées de résine.

Le **verre cellulaire** est fabriqué à partir du sable naturel ou du verre recyclé qui est fondu et expansé.

La **perlite** et la **vermiculite** proviennent de roches qui s'expandent de 10 à 20 fois leur volume lorsqu'elles sont soumises à des températures élevées.

L'ouate de **cellulose** est obtenue à partir de papiers imprimés de récupération.

La laine de **chanvre** est fabriquée à partir du chanvre vert et peut être mélangée à un liant pour obtenir des panneaux.

L'isolation en **lin** est fabriquée à partir des fibres courtes du végétal qui ne sont pas utilisées par l'industrie textile.

La **laine de bois** est fabriquée à partir des restes de sciées, de bois d'éclaircissage ou de résineux indigènes.

Le **liège** provient de l'écorce du chêne - liège qui est réduite en granulés, ensuite expansée à la vapeur et enfin transformée en panneaux.

Il existe aussi d'autres matériaux issus des végétaux comme la paille, la fibre de bois, la fibre de coco, le coton recyclé...

La laine de mouton est cardée et traitée contre les insectes et le feu afin d'en assurer la stabilité.

Les **plumes de canard** sont lavées, stérilisées à 150°C, garanties sans matières allergènes. Le liège est assuré par de la laine de mouton et des fibres synthétiques.

Synthétique

Minéral

Végétal

Animal

Polyuréthane
Polystyrène
Mousse phénolique

Laine de roche
Laine de verre
Verre cellulaire
Perlite
Vermiculite

Cellulose
Chanvre
Lin
Laine de bois
Liège

Laine de mouton
Plume de canard

Disponibilité

Cet outil est téléchargeable en format pdf :

<http://www.cifful.ulg.ac.be>

- ➔ Développements
- ➔ Isolation thermique et étanchéité à l'air

Le point sur l'étanchéité à l'air

Cette plaquette est destinée aux ouvriers et aux entrepreneurs de la construction.

Elle présente les grandes techniques qui permettent de garantir l'étanchéité à l'air avec les points de vigilance qu'il faut assurer au niveau des raccords.

Format : A4



Les techniques d'étanchéité à l'air

Pour être efficace, l'étanchéité à l'air doit être réalisée du côté intérieur, en veillant soigneusement à sa continuité sur l'entièreté des parois du volume chauffé. Cela correspond au trait rouge représenté sur le schéma ci-dessous.

Raccords étanches

Un travail très important est de fermer tous les raccords entre les parois :

- murs extérieurs et dalle de sol
- murs extérieurs et murs de refend
- murs extérieurs et planchers intermédiaires
- murs et châssis de portes et fenêtres
- toiture et châssis de fenêtre de toit
- angles des murs extérieurs
- murs et toiture
- raccords de toiture (faîte, noue, arêtier...)

Il est également très important de fermer toutes les jonctions avec les éléments qui traversent l'écran étanche à l'air :

- gaines de ventilation
- cheminée
- trappe vers combles
- accès vers vide sanitaire
- canalisation (eau, gaz, électricité)
- appui des charpentes...

La mesure de l'étanchéité à l'air

Le test d'étanchéité à l'air, appelé aussi test d'infiltrométrie ou test de pressurisation ou encore test « Blower Door », permet de mesurer le degré d'étanchéité à l'air d'un volume.

C'est le seul moyen pour déterminer avec précision les pertes par les fuites d'air dans un bâtiment.

Il est recommandé de le réaliser en 2 temps :

1. Après la pose des films et membranes (pare-vapeur ou freine-vapeur) et des châssis, avec leur raccordement aux parois, avant de poser les enduits et plaques de finition afin de pouvoir corriger tout défaut éventuel.
2. Après la pose des finitions pour évaluer le niveau d'étanchéité à l'air réellement obtenu. Ce résultat pourra être pris en compte dans le calcul de la PEB.

Disponibilité

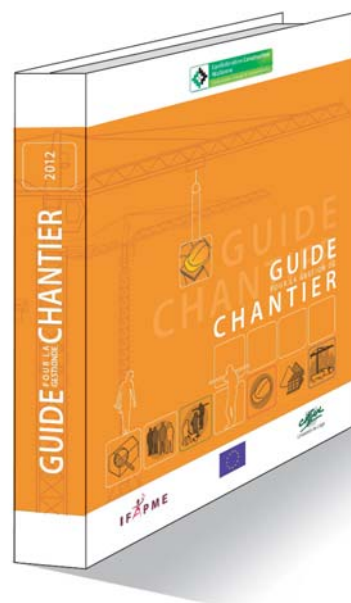
Cet outil est téléchargeable en format pdf :
<http://www.cifful.ulg.ac.be>

- ➔ Développements
- ➔ Isolation thermique et étanchéité à l'air

Guide pour la gestion de chantier

Il s'agit d'un guide d'aide à destination des petites entreprises pour informer, conseiller et aider les entrepreneurs dans les différentes démarches administratives d'un chantier.

Format : classeur A4 - 181 pages



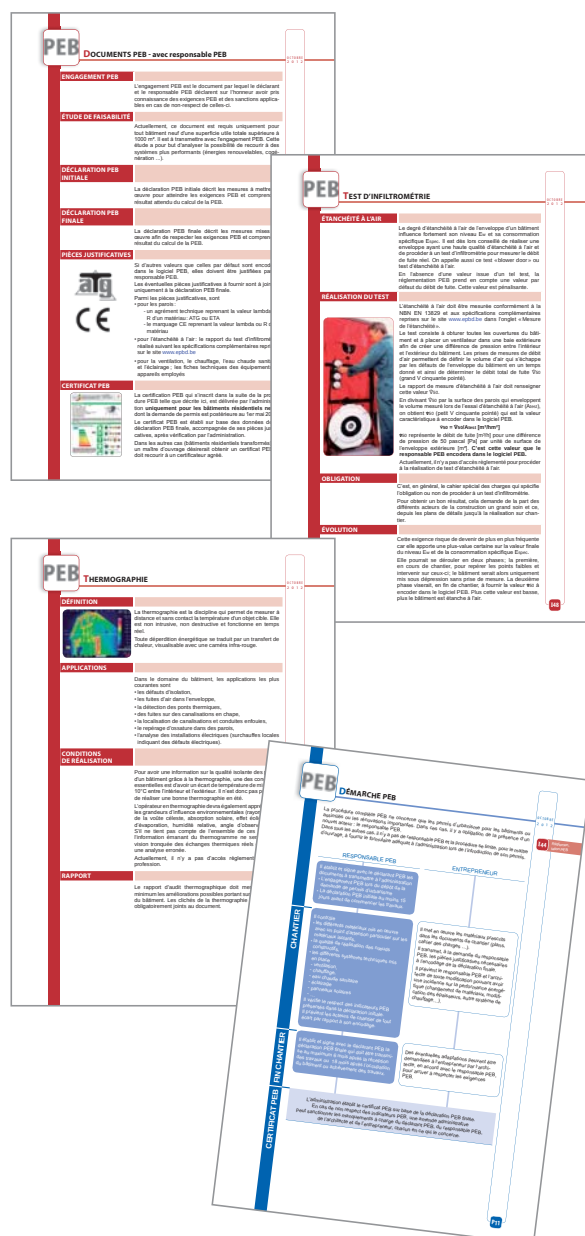
Cet ouvrage aborde la PEB à travers plusieurs fiches :

- Indicateurs PEB
- Documents PEB
- Test d'infiltrométrie
- Thermographie
- La démarche PEB tout au long du chantier
- ...

Disponibilité

Ce guide est téléchargeable en format pdf :
<http://www.cifful.ulg.ac.be>

- ➔ Développements
- ➔ Gestion des chantiers



Chantier vert

Via le site www.veilleconstruction.be, il est possible de suivre le Chantier vert à Frasnes-lez-Anvaing

C'est un projet qui vise à associer la construction durable à une pédagogie innovante de formation.



A travers différents articles, il est possible de suivre les étapes du chantier.

Un article reprend ainsi :

- des photos,
- des plans de détails,
- des explications sur les choix faits en cours de chantier
- ...

Disponibilité

site www.veilleconstruction.be

- ➔ Construction durable
- ➔ Chantier vert

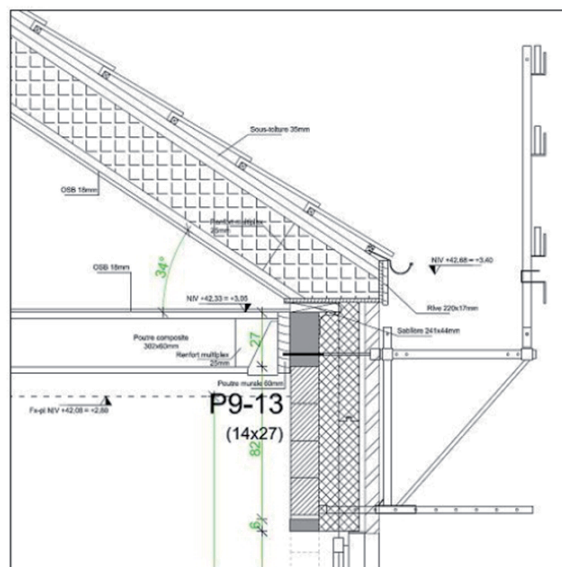


Figure 1: poutre de ceinture