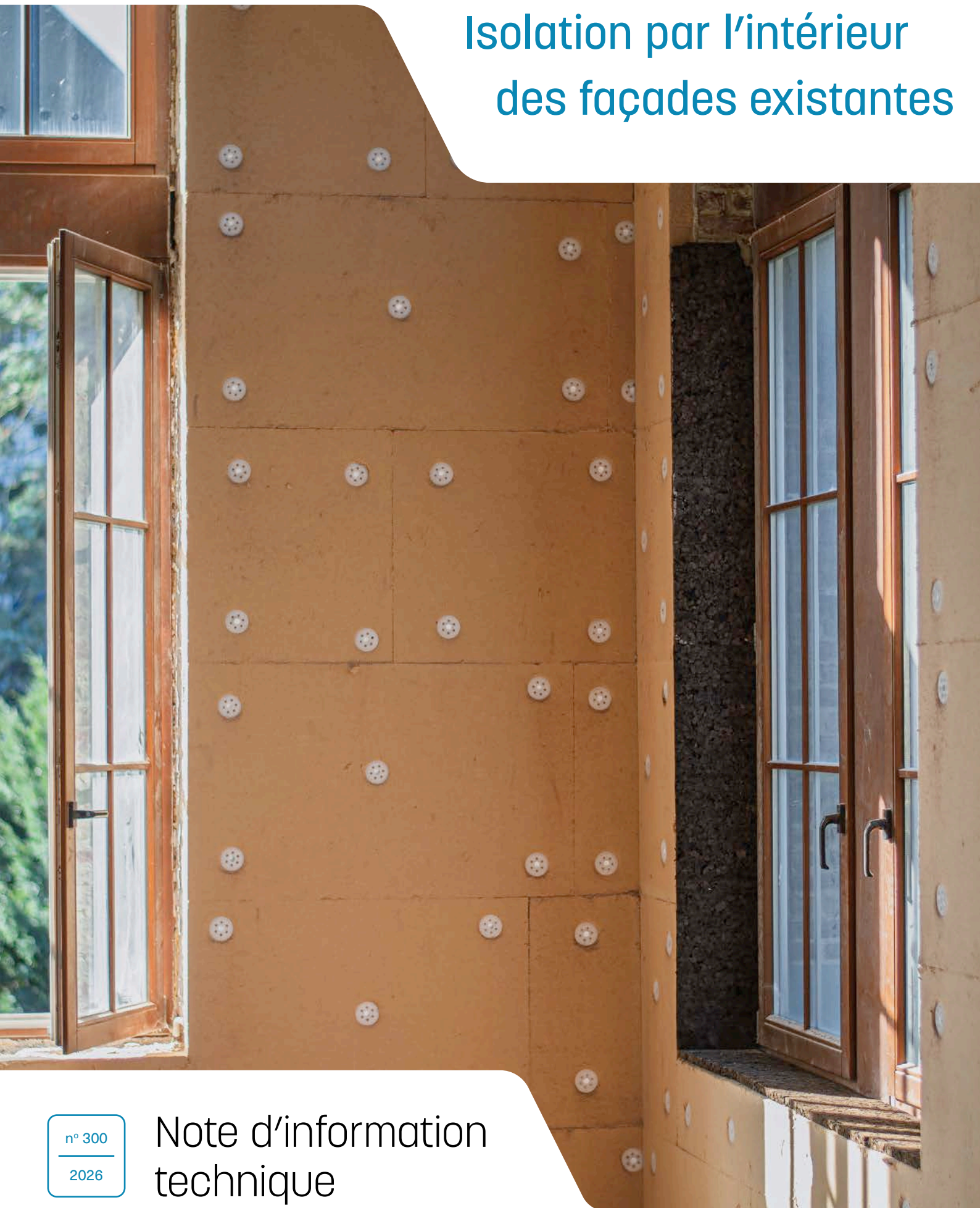


# Isolation par l'intérieur des façades existantes



n° 300

2026

Note d'information  
technique



# Isolation par l'intérieur des façades existantes

La présente Note d'information technique a été élaborée par le groupe de travail 'Isolation par l'intérieur', créé au sein du Comité technique (CT) 'Physique du bâtiment, Confort et Sécurité' de Buildwise. Elle a vu le jour dans le cadre du projet LIFE 'BE REEL!' et de la Guidance technologique C-tech, subsidiée par la Région de Bruxelles-Capitale (Innoviris).



## Composition du groupe de travail :

**Membres :** P. Bailleul (Recticel), L. Bailly (Le Forem), P. Beaujean (Thermilux), J. Beke (Bureau Voor Expertise En Architectuur), B. Biot (Objectif Zéro), K. Calle (Bureau Bouwtechniek), J. Coose (Eltherm), E. De Bolster (SECO/BCCA), J. Declercq (archipelago), A. Donnet (Saint Gobain Isover + Gyproc), P. Eykens (ISOPROC), F. Fossé (ex-Pixii), M. Frédéric (E. De Kempeneer), M. Lacrosse (IsoHemp), S. Motte (Union wallonne des architectes), S. Roels (KU Leuven), L. Ruidant (OTRA), J. Staljanssens (Gevelinzicht), S. Terry (ex-Owens Corning foamglas, solair.cool), C. Van Crombrugge (Evolution architecture), N. Van Den Bossche (Universiteit Gent), E. Van Overmeire (Xella), F. Wattel (R<sup>2</sup>D<sup>2</sup> Architecture) et J. Wiertz (Delhez Systemes)

**Rapporteurs :** T. De Mets et A. Tilmans

## Ont également contribué à l'élaboration du document :

A. Acke, A. Dijkmans, F. Dobbels, E. Douguet, J. Goovaerts, K. Hanthazi, R. Hendrickx (ex-Buildwise), X. Loncour, N. Neelen, F. Poncelet, E. Vereecken (ex-Buildwise) et Y. Vanhellefont

**Traduction et mise en page :** A. Ntumou

**Illustrations :** G. Depret

**Photographies Buildwise :** M. Sohie et al.



# Sommaire

<b>1. ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR : VUE D'ENSEMBLE</b>	<b>7</b>
1.1 Champ d'application de ce document	7
1.2 Techniques de postisolation des façades	7
1.3 Isolation par l'intérieur dans le cadre d'une stratégie de rénovation intégrée	8
1.4 Impact de l'isolation par l'intérieur	9
1.4.1 Impact sur la performance thermique et le confort	9
1.4.2 Impact sur le séchage des murs humides	10
1.4.3 Impact sur le risque de condensation interne	10
1.4.4 Impact sur les détails constructifs	11
1.5 Vue d'ensemble des différents travaux	12
<b>2. EXAMEN PRÉLIMINAIRE DE LA FAÇADE</b>	<b>13</b>
2.1 Présence de dommages ou de problèmes	14
2.2 Exposition aux pluies battantes	15
2.3 Résistance de la maçonnerie au gel	15
2.4 Présence de matériaux fermés à la diffusion de vapeur dans la façade	17
2.5 Présence d'éléments en bois ou en métal encastrés dans la façade	18
<b>3. TYPES DE SYSTÈMES D'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR ET COMPOSANTS</b>	<b>22</b>
3.1 Introduction	22
3.1.1 Système d'isolation à ossature	23
3.1.2 Système d'isolation sans ossature	25
3.1.3 Systèmes d'isolation fermés à la diffusion de vapeur	26
3.1.4 Systèmes d'isolation hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur	26
3.2 Finition extérieure	27
3.2.1 Revêtements de façade ventilés	27
3.2.2 Enduits extérieurs	28
3.2.3 Peintures extérieures	28
3.2.4 Hydrofugation	29
3.3 Finition intérieure existante	30
3.4 Couche d'égalisation	31
3.5 Fixation de l'isolant	31
3.5.1 Ossature	31
3.5.2 Produit de collage	32
3.5.3 Fixation mécanique	33
3.6 Isolant	33
3.7 Couche étanche à l'air	34
3.8 Pare-vapeur	36
3.9 Finition intérieure	37

<b>4. CRITÈRES DE SÉLECTION D'UN SYSTÈME D'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR</b>	<b>38</b>
4.1 État du support	38
4.2 Capacité portante pour les objets lourds	38
4.3 Espace disponible	38
4.4 Approche circulaire respectueuse de l'environnement	39
4.5 Performances acoustiques	41
4.6 Prévention contre l'incendie	43
<b>5. CONCEPTION HYGROTHERMIQUE D'UN SYSTÈME D'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR</b>	<b>45</b>
5.1 Détermination de l'épaisseur d'isolant requise	45
5.2 Détermination de la charge de pluie battante	46
5.3 Détermination de la classe de climat intérieur	47
5.4 Conception hygrothermique en fonction de la charge d'humidité	48
<b>6. CONCEPTION DES DÉTAILS CONSTRUCTIFS</b>	<b>53</b>
6.1 Importance d'une bonne conception des détails constructifs	53
6.2 Règles générales de conception des détails constructifs	54
6.2.1 Continuité de l'isolation	54
6.2.2 Étanchéité à l'air des raccords aux éléments de construction adjacents	55
6.2.3 Phasage des travaux	58
6.3 Conception de détails constructifs spécifiques	59
6.3.1 Raccord en pied de mur	59
6.3.2 Raccord aux menuiseries extérieures	61
6.3.3 Raccord aux murs intérieurs et aux murs mitoyens	62
6.3.4 Raccord aux planchers intermédiaires lourds	64
6.3.5 Raccord aux planchers intermédiaires en bois	65
6.3.6 Raccord aux toitures plates	69
6.3.7 Raccord aux toitures inclinées	69
6.3.8 Raccord aux installations techniques	70
<b>7. CONTRÔLE ET ENTRETIEN</b>	<b>71</b>
7.1 Contrôle de l'exécution	71
7.2 Règles d'entretien pour les habitants	72
<b>ANNEXE A      INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES SUR L'EXAMEN PRÉLIMINAIRE DE LA FAÇADE</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>82</b>



# 1. Isolation par l'intérieur : vue d'ensemble

## 1.1 Champ d'application de ce document

La présente Note d'information technique (NIT) formule des recommandations sur l'isolation par l'intérieur de **façades en brique et en béton de bâtiments d'une hauteur maximale de 25 m**. Elle traite essentiellement de la **postisolation des bâtiments existants**. Pour les constructions neuves, d'autres techniques d'isolation sont indiquées.

Le présent document ne couvre pas l'isolation par l'intérieur d'autres types de façades (en pierre naturelle, p. ex.), de structures à ossature en bois ou en bois massif, de constructions CLT (*cross laminated timber*), de bâtiments à colombages ou à ossature métallique, de bâtiments de plus de 25 m de haut ou de bâtiments situés en zone de rugosité 0 (mer ou zone côtière exposée aux vents côtiers). Il présente toutefois des principes applicables à ces ouvrages après une étude détaillée.

## 1.2 Techniques de postisolation des façades

L'isolation des façades améliore l'efficacité énergétique des bâtiments et le confort des habitants.

Les façades existantes peuvent être postisolées à l'aide de trois techniques combinables (voir figure 1.1) :

- **remplissage de la coulis** : cette méthode vise à remplir la coulis d'un mur creux non isolé. Bien

que rapide et rentable, elle est uniquement applicable si le mur creux répond à certaines conditions (voir NIT 246 [B35]). De plus, elle n'offre pas toujours un niveau d'isolation élevé, puisque l'épaisseur de l'isolant est limitée à la largeur de la coulis et qu'il subsiste souvent d'importants ponts thermiques. Il est cependant possible de la combiner avec une isolation par l'extérieur ou par l'intérieur, ou encore de procéder à une isolation par l'extérieur après avoir enlevé les briques de parement

- **isolation par l'extérieur** : ce type d'isolation peut être parachevé avec un enduit (voir NIT 257 [B6]), un revêtement dur (voir NIT 279 [B39]) ou un bardage ventilé, tel que les bardages en bois (voir NIT 243 [B8]). Il peut également se présenter sous la forme de systèmes de façade préfabriqués (voir Innovation Paper 34 [B3]). L'isolation par l'extérieur permet d'isoler la façade de manière optimale tout en limitant les risques hygrothermiques (peu de détails constructifs, protection du mur existant contre la pluie et le gel, etc.). Il importe toutefois de s'assurer que l'isolation est étanche à la pluie pour éviter les infiltrations d'eau, surtout dans les zones où les raccords sont peu robustes (au niveau des seuils, p. ex.). On notera également que cette technique modifie complètement l'aspect de la façade et que le nouveau revêtement de façade demande un entretien adéquat
- **isolation par l'intérieur** (voir figure 1.2, p. 8) : cette technique est particulièrement intéressante lorsqu'il est impossible ou interdit de modifier l'aspect de la façade. C'est notamment le cas des bâtiments pourvus d'une façade protégée ou situés en zone urbaine, où une extension vers l'extérieur est impossible. Cette technique nécessite une approche systématique expliquée dans la suite du présent document.

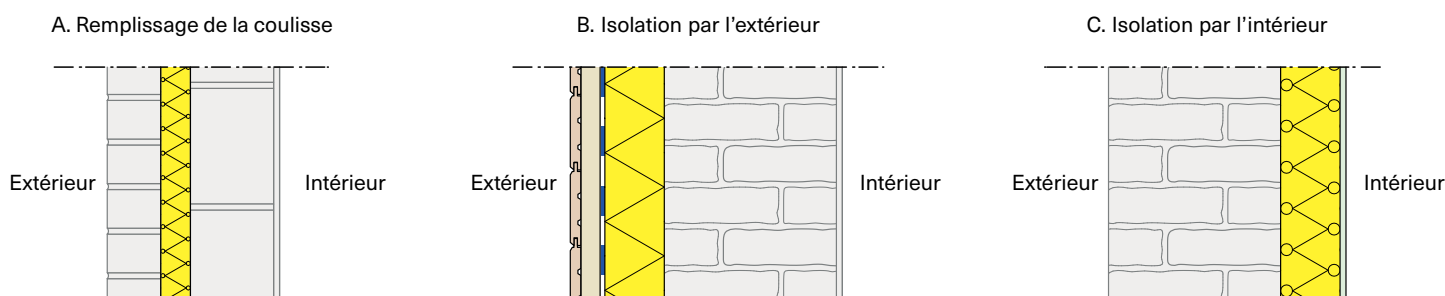


Fig. 1.1 Techniques de postisolation des façades.



**Fig. 1.2** Isolation par l'intérieur d'une façade existante à l'aide de blocs de chaux-chanvre.



**Fig. 1.3** Comme l'isolation par l'intérieur implique souvent des interventions importantes, elle peut être associée à d'autres travaux de rénovation.

Bien que les techniques précitées aient toutes des avantages et des inconvénients, l'isolation par l'extérieur est généralement recommandée (dans la mesure du possible).

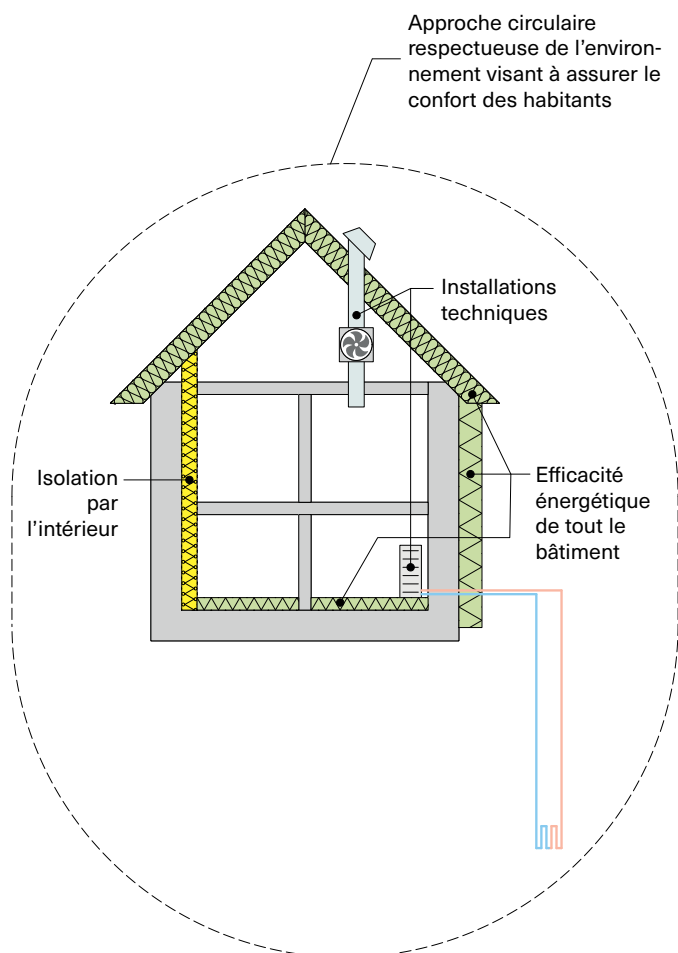
### 1.3 Isolation par l'intérieur dans le cadre d'une stratégie de rénovation intégrée

L'isolation par l'intérieur des façades existantes doit être considérée comme l'un des piliers d'une **stratégie de rénovation intégrée** visant à améliorer durablement l'efficacité énergétique des bâtiments et le confort des habitants. Il est donc vivement conseillé de la combiner avec d'autres travaux de rénovation lorsque le budget et le planning le permettent. Puisque cette technique implique souvent des interventions importantes (voir figure 1.3), elle peut être associée à une série de mesures complémentaires. Cette solution est généralement plus rentable que l'étalement des travaux de rénovation et limite le risque d'un *lock-in*, c'est-à-dire une situation où les décisions passées rendent les améliorations futures plus complexes ou plus chères. Si l'on décide d'étalement les interventions, il est essentiel de prendre en compte les travaux (d'isolation) ultérieurs pour assurer la continuité de l'isolation et de l'étanchéité à l'air sans modifier radicalement les interventions précédentes.

Une stratégie de rénovation globale doit prendre en compte les aspects suivants (voir figure 1.4, p. 9) :

- **l'efficacité énergétique de l'ensemble du bâtiment** : il convient de prévoir l'isolation thermique de toute l'enveloppe du bâtiment (pas seulement des façades, voir [Buildwise Magazine 1/2025 \[B37\]](#)) et de prendre des mesures contre la surchauffe (un pare-soleil, p. ex.). L'isolation thermique doit être effectuée correctement, y compris au niveau des détails constructifs, et prendre en compte l'étanchéité à l'air (voir [NIT 255 \[B21\]](#))
- **l'utilisation durable des matériaux** : une utilisation plus responsable des matériaux demande une stratégie de rénovation circulaire respectueuse de l'environnement, qui passe par la réutilisation des matériaux (carreaux, parquets et portes, p. ex.), des choix conscients (emploi de matériaux à faible impact environnemental ou de matériaux réutilisables et recyclables, p. ex.) et la collecte sélective des déchets lors des travaux (exploitation moins intensive des matériaux, réduction des déchets mis en décharge, amélioration de la recyclabilité)
- **les installations techniques** : pour optimiser le climat intérieur, les travaux d'isolation doivent être accompagnés d'un dimensionnement adéquat de la ventilation du bâtiment (voir [figure 1.5, p. 9](#)) (voir [NIT 258 \[B11\]](#) et [Innovation Paper 41 \[B40\]](#) pour les immeubles d'habitation). Il convient également de considérer une optimisation durable du chauffage (voir [Méthode de dimensionnement 14 \[B1\]](#)), du refroidissement et de la production d'eau chaude sanitaire
- **le confort des utilisateurs** : il est recommandé de viser des performances optimales pour les utilisateurs finaux, notamment en matière de confort thermique et acoustique, de qualité de l'air intérieur et de lumière naturelle.





**Fig. 1.4** L'isolation par l'intérieur (en jaune) doit idéalement faire partie d'une stratégie de rénovation globale.



**Fig. 1.5** La rénovation d'une façade est l'occasion idéale pour l'installation d'un système de ventilation.

## 1.4 Impact de l'isolation par l'intérieur

L'isolation par l'intérieur d'un mur a plusieurs effets. Certains sont bénéfiques, comme l'amélioration des performances thermiques, tandis que d'autres méritent une attention particulière afin d'éviter des dommages lors de travaux ultérieurs. Ce paragraphe présente les avantages et les inconvénients de l'isolation par l'intérieur.

### 1.4.1 Impact sur la performance thermique et le confort

L'isolation par l'intérieur **améliore les performances thermiques des bâtiments**. La plupart d'entre eux, en particulier les constructions anciennes, comportent de grandes portions de murs peu performants sur le plan thermique. Les performances thermiques finales sont déterminées par le type et l'épaisseur de l'isolant, la qualité de sa mise en œuvre et le soin apporté aux détails constructifs.

L'isolation par l'intérieur **optimise le confort thermique en hiver**. En effet, le rayonnement froid des murs non isolés nuit au confort des habitants, ce qui conduit souvent à une augmentation de la température de chauffage des espaces. Une isolation par l'intérieur augmente considérablement la température de la surface murale, ce qui permet d'atteindre le même niveau de confort en réduisant le chauffage.

L'isolation par l'intérieur diminue l'**inertie thermique** du mur existant, accélérant le réchauffement et le refroidissement du bâtiment (l'inertie thermique des autres éléments de construction, tels que les sols et les murs intérieurs, joue également un rôle). Le bâtiment se réchauffe ainsi plus rapidement le matin après s'être refroidi la nuit, ce qui est notamment utile pour les constructions utilisées de manière intermittente.

La diminution de l'inertie thermique peut soulever des inquiétudes quant au **confort en période estivale**. Toutefois, cet aspect dépend principalement de mesures liées à la conception et à l'utilisation du bâtiment (voir [V4], [V3] et [G1]), notamment :

- **la limitation des apports solaires** : si le bâtiment comporte des fenêtres orientées à l'est, au sud ou à l'ouest, il est recommandé d'installer une protection solaire extérieure (de préférence à fonctionnement automatique). En effet, l'énergie solaire qui passe à travers une fenêtre peut être 100 à 200 fois supérieure à celle qui passe à travers un mur
- **l'utilisation de techniques de refroidissement passif**, telles que la ventilation nocturne (c'est-à-dire l'ouverture des fenêtres la nuit)

- **le refroidissement actif** : cette solution peut être appliquée en complément. Dans ce cas, il y a lieu d'accorder une attention particulière à la consommation énergétique du système choisi.

En fonction du système d'isolation utilisé, l'isolation par l'intérieur peut avoir des effets positifs ou négatifs sur le **confort acoustique** (voir § 4.5, p. 41, pour plus de détails).

Cette technique a généralement un faible impact sur la **transmission de lumière naturelle**. Si nécessaire, il est possible d'effectuer des ajustements techniques en cas de diminution de celle-ci (agrandissement des baies de fenêtre, p. ex.).

## 1.4.2 Impact sur le séchage des murs humides

L'installation d'un système d'isolation par l'intérieur réduit les **possibilités de séchage des murs existants**. Cela s'explique principalement par le fait que, en saison de chauffe, le mur existant est plus froid et sèche plus lentement (voir figure 1.6). Ce problème peut toutefois être atténué par une conception adaptée (voir chapitre 5, p. 45).

Le ralentissement du séchage pose surtout problème lorsque les murs isolés sont exposés à une forte humidité (due aux pluies, p. ex.), qui entraîne une **augmentation significative du taux d'humidité** par rapport à des murs non isolés. Ce phénomène s'accroît lorsque le système d'isolation présente une résistance thermique et une résistance à la diffusion de vapeur élevées [D5, V6].

Pour déterminer l'impact du ralentissement du séchage, l'inspection du bâtiment doit prendre en compte :

- **les sources d'humidité** (voir § 2.1, p. 14) : il convient de repérer les endroits où l'humidité s'infiltré dans la façade et de déterminer comment ce phénomène se produit. Des pathologies telles que l'humidité ascensionnelle doivent être traitées avant l'isolation par l'intérieur
- **les couches fermées à la diffusion de vapeur** (voir § 2.4, p. 17) : la présence de finitions extérieures ou intérieures fermées à la diffusion de vapeur peut limiter considérablement le séchage des murs
- **les matériaux sensibles à l'humidité** : certains **éléments en bois ou en métal** encastés dans la façade (solives ou linteaux, p. ex.) (voir § 2.5, p. 18) peuvent pourrir ou être altérés par la corrosion lorsqu'ils sont exposés à l'humidité. Les **maçonneries sensibles au gel** (voir § 2.3, p. 15) peuvent être endommagées

par la combinaison d'une hausse du taux d'humidité et d'une baisse des températures.

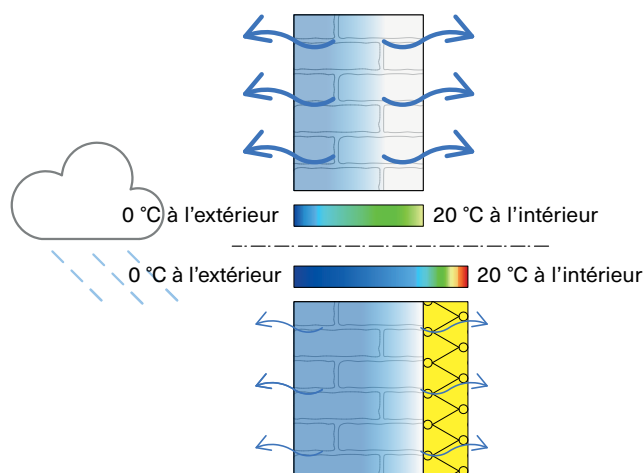


Fig. 1.6 Ralentissement du séchage après une isolation par l'intérieur (situation en période hivernale).

## 1.4.3 Impact sur le risque de condensation interne

L'isolation par l'intérieur modifie le comportement thermique du mur, conduisant, en saison de chauffe, à un refroidissement de la zone située entre le mur et l'isolation. Cela peut entraîner une condensation interne de deux manières (voir figure 1.7, p. 11) :

- **par convection d'air** : dans ce cas, des fuites provoquent une circulation d'air derrière l'isolation. Comme cet air a un taux d'humidité élevé, sa présence peut entraîner une condensation importante dans le mur, ce qui peut l'endommager [D6] ou dégrader les performances thermiques. Il est donc essentiel de rendre le système d'isolation étanche à l'air et d'éviter les fuites
- **par diffusion de vapeur** : il s'agit d'un processus assez lent au cours duquel les molécules de vapeur d'eau migrent à travers le mur en saison de chauffe (généralement de l'intérieur vers l'extérieur). Pour éviter une condensation excessive, les murs devraient être conçus avec une perméabilité à la vapeur croissante vers l'extérieur. Cela est toutefois rarement possible avec une isolation par l'intérieur, car la façade existante est relativement fermée à la diffusion de vapeur. Le système d'isolation par l'intérieur doit donc être soigneusement conçu pour éviter une condensation excessive (voir § 5.4, p. 48).

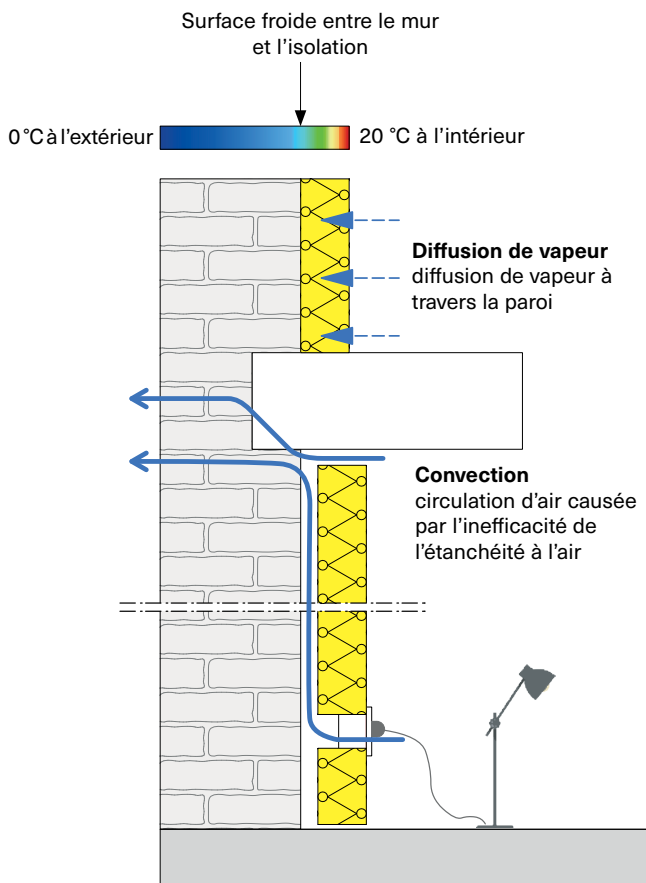


Fig. 1.7 Condensation interne due à la diffusion de vapeur ou à la convection d'air.

Une conception soignée et une installation rigoureuse du système d'isolation par l'intérieur réduisent considérablement le risque d'accumulation d'humidité ou de dommages liés à la condensation interne.

## 1.4.4 Impact sur les détails constructifs

Lors de la pose d'un système d'isolation par l'intérieur, il n'est pas toujours possible de garantir la continuité de l'isolant au niveau des détails constructifs (raccords aux murs de refend et aux sols, p. ex.) (voir figure 1.8). Ces ponts thermiques peuvent entraîner des **pertes de chaleur localisées**, qui peuvent être limitées grâce à une conception correcte des détails constructifs. Cela améliore les performances thermiques globales de la façade. Si les détails constructifs ne sont pas traités rigoureusement, les améliorations thermiques souhaitées peuvent être compromises.

La température de surface est généralement plus faible au niveau des détails constructifs que sur le reste de la surface interne de la façade. Une conception correcte de ces détails permet de maintenir la température à un niveau suffisamment élevé pour éviter la **condensation superficielle** ou le **développement de moisissures**.

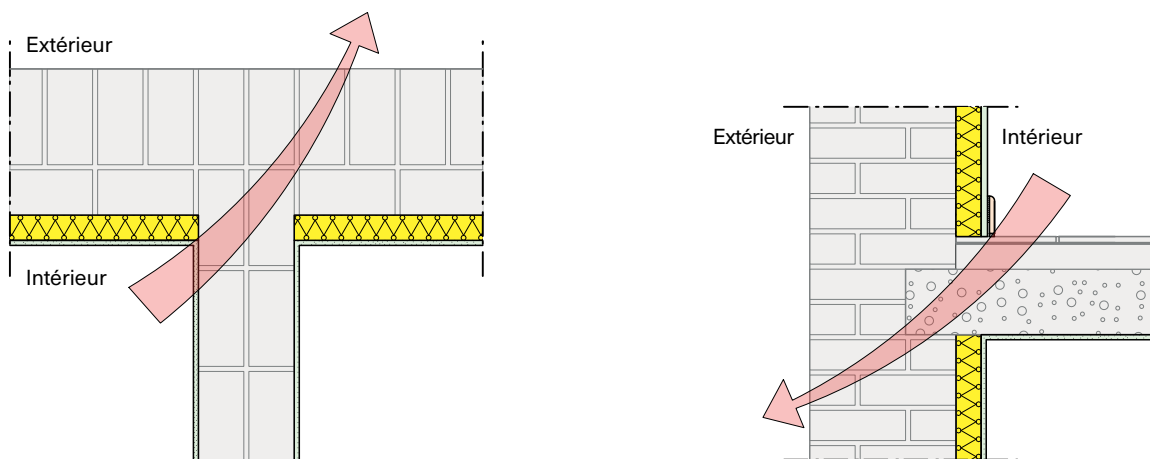


Fig. 1.8 Exemples de détails constructifs à l'origine de ponts thermiques importants.

## Prévention des problèmes d'humidité au niveau des détails constructifs

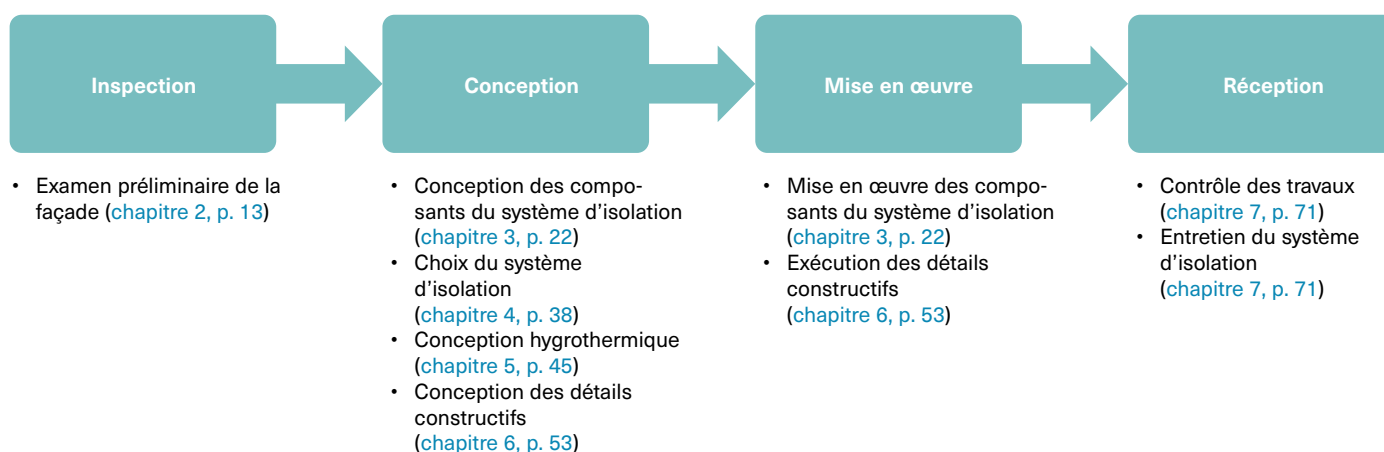
- L'isolation par l'intérieur doit inclure les embrasures des portes et des fenêtres, car ces zones peuvent être très froides et favoriser la condensation ou l'apparition de moisissures.
- Dans les environnements intérieurs caractérisés par une forte production d'humidité et/ou une ventilation insuffisante, une mauvaise conception des détails constructifs augmente le risque de condensation ou d'apparition de moisissures. L'augmentation du taux d'humidité du climat intérieur peut aussi être due à l'amélioration de l'étanchéité à l'air du bâtiment après les travaux de rénovation. Ce problème peut toutefois être résolu par une bonne conception du système de ventilation (voir NIT 258 [B11] et Innovation Paper 41 [B40]), d'où l'importance d'une stratégie de rénovation intégrée.

Le [chapitre 6 \(p. 53\)](#) explique comment traiter efficacement les détails constructifs et limiter l'impact des ponts thermiques.

## 1.5 Vue d'ensemble des différents travaux

Pour éviter que les travaux d'isolation par l'intérieur n'entraînent une dégradation du mur ou du bâtiment (voir [§ 1.4, p. 9](#)), il convient d'adopter une approche systématique structurée en quatre étapes (voir figure 1.9) :

- **l'inspection** : avant d'isoler une façade par l'intérieur, il importe de l'examiner en profondeur afin d'identifier les points nécessitant des mesures particulières (voir [chapitre 2, p. 13](#))
- **la conception** : pour bien concevoir un système d'isolation par l'intérieur, il est essentiel de connaître ses composants et les exigences auxquelles ils doivent répondre (voir [chapitre 3, p. 22](#)). Il convient également de considérer les critères pouvant influencer le choix du système d'isolation (voir [chapitre 4, p. 38](#)), tout en tenant compte des performances hygrothermiques visées (voir [chapitre 5, p. 45](#)). Une attention particulière doit aussi être accordée à la conception de l'isolation au niveau des détails constructifs (voir [chapitre 6, p. 53](#))
- **l'exécution** : les principes généraux de mise en œuvre des composants du système d'isolation sont décrits au [chapitre 3 \(p. 22\)](#) et les détails constructifs au [chapitre 6 \(p. 53\)](#)
- **la réception** : cette dernière étape comprend le contrôle des travaux et l'application de règles générales d'entretien (voir [chapitre 7, p. 71](#)).



**Fig. 1.9** Étapes de l'isolation par l'intérieur d'une façade.

## 2. Examen préliminaire de la façade

Avant d'isoler une façade par l'intérieur, il est essentiel de l'**inspecter en profondeur** pour déterminer si son état le permet ou s'il y a lieu de prendre des mesures pour éviter d'aggraver les problèmes existants ou de causer des dégâts.

Cette inspection est toujours menée **sur site**. Bien qu'un contrôle visuel donne généralement le plus d'informations, d'autres sens peuvent également fournir des indices révélateurs. Par exemple, une odeur de moisi peut indiquer le développement de moisissures, tandis qu'un son creux peut révéler une mauvaise adhérence de l'enduit ou des dommages internes.

Il est aussi vivement conseillé d'effectuer des **tests non destructifs** (mesure du taux d'humidité à l'aide d'humidimètres électriques, détection de la présence de sels au moyen de bandelettes indicatrices, p. ex.) ou des **mesures destructives** éventuellement suivies d'analyses en laboratoire. Ces opérations sont toutefois plus radicales et généralement plus chères.

Ce chapitre explore les aspects à vérifier avant une isolation par l'intérieur, car ceux-ci peuvent donner lieu à des mesures (correctives) préliminaires. Il s'agit notamment de :

- la présence de dommages ou de problèmes (voir § 2.1, p. 14)
- l'exposition aux pluies battantes (voir § 2.2, p. 15)
- la résistance de la maçonnerie au gel (voir § 2.3, p. 15)
- la présence de matériaux fermés à la diffusion de vapeur dans la façade (voir § 2.4, p. 17)
- la présence d'éléments en bois ou en métal encastrés dans la façade (voir § 2.5, p. 18).

Certaines situations demandent un examen plus approfondi. L'**annexe A** (p. 73) aborde en détail les aspects susmentionnés et présente une série de points méritant une attention particulière.

Un examen approfondi doit également porter sur :

- **la finition intérieure** (voir § A.3, p. 77). Il est essentiel de vérifier l'état, la stabilité et la cohésion des enduits. Il convient aussi de déterminer leur nature et leur sensibilité à l'humidité ou encore de vérifier s'ils comportent des couches fermées à la diffusion de vapeur (certains types de papiers peints, peintures et carrelages, p. ex.). Les contre-cloisons doivent être éliminées
- **les conduites sanitaires et les conduites de chauffage** (voir § A.4.5, p. 79). Toutes les conduites qui resteront en service après les travaux de rénovation doivent être déplacées du côté chaud de l'isolant pour éviter des dégâts de gel
- **la composition du mur** (voir § A.1.1, p. 73). Il convient d'identifier les différentes couches du mur, de déterminer leur épaisseur et de vérifier si le mur comporte une coulisse. Les problèmes de stabilité doivent être résolus
- **les détails constructifs**. Il est conseillé de contrôler les raccords de l'isolation par l'intérieur aux autres éléments de construction et les interruptions éventuelles de l'isolation. Cela permet de concevoir les détails constructifs de façon précise
- **la valeur patrimoniale** (voir § A.1.4, p. 74). Les bâtiments protégés peuvent être soumis à des prescriptions applicables aux travaux d'isolation par l'intérieur.

**Tableau 2.1** Proposition de répartition des tâches et des responsabilités des travaux précédant l'isolation par l'intérieur.

Tâches précédant les travaux d'isolation	Responsable
Contrôle visuel ou identification des éléments de façade problématiques ou endommagés à l'aide d'outils simples (humidimètre, p. ex.). Cette inspection vise à détecter la présence de : <ul style="list-style-type: none"><li>• dégâts de gel sur la maçonnerie</li><li>• éléments en bois ou en métal encastrés dans la façade</li><li>• conduites sanitaires ou conduites de chauffage</li><li>• enduit ou finition intérieure inadaptée</li></ul>	Entrepreneur chargé des travaux d'isolation
Détermination de l'exposition à la pluie	Entrepreneur chargé des travaux d'isolation
Détermination de la composition de la façade	Entrepreneur chargé des travaux d'isolation
Détection de la présence de matériaux fermés à la diffusion de vapeur <sup>(1)</sup>	Expert
Recherche des causes des dommages ou des problèmes identifiés (dégâts de gel, p. ex.) et proposition de solutions	Expert
Réparation des dommages ou des problèmes avant l'isolation par l'intérieur	Entrepreneur spécialisé dans les travaux de réfection <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> En cas de doute, on peut supposer, par précaution, que la présence d'une finition extérieure (peinture et/ou enduit) ralentit le séchage du mur.  
<sup>(2)</sup> Ces travaux ne relèvent pas des tâches habituelles de l'entrepreneur chargé de l'isolation par l'intérieur.

Certaines des tâches précitées ne relèvent pas du domaine d'intervention habituel de l'entrepreneur chargé des travaux d'isolation.

Le [tableau 2.1 \(p. 13\)](#) présente une proposition de répartition des tâches et indique celles qui demandent l'intervention d'un **expert** (intervenant disposant de connaissances suffisantes dans le domaine concerné - il peut s'agir de l'entrepreneur). L'utilisation de ce tableau n'est pas nécessaire si le maître d'ouvrage précise ses attentes à l'entrepreneur afin qu'il en tienne compte dans son devis.

Le comportement d'un système d'isolation par l'intérieur dépend aussi du climat intérieur. Il incombe donc à l'utilisateur de ventiler les espaces en permanence. Si le maître d'ouvrage ne dispose pas d'un système de ventilation, l'entrepreneur doit l'informer des effets positifs d'un tel système sur le climat intérieur et sur le système d'isolation par l'intérieur.

## 2.1 Présence de dommages ou de problèmes

L'isolation par l'intérieur est uniquement envisageable si la maçonnerie est en bon état, car elle peut aggraver les problèmes existants ou causer des dommages. Cette technique ne peut en aucune manière être utilisée pour camoufler des problèmes d'humidité existants.

Avant de réparer les dommages, il y a lieu de déterminer leur cause et de la traiter (voir figure 2.1). Toutefois, cela n'est pas toujours facile pour les raisons suivantes :

- les dommages peuvent avoir plusieurs origines (par exemple, la présence d'une bande d'humidité horizontale peut être due à l'humidité ascensionnelle, aux sels hygroscopiques ou aux éclaboussures d'eau de pluie)
- une même cause peut avoir différentes conséquences (par exemple, l'humidité ascensionnelle peut provoquer des dégâts de gel, l'apparition de moisissures, l'écaillage des finitions, etc.)
- les dommages sont parfois dus à des problèmes locaux ou structurels (tels que des fissures causées par des problèmes de stabilité entraînant l'infiltration de l'humidité).

L'origine des dommages peut généralement être déterminée par l'expérience et par des mesures détaillées. Par exemple, il peut être utile de vérifier si l'humidité se trouve uniquement à la surface de la maçonnerie ou si elle est également présente à l'intérieur de celle-ci (voir [figure 2.2, p. 15](#)). En cas de doute, il est recommandé de demander l'avis d'un expert.

Après avoir traité la cause des dommages, il y a lieu de les réparer à l'aide de matériaux compatibles, c'est-à-dire

adaptés à la maçonnerie existante, au mortier d'origine et à l'exposition du mur.

Une fois un problème d'humidité résolu, il est essentiel de prévoir un temps de séchage suffisant, car il faut des mois, voire des années, pour que le mur retrouve des conditions d'humidité normales et saines. Cet aspect doit être pris en compte dans la planification des travaux.

Pour identifier les problèmes de façon précise, on peut se baser sur la matrice du [tableau 2.2 \(p. 20\)](#), qui présente quelques dommages courants et leurs causes potentielles. Il convient d'utiliser ce tableau avec précaution, car il propose une liste incomplète. De plus, dans les situations complexes, d'autres causes peuvent être pertinentes.



**Fig. 2.1** Apparition de moisissures en raison des remontées capillaires. Il convient de traiter la cause du problème avant l'isolation par l'intérieur. Cette technique ne peut en aucun cas être utilisée pour camoufler des problèmes d'humidité existants.

### Mode d'emploi de la matrice du tableau 2.2 (p. 20)

1. La colonne 'Dommage' sert de checklist lors de l'inspection du bâtiment de l'intérieur et de l'extérieur. Elle présente les pathologies les plus fréquentes et propose une méthode de travail systématique.
2. Pour chaque dommage identifié, différentes causes sont explorées : les plus courantes en vert et les moins courantes en gris.
3. La matrice contient des références à des documents pertinents de Buildwise, classés selon la nature et la cause des dommages. Ils peuvent être consultés en cas de doute ou pour aller plus loin.

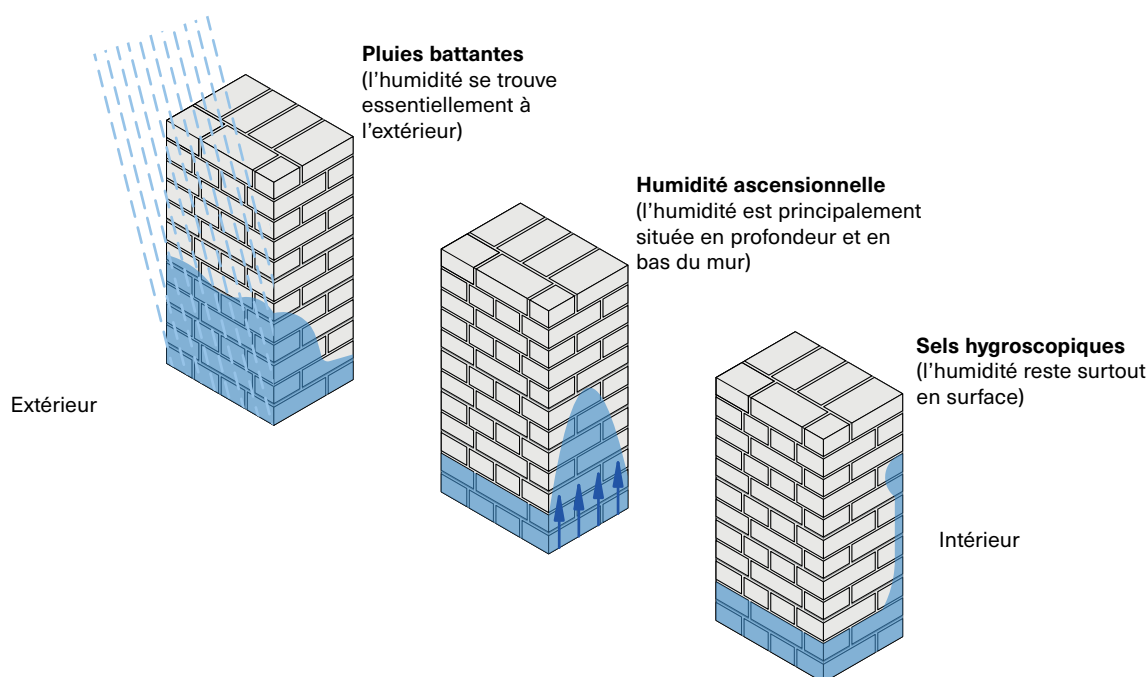


Fig. 2.2 Les problèmes d'humidité se manifestent de différentes manières selon leur cause.

## 2.2 Exposition aux pluies battantes

À moins qu'il n'y ait d'autres problèmes d'humidité (ou que ceux-ci aient été résolus), les pluies battantes constituent généralement la principale source d'humidité dans les façades. Leur impact dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- **l'orientation de la façade** (voir figure 2.3, p. 16). Il s'agit souvent du critère déterminant. On distingue :
  - les façades faiblement exposées aux pluies battantes, orientées du nord-ouest au sud-est (via le nord)
  - les façades fortement exposées aux pluies battantes, orientées du sud-est au nord-ouest (via le sud)
- **la composition du mur**. Les murs creux, les façades en béton et les façades pourvues d'un revêtement extérieur absorbent généralement moins d'eau de pluie que les murs massifs non protégés
- **la présence d'une protection locale**. Certaines parties de la façade peuvent être protégées par des éléments en saillie, tels qu'une corniche, une gouttière, un balcon ou un auvent, qui protègent la façade sur une hauteur égale à environ quatre fois leur largeur (voir figure 2.4, p. 16). Les zones protégées sont généralement moins exposées aux pluies battantes
- **la hauteur de la façade**. Plus le bâtiment est haut, plus il est soumis aux pluies battantes et à la pression du vent. La présente Note d'information technique porte sur les bâtiments d'une hauteur maximale de 25 m. Les bâtiments plus hauts nécessitent une étude spécifique
- **le relief, les constructions environnantes et les obstacles**. Les environnements ouverts, comme les

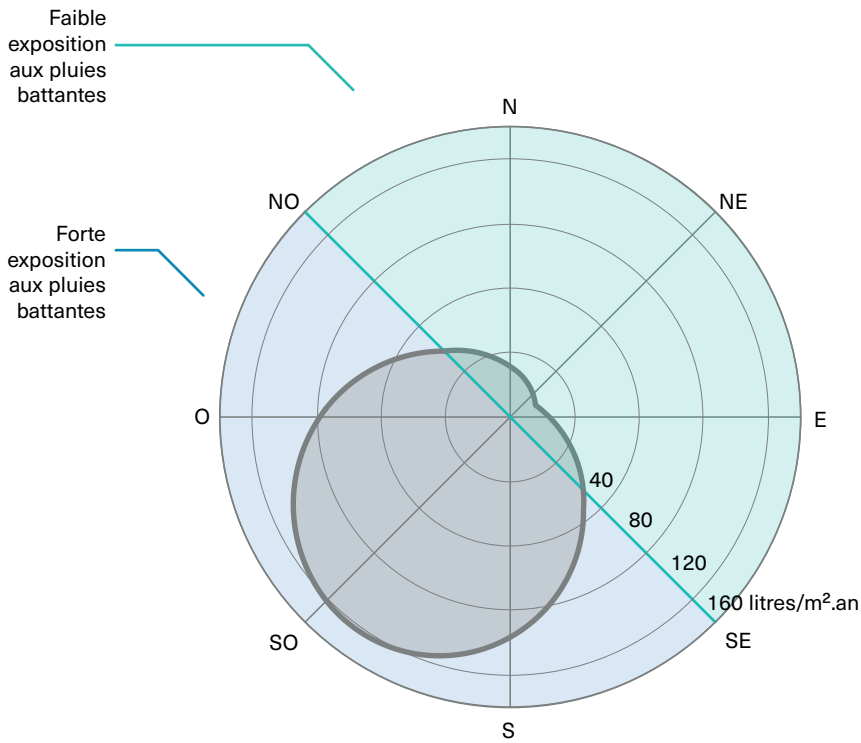
régions côtières ou les paysages plats, sont plus exposés aux précipitations. Les zones urbaines sont moins touchées par ce phénomène, car le vent y est généralement plus faible [Z1]. Comme ces facteurs environnementaux dépendent surtout de la situation, ils ne seront pas systématiquement pris en compte dans le présent document. Dans certains cas, une classe d'exposition inférieure peut être choisie si l'on prend des précautions. En cas de doute, il est recommandé de ne pas tenir compte de la protection offerte par les bâtiments ou les obstacles environnants.

La charge de pluie battante joue un rôle important dans la conception du système d'isolation par l'intérieur. Le § 5.2 (p. 46) définit trois classes de charge de pluie battante : **négligeable**, **faible** ou **élevée**.

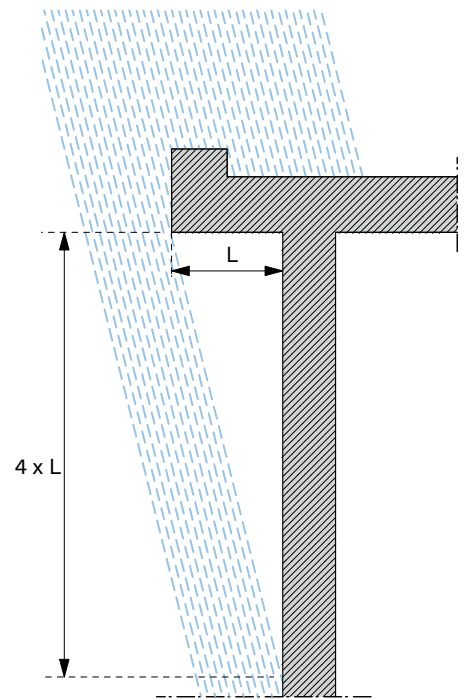
## 2.3 Résistance de la maçonnerie au gel

Une isolation par l'intérieur augmente l'exposition de la maçonnerie au gel. Pour éviter des dégâts, il est essentiel d'évaluer correctement la résistance au gel du mortier et des éléments de maçonnerie. En effet, une résistance élevée limite le risque de dommages.

La résistance au gel peut être évaluée à l'aide d'un **examen visuel**. Lors de ce contrôle, il y a lieu d'accorder une attention particulière aux parties de la façade les plus exposées à l'humidité et au froid, telles que les cheminées, les rives de toiture et les pieds de mur (voir figure 2.5, p. 16). La présence ou l'absence de dégâts dans ces zones permet



**Fig. 2.3** Quantité de pluie tombant sur une façade en fonction de son orientation (moyenne annuelle basée sur le climat d'Uccle).



**Fig. 2.4** Les éléments en saillie protégent la façade sur une hauteur égale à quatre fois leur largeur (L).

d'anticiper le comportement des autres parties de la façade après l'isolation par l'intérieur.

La résistance au gel des éléments de maçonnerie peut être déterminée **à partir du type de maçonnerie ou de l'expérience acquise avec des bâtiments similaires**. En cas de doute, il est possible de mener des **tests destructifs en laboratoire**. Le § A.1.2 (p. 74) contient plus d'informations à ce sujet.



**Fig. 2.5** Briques endommagées par le gel.

Si l'évaluation montre que les **briques de parement ne sont pas assez résistantes au gel**, il y a lieu de prévoir une  **finition extérieure appropriée**  pour assurer l'étanchéité à la pluie (voir § 3.2, p. 27). Sans ce revêtement, il est déconseillé d'isoler par l'intérieur une façade sensible au gel. Il est préférable d'appliquer une finition extérieure qui garantit une charge de pluie battante négligeable ou faible (voir § 5.2, p. 46). Dans ce dernier cas, il est impératif que la maçonnerie ne soit pas endommagée et qu'elle soit compatible avec la finition utilisée, sous peine d'empirer le problème.

La nécessité d'appliquer une finition extérieure est également déterminée par la **quantité de pluie** qui tombe sur la façade. Si les dommages sont uniquement visibles sur les façades fortement exposées aux pluies battantes, les façades restantes peuvent être isolées sans mesures de protection complémentaires.

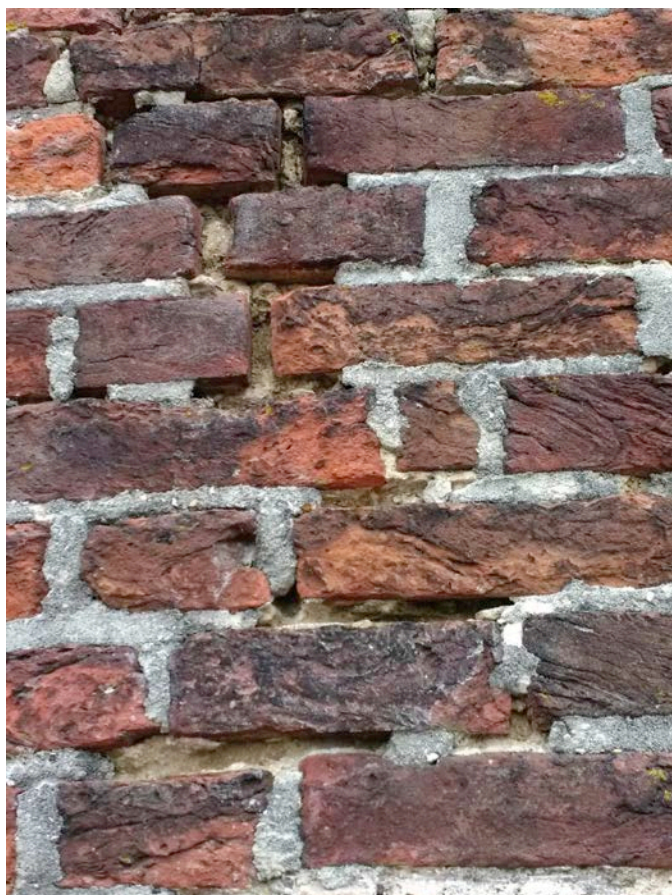
Lorsque le mortier est endommagé par le gel, les mesures à prendre dépendent de la situation :

- si les dommages concernent **uniquement le mortier de jointoiment**, celui-ci peut être remplacé par un mortier résistant au gel compatible avec l'exposition de la maçonnerie et le mortier de pose. Dans les bâtiments anciens (construits avant 1930), on rencontre généralement des mortiers à la chaux (hydraulique ou aérienne) ou des mortiers bâtards. Dans ce cas, il est déconseillé d'utiliser des mortiers de ciment pur pour le rejointoiment. En effet, ces derniers empêchent un



séchage optimal en raison de leur faible porosité, ce qui peut entraîner leur expulsion (voir figure 2.6)

- si le **mortier de pose** est également affecté, une finition extérieure est requise. Ce type de dommage se reconnaît aux signes suivants : expulsion des joints, apparition de minces fissures et perte de cohésion du mortier, qui présente parfois un aspect feuilleté.



**Fig 2.6** Expulsion des joints de mortier de ciment frais par un mortier de pose sensible au gel.

## 2.4 Présence de matériaux fermés à la diffusion de vapeur dans la façade

Les matériaux fermés à la diffusion de vapeur limitent l'évaporation de l'humidité. Étant donné que l'isolation par l'intérieur ralentit le séchage de la façade (voir § 1.4.2, p. 10), il est essentiel de vérifier si la présence de ces matériaux ne constitue pas un facteur de risque. En effet, une évacuation insuffisante de la vapeur peut entraîner une accumulation d'humidité dans la façade.

Il n'est pas toujours facile d'évaluer correctement les matériaux utilisés dans la façade et leurs caractéristiques. En cas de doute, il est recommandé de demander l'avis d'un expert. Vous trouverez ci-dessous les recommandations générales pour quelques finitions extérieures courantes :

- **peintures extérieures** (voir § A.1.2, p. 74). Sauf indication contraire, il est recommandé de considérer les couches de peinture existantes comme fermées à la diffusion de vapeur. Les variantes à la chaux et aux silicates sont généralement plus ouvertes à la diffusion de vapeur que les variantes alkydes ou à base d'huile de lin. Cette ouverture peut toutefois être réduite par l'ajout de pigments, de charges ou d'additifs, ou par la superposition de plusieurs couches de peinture. Comme il est difficile de déterminer le nombre de couches et la composition exacte des peintures existantes, il est plus prudent de les considérer comme fermées à la diffusion de vapeur
- **enduits extérieurs** (voir § A.2.2, p. 75). Les enduits à base de chaux (voir figure 2.7) sont généralement plus ouverts à la diffusion de vapeur que ceux à base de liant fortement hydraulique ou de ciment. Les enduits à base de ciment sont plus susceptibles de présenter des fissures de retrait. Une isolation par l'intérieur est donc



**Fig. 2.7** Enduits extérieurs à base de chaux (à gauche) et de ciment (à droite).

un choix risqué, à moins que la couche d'enduit soit en bon état et régulièrement contrôlée après l'isolation

- **revêtements durs adhérents ou émaillés** (voir § A.2.4, p. 76, et § A.2.5, p. 76). Les revêtements tels que les briques émaillées, les plaques de pierre naturelle appliquées au mortier ou les carrelages et les mosaïques en céramique sont généralement très fermés à la diffusion de vapeur (voir figure 2.8). Ils peuvent également permettre l'infiltration d'eau dans la façade par des joints ou de petites fissures. Ces revêtements sont toutefois moins susceptibles de ralentir le séchage de la façade lorsqu'ils sont appliqués localement (sous forme de plinthes, p. ex.)
- **bardages ventilés** (voir § A.2.6, p. 77). Pour les revêtements de façade comportant une lame d'air ventilée (ardoises, profilés synthétiques, panneaux de bois, p. ex.), l'ouverture à la diffusion de vapeur du revêtement est souvent moins cruciale en raison de la ventilation de la lame d'air. Toutefois, dans les bâtiments anciens, il est possible de rencontrer des ardoises en amiante-ciment, qui nécessitent des mesures particulières.



**Fig. 2.8** Les briques émaillées (à gauche) et les carreaux appliqués au mortier (à droite) sont généralement très fermés à la diffusion de vapeur.

Si la façade comporte une finition extérieure fermée à la diffusion de vapeur (ou si l'on suppose, par précaution, que la finition existante freine la diffusion de vapeur), sa conservation dépend de la situation :

- **forte exposition aux pluies battantes** : il est conseillé de remplacer la finition existante par une nouvelle finition appropriée
- **faible exposition aux pluies battantes** : la finition peut être conservée si elle est en bon état

- **mur creux** : la finition peut être conservée si elle n'est pas endommagée et si la coulisse est ventilée. Dans ce cas, il est déconseillé de post-isoler la coulisse.

## 2.5 Présence d'éléments en bois ou en métal encastrés dans la façade

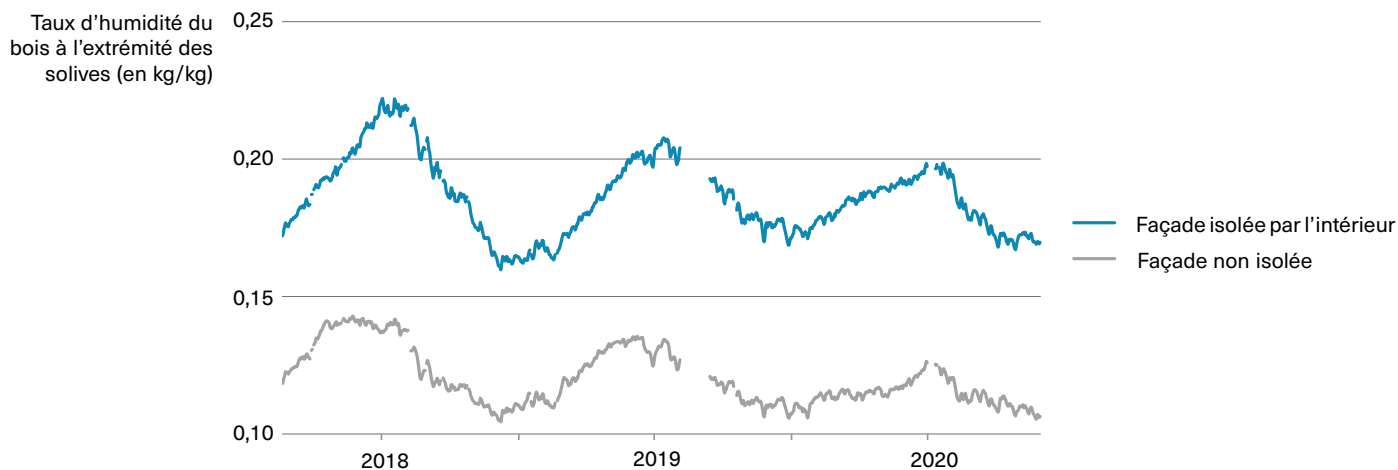
Si la façade comporte des éléments encastrés en bois ou en métal (solives ou linteaux, p. ex.), il convient de les inspecter en profondeur avant l'isolation par l'intérieur, car cette technique ralentit le séchage du mur, ce qui peut augmenter le taux d'humidité de la façade (voir § 1.4.2, p. 10) et le risque de dégradation de ces éléments (pourrissement du bois, corrosion, p. ex.) (voir figure 2.9, p. 19).

L'inspection commencera par un contrôle de l'état des éléments en bois ou en métal, au moyen d'un sondage ou d'une endoscopie locale pour les solives ou au moyen d'un examen à l'œil nu pour la corrosion de l'acier. En ce qui concerne les éléments en bois, il est recommandé de vérifier la profondeur des dommages en insérant un poinçon dans le bois (voir figure 2.10) ou en effectuant des mesures à l'aide d'un humidimètre électrique.



**Fig. 2.10** Insertion d'un poinçon dans une solive en bois endommagée. Il est conseillé de déterminer la cause du dégât avant de réparer la solive ou de la remplacer.

Une fois les dommages détectés, il est essentiel de trouver leur origine pour savoir s'ils peuvent se reproduire ou s'aggraver après l'isolation par l'intérieur. Par exemple, les dégâts dus à une fuite ponctuelle sont normalement moins susceptibles de se reproduire que ceux causés par



**Fig. 2.9** Les extrémités des solives présentent un taux d'humidité beaucoup plus élevé dans le cas d'une façade isolée par l'intérieur que dans le cas d'une façade non isolée en raison du ralentissement du séchage (résultats d'une expérience menée dans les infrastructures de test de Buildwise).

l'eau de pluie. Si l'on constate que les éléments sont en mauvais état, il y a lieu de les réparer ou de les remplacer.

Vu la difficulté d'évaluer les dégâts et de déterminer leur cause, il est recommandé de s'adresser à un expert ou à un bureau d'études en cas de doute.

**Pour les façades très exposées aux pluies battantes et comportant des éléments de plancher en bois ou en métal**, il est conseillé de prendre des mesures

supplémentaires, comme la pose d'une finition extérieure appropriée pour assurer l'étanchéité à la pluie (voir § 3.2, p. 27) ou la désolidarisation des éléments de plancher (voir § 6.3.5, p. 65).

**Les linteaux en bois ou en métal situés au-dessus des ouvertures de façade** doivent être remplacés préventivement par leurs équivalents en béton, plus résistants à l'humidité.

**Tableau 2.2** Matrice présentant les dommages les plus fréquents et leurs causes potentielles.

Cause \ Dommage	Cause		Dommage								
	Intérieur	Extérieur	Humidité ascensionnelle (voir NIT 252 [B34], NIT Recap 13 [B13])	Pluies (infiltrations dues aux pluies) (voir NIT 252 [B34])	Surface soumise à une humidité prolongée (voir NIT 252 [B34])	Surface froide présentant une humidité relative élevée (*) (voir NIT 153 [B36], fiche Pathologies 5 [E1])	Présence de sels dans les matériaux (voir NIT 252 [B34], fiche Pathologies 111 [L2])	Fuite dans une conduite (voir NIT 252 [B34])	Détails inadéquats (9) (voir fiche Pathologies 88 [H1] et la base de données Buildwise sur les détails constructifs)	Fuites dans les gouttières et dans les descentes d'eau (voir NIT 270 [B14])	Projections d'eau (voir article Buildwise 1994/04.17 [J1])
Développement de champignons, pourrissement du bois (1) (voir NIT 180 [B26])	x										
Taches de moisissure (2) et/ou odeur de moisi (voir fiche Pathologies 3 [E2], fiche Pathologies 5 [E1])	x										
Traces d'humidité en pied de mur (voir NIT 252 [B25], fiche Pathologies 7 [M1])	x	x									
Taches d'humidité à certains endroits du mur (pas en pied de mur) (voir NIT 252 [B25], fiche Pathologies 4 [E3], fiche Pathologies 111 [L2], Innovation Paper 2.2 [B10], article Buildwise 2011/02.02 [H2])	x	x									
Traces d'humidité et/ou d'altération au niveau des détails de façade (voir NIT 244 [B22], NIT 257 [B3], NIT 274 [B4], fiche Pathologies 88 [H1])	x	x									
Traces d'humidité et/ou d'altération au niveau de la gouttière et/ou de la rive de toiture (voir NIT 244 [B22])	x	x									
Fissures ou éclatements dans la maçonnerie et/ou les couches de finition (voir article Buildwise 2021/05.10 [V1])	x	x									
Défauts dans les couches de peinture (3) (voir NIT 249 [B8], article Buildwise 2010/02.12 [C1], fiche Pathologies 74 [V5])	x	x									
Pulvérisation et/ou écaillage des joints de mortier (voir NIT 297 [B16])	x	x									
Corrosion d'éléments métalliques : ancrages, linteaux, poutres encastrées, etc. (4)	x	x									
Présence d'algues, de bactéries ou de mousses sur la façade (5) (voir NIT 296 [B33], article Buildwise 2000/02.03 [L4])		x									
Écaillage et/ou pulvérisation des briques (6) (voir NIT 297 [B16])		x									
Enduit bombé (souvent du cimentage), maçonnerie endommagée derrière l'enduit décollé		x									
Joints saillants (voir NIT 297 [B16], fiche Pathologies 110 [L1])		x									

- Cause récurrente  
■ Cause potentielle
- (1) Nécessite la combinaison des facteurs suivants : un taux d'humidité élevé sur une longue période, la présence de spores de champignon ainsi qu'une température et un support propices.  
 (2) Nécessite la combinaison des facteurs suivants : une humidité relative élevée sur une longue période, la présence de spores de champignon ainsi qu'une température et un support propices.  
 (3) Ces défauts peuvent également être dus à une mauvaise exécution de la peinture.  
 (4) Nécessite également la présence d'oxygène à la surface du métal.  
 (5) Nécessite la combinaison des facteurs suivants : une surface extérieure soumise à un taux d'humidité élevé sur une longue période, une exposition limitée à la lumière naturelle (souvent sur les surfaces orientées nord) ainsi qu'un support propice.  
 (6) Ce phénomène touche les matériaux sensibles au gel soumis à des taux d'humidité élevés et à des cycles de gel/dégel.  
 (7) Ce phénomène se produit généralement au niveau des ponts thermiques.  
 (8) Il peut s'agir d'une inclinaison insuffisante, d'une saillie insuffisante, d'un larmier mal conçu ou absent, de l'absence de rehausses latérales ou arrière, de l'absence d'une évacuation adéquate ou d'une obturation des joints, etc.  
 (9) C'est par exemple le cas dans les angles où la circulation d'air est limitée ou sur des surfaces extérieures protégées du soleil et du vent.

**Tableau 2.2** Matrice présentant les dommages les plus fréquents et leurs causes potentielles (suite).

Cause \ Dommage	Cause		Dommage								
	Intérieur	Extérieur	Drainage insuffisant de la coulisse (voir fiche Pathologies 7 [M1])	Mauvaises conditions de séchage (°)	Joint peu profond, joint incompatible (voir NIT 297 [B16])	Mortier de pose sensible au gel (voir article Buildwise 2011/02.03 [G2])	Vieillessement des matériaux	Effets du gel et/ou des pluies acides (voir NIT 297 [B16], fiche Pathologies 110 [L1])	Éléments de maçonnerie sensibles au gel	Contraintes thermiques ou empêchement du retrait	Tassements différentiels dans la fondation (voir article Buildwise 2021/05.10 [V1])
Développement de champignons, pourrissement du bois (¹)	x										
Taches de moisissure (²) et/ou odeur de moisi	x										
Traces d'humidité en pied de mur	x	x									
Taches d'humidité à certains endroits du mur (pas en pied de mur)	x	x									
Traces d'humidité et/ou d'altération au niveau des détails de façade	x	x									
Traces d'humidité et/ou d'altération au niveau de la gouttière et/ou de la rive de toiture	x	x									
Fissures ou éclatements dans la maçonnerie et/ou les couches de finition	x	x									
Défauts dans les couches de peinture (³)	x	x									
Pulvérescence et/ou écaillage des joints de mortier	x	x									
Corrosion d'éléments métalliques : ancrages, linteaux, poutres encastrees, etc. (⁴)	x	x									
Présence d'algues, de bactéries ou de mousses sur la façade (⁵)		x									
Écaillage et/ou pulvérescence des briques (⁶)		x									
Enduit bombé (souvent du cimentage), maçonnerie endommagée derrière l'enduit décollé		x									
Joints saillants		x									

■ Cause récurrente  
■ Cause potentielle

- (¹) Nécessite la combinaison des facteurs suivants : un taux d'humidité élevé sur une longue période, la présence de spores de champignon ainsi qu'une température et un support propices.
- (²) Nécessite la combinaison des facteurs suivants : une humidité relative élevée sur une longue période, la présence de spores de champignon ainsi qu'une température et un support propices.
- (³) Ces défauts peuvent également être dus à une mauvaise exécution de la peinture.
- (⁴) Nécessite également la présence d'oxygène à la surface du métal.
- (⁵) Nécessite la combinaison des facteurs suivants : une surface extérieure soumise à un taux d'humidité élevé sur une longue période, une exposition limitée à la lumière naturelle (souvent sur les surfaces orientées nord) ainsi qu'un support propice.
- (⁶) Ce phénomène touche les matériaux sensibles au gel soumis à des taux d'humidité élevés et à des cycles de gel/dégel.
- (⁷) Ce phénomène se produit généralement au niveau des ponts thermiques.
- (⁸) Il peut s'agir d'une inclinaison insuffisante, d'une saillie insuffisante, d'un larmier mal conçu ou absent, de l'absence de rehausses latérales ou arrière, de l'absence d'une évacuation adéquate ou d'une obturation des joints, etc.
- (⁹) C'est par exemple le cas dans les angles où la circulation d'air est limitée ou sur des surfaces extérieures protégées du soleil et du vent.

# 3. Types de systèmes d'isolation par l'intérieur et composants

## 3.1 Introduction

Une isolation par l'intérieur ne se limite pas à la pose d'un isolant. Il s'agit d'un système réalisé par l'ajout de matériaux à des éléments existants. Chaque composant d'un système d'isolation influence le comportement du mur et son interaction avec l'environnement. Il est donc essentiel qu'ils soient compatibles entre eux et qu'ils soient conçus et installés correctement.

Un système d'isolation par l'intérieur comprend, de l'extérieur vers l'intérieur, les éléments suivants (voir figure 3.1, p. 23, et figure 3.5, p. 25) :

- **la finition extérieure (le cas échéant)** (§ 3.2, p. 27). Qu'elle soit existante (§ 2.4, p. 17) ou nouvelle, cette couche a une grande influence sur la conception, car elle réduit l'absorption d'eau de pluie. Sa présence peut toutefois freiner le séchage du mur dans une forte ou une faible mesure
- **la façade existante**. Sa composition et son épaisseur influencent fortement le comportement du système d'isolation par l'intérieur

- **la finition intérieure existante** (§ 3.3, p. 30). La conservation de la finition intérieure (enduit ou couches de peinture éventuelles, p. ex.) peut déterminer le choix du système d'isolation par l'intérieur
- **la couche d'égalisation (le cas échéant)** (§ 3.4, p. 31). Cette couche est appliquée lorsque la surface du mur n'est pas suffisamment plane pour installer correctement le système d'isolation. Le matériau utilisé doit être compatible avec le reste du système et résistant à l'humidité
- **les fixations de l'isolant** (§ 3.5, p. 31). En fonction du système, l'isolant peut être maintenu en place à l'aide d'un mortier-colle, de fixations mécaniques et/ou d'une ossature. Chaque technique présente des avantages, des inconvénients et des spécificités en matière de mise en œuvre
- **l'isolant** (§ 3.6, p. 33). Bien qu'il soit principalement utilisé pour améliorer les performances thermiques du mur, l'isolant peut aussi avoir un impact sur le confort acoustique et sur la régulation de l'humidité. Il existe différents types d'isolants, avec leurs avantages et leurs spécificités en matière de conception et de mise en œuvre. On s'assurera qu'il n'y a pas d'espace entre l'isolant et le support ou l'ossature éventuelle.

**Tableau 3.1** Classification des systèmes d'isolation par l'intérieur en fonction de leur mode de fixation et de leur gestion de la diffusion de vapeur.

Mode de fixation	Gestion de la diffusion de vapeur	Code	Gestion de l'étanchéité à l'air (1)	Type d'isolant et mode de fixation
Système à ossature (type A) (§ 3.1.1, p. 23)	Système fermé à la diffusion de vapeur (§ 3.1.3, p. 26)	A1	Par une membrane ou un panneau (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolants souples, sous forme de matelas ou de panneaux, serrés entre les montants de l'ossature</li> <li>• Isolants insufflés dans des caissons formés par les éléments de l'ossature et la barrière d'étanchéité à l'air</li> <li>• Isolants projetés entre les éléments de l'ossature, puis éventuellement égalisés pour aplanir la surface</li> </ul>
	Système hygroscopique ouvert à la diffusion de vapeur (§ 3.1.4, p. 26)	A2		
Système sans ossature (type B) (§ 3.1.2, p. 25)	Système fermé à la diffusion de vapeur (§ 3.1.3, p. 26)	B1	Par l'isolant et/ou par une membrane ou un panneau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolants sous forme de blocs ou de panneaux rigides ou semi-rigides, collés ou fixés mécaniquement sur le support</li> <li>• Isolants sous forme de blocs auto-portants désolidarisés du support, avec remplissage de l'espace entre l'isolant et la maçonnerie</li> <li>• Enduits isolants projetés ou appliqués manuellement sur le support</li> </ul>
	Système hygroscopique ouvert à la diffusion de vapeur (§ 3.1.4, p. 26)	B2	Par la finition intérieure	

(1) L'étanchéité à l'air doit être assurée au niveau des parties courantes, des raccords entre les éléments du système (lès de la barrière d'étanchéité à l'air, panneaux, éléments isolants, etc.) et des raccords aux autres éléments de construction (toiture, plancher, murs de refend, etc.).

(2) L'isolant peut assurer l'étanchéité à l'air et à la vapeur s'il présente les bonnes caractéristiques, si ces dernières sont garanties à long terme et si les raccords à l'ossature restent étanches à l'air dans le temps.

En effet, la présence d'un vide ou de cavités derrière l'isolant peut entraîner l'humidification de la structure, la dégradation des matériaux et des pertes de chaleur considérables

- **la couche étanche à l'air** (§ 3.7, p. 34). Généralement placée sur la face chaude de l'isolant, cette couche est importante pour éviter les problèmes d'humidité, la dégradation des matériaux et des pertes de chaleur importantes. Sa fonction est souvent assurée par le pare-vapeur ou la finition intérieure. Il est essentiel de la raccorder de façon durable aux couches étanches à l'air des éléments de construction adjacents
- **le pare-vapeur (le cas échéant)** (§ 3.8, p. 36). Le pare-vapeur contrôle le niveau d'humidité atteint dans la construction et sert aussi de barrière à l'air
- **le vide technique (le cas échéant)**. Un vide technique permet de faire passer les conduites sans perforer le pare-vapeur. Il permet également de protéger le pare-vapeur lors d'interventions telles que l'accrochage de cadres. Sa présence n'augmente pas forcément l'épaisseur de la construction, car il peut être isolé (voir figure 3.2, p. 69)
- **la finition intérieure** (§ 3.9, p. 37). Cette couche a surtout un rôle esthétique, bien qu'elle serve également de couche d'étanchéité à l'air dans certains systèmes. En fonction du système, des exigences de résistance à la diffusion de vapeur peuvent s'appliquer.

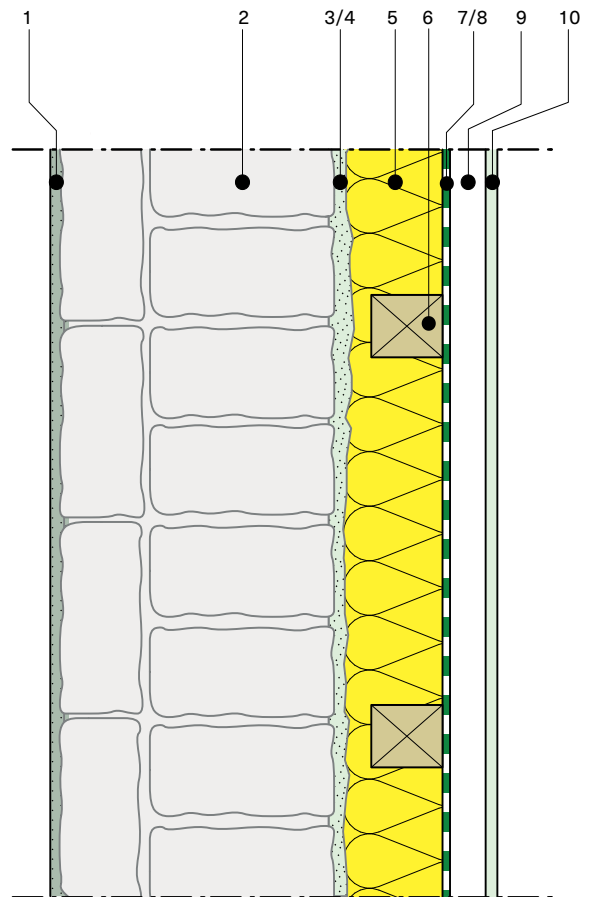
Les systèmes d'isolation par l'intérieur sont classés en fonction de leur mode de fixation et de leurs caractéristiques hygrothermiques (voir tableau 3.1, p. 22) :

- **mode de fixation** : on distingue les systèmes d'isolation à ossature (type A) (§ 3.1.1) et les systèmes sans ossature (type B) (§ 3.1.2, p. 25). Le choix du mode de fixation influence la conception, la composition et la mise en œuvre du système d'isolation
- **caractéristiques hygrothermiques** : il s'agit principalement de la manière dont le système d'isolation gère la diffusion de vapeur. Les systèmes fermés à la diffusion de vapeur (§ 3.1.3, p. 26) empêchent la migration de la vapeur, ce qui évite une condensation excessive. Les systèmes hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur (§ 3.1.4, p. 26) laissent circuler la vapeur, mais l'absorbent grâce à leurs caractéristiques hygroscopiques. Ces systèmes permettent un meilleur séchage en été.

### 3.1.1 Système d'isolation à ossature

Dans les systèmes d'isolation à ossature, l'isolant est disposé entre les éléments d'une **ossature en bois ou en métal** (voir figure 3.1), tandis que l'étanchéité à l'air est assurée par une membrane ou un panneau. Pour éviter de perforer cette étanchéité (lors de l'installation de prises ou d'autres objets, p. ex.), il est utile de créer

un vide technique (n° 9 à la figure 3.1) en fixant des lattes sur la couche étanche à l'air.



1. Finition extérieure
2. Façade existante
3. Finition intérieure existante
4. Couche d'égalisation
5. Isolation
6. Fixation de l'isolant à l'aide d'une ossature séparée
7. Couche étanche à l'air
8. Pare-vapeur
9. Vide technique
10. Finition intérieure

**Fig. 3.1** Composition d'un système d'isolation par l'intérieur à ossature (coupe horizontale).

Il est essentiel d'éviter tout espace entre l'isolant et le mur existant ou l'ossature. Ce résultat est toutefois plus difficile à obtenir avec des panneaux isolants rigides. Il est donc préférable d'utiliser :

- des **panneaux ou des matelas isolants souples** fabriqués en usine, serrés entre les éléments de l'ossature (voir figure 3.3, p. 24)
- des **isolants insufflés** entre les éléments de l'ossature après la pose de la barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur
- des **isolants projetés** entre les éléments de l'ossature et égalisés pour aplanir la surface (voir figure 3.4, p. 24).



**Fig. 3.2** Isolation du vide technique.

**Fig. 3.3** *Panneaux isolants souples placés entre les éléments de l'ossature.*



**Fig. 3.4** *Isolant projeté entre les éléments de l'ossature.*





Dans un système d'isolation à ossature, le mur existant ne doit répondre à aucune exigence de planéité ou de stabilité particulière. Il s'agit donc d'une solution intéressante pour les maçonneries présentant de graves défauts de planéité ou de verticalité. Les systèmes à ossature améliorent également les performances acoustiques et peuvent supporter des objets lourds, à condition d'utiliser des panneaux de finition suffisamment solides ou des panneaux de renforcement en bois.

Une autre option consiste à construire une paroi intérieure maçonnée (porteuse ou non). Dans ce cas, l'isolant est placé entre la nouvelle paroi et la façade existante. Cette solution augmente considérablement l'épaisseur du mur et peut avoir des conséquences sur la stabilité en raison du poids supplémentaire significatif.

strictes de planéité et de résistance mécanique (voir § 3.5.2, p. 32). L'impact acoustique de ce type d'isolation est généralement moins favorable que celui des systèmes à ossature (voir § 4.5, p. 41)

- blocs autoportants désolidarisés du mur existant. L'état du support est moins important pour ces types d'isolants. Ils sont généralement fixés au mur existant à l'aide d'ancrages. Pour éviter la création d'une lame d'air, il est essentiel de remplir l'espace entre les blocs et le mur d'un matériau adapté (voir figure 3.8, p. 26)
- enduits isolants présentant de meilleures performances thermiques que les enduits traditionnels en raison de leur structure ou de l'ajout de granulats. Ces enduits sont généralement appliqués en couches beaucoup plus épaisses que les enduits utilisés uniquement comme finition intérieure.

## Isolation du vide technique ?

La création d'un vide technique protège la couche étanche à l'air des perforations. L'isolation de ce vide évite une forte augmentation de l'épaisseur totale du mur.

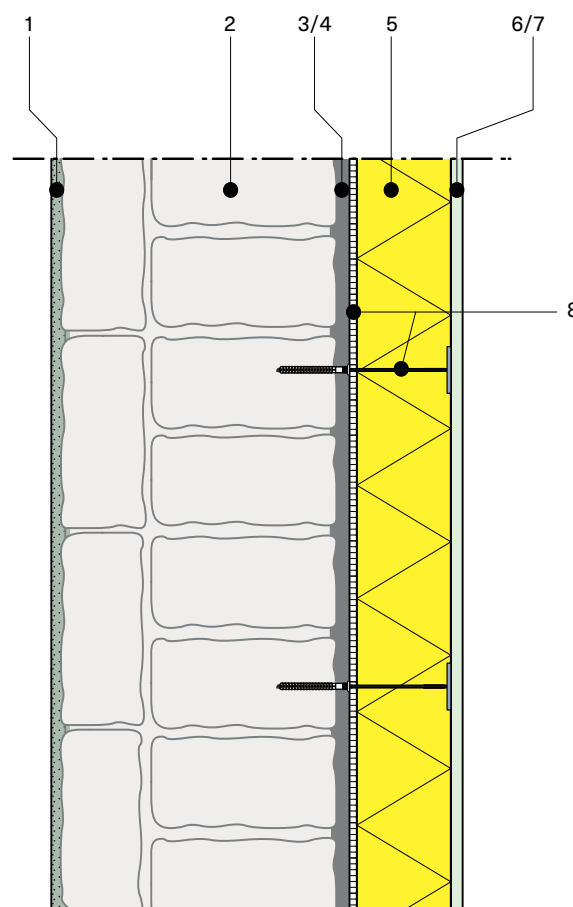
Dans cette composition, la couche étanche à l'air assure également l'étanchéité à la vapeur. Elle est donc placée entre deux couches d'isolant. Pour éviter la condensation au niveau du pare-vapeur, la couche d'isolant placée derrière celui-ci (contre le mur) doit présenter une résistance thermique (valeur R) au moins 1,5 fois supérieure à celle de la couche d'isolant placée devant lui (du côté intérieur).

## 3.1.2 Système d'isolation sans ossature

Dans les systèmes d'isolation sans ossature, l'isolant est fixé au mur à l'aide d'un **produit de collage et/ou de fixations mécaniques** (voir figure 3.5), tandis que l'étanchéité à l'air est généralement assurée par un enduit.

Pour ces systèmes, on a généralement recours aux isolants suivants :

- panneaux ou blocs rigides ou semi-rigides, collés et/ou fixés mécaniquement au mur existant (voir figure 3.6, p. 26). Certains fabricants proposent des isolants déjà équipés d'un pare-vapeur et d'un panneau de finition. Certains de ces isolants sont également vendus sous forme de panneaux grand format, permettant d'isoler toute la hauteur d'un étage d'un seul coup (voir figure 3.7, p. 26). Pour ce type d'isolation, le support doit répondre à des exigences



1. Finition extérieure
2. Façade existante
3. Finition intérieure existante
4. Couche d'égalisation
5. Isolant
6. Couche étanche à l'air
7. Finition intérieure
8. Fixation de l'isolant

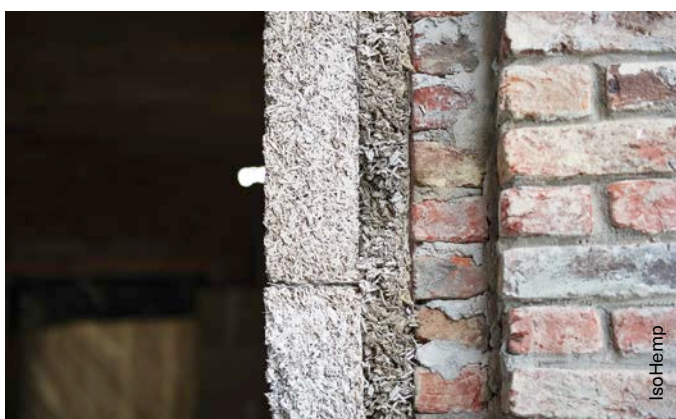
Fig. 3.5 Composition d'un système d'isolation par l'intérieur sans ossature (coupe horizontale).



**Fig. 3.6** Collage au mur de blocs isolants en béton cellulaire ultraléger.



**Fig. 3.7** Panneaux grand format en polyisocyanurate (PIR) déjà équipés d'un panneau de finition.



**Fig. 3.8** Pose de blocs isolants autoportants en chaux-chanvre, avec remplissage de la coulisse derrière l'isolant.

### 3.1.3 Systèmes d'isolation fermés à la diffusion de vapeur

En saison de chauffe, l'air intérieur est généralement beaucoup plus chaud et humide que l'air extérieur. Cette différence crée un **gradient de pression de vapeur** naturel, qui conduit à une migration de la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur. Ce phénomène ne peut en aucun cas provoquer une condensation excessive au sein du complexe de façade (une quantité inférieure à 200 g de condensation/m<sup>2</sup> est considérée comme acceptable).

Dans les **systèmes d'isolation par l'intérieur fermés à la diffusion de vapeur**, la migration de la vapeur est limitée, voire complètement bloquée par les caractéristiques de l'isolant ou du pare-vapeur (voir [figure 3.9, p. 27](#), à gauche).

Ces systèmes d'isolation empêchent la diffusion de vapeur tant de l'intérieur vers l'extérieur que dans le sens inverse. Cela signifie que la façade sèche plus lentement vers l'intérieur (voir [figure 3.9, p. 27](#), à droite). Il est donc généralement recommandé d'éviter que la résistance à la diffusion de vapeur du système d'isolation dépasse celle requise par la conception hygrothermique (voir [§ 5.4, p. 48](#)).

Un système d'isolation par l'intérieur est dit fermé à la diffusion de vapeur lorsque la somme des résistances à la diffusion de vapeur des différentes couches (valeur  $s_d$ ) est supérieure ou égale à 2 m.

### 3.1.4 Systèmes d'isolation hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur

Les **systèmes d'isolation hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur** reposent sur un principe complètement différent des systèmes fermés à la diffusion de vapeur. Ces systèmes laissent circuler la vapeur dans le mur, mais l'absorbent grâce à l'isolant, dont les caractéristiques hygroscopiques permettent de stocker temporairement la vapeur. Cela permet d'éviter ou de limiter le risque de condensation (voir [figure 3.10, p. 28](#), à gauche).

Comme ils sont ouverts à la diffusion de vapeur, ces systèmes ont un effet très limité sur la migration de la vapeur. La

façade peut donc toujours sécher vers l'intérieur lorsqu'elle est exposée à la pluie (voir [figure 3.10, p. 28](#), à droite).

Bien que ces systèmes soient installés sans pare-vapeur, ils nécessitent une couche étanche à l'air, dont la fonction est généralement assurée par un enduit intérieur.

Un système est dit hygroscopique et ouvert à la diffusion de vapeur lorsque la somme des résistances à la diffusion de vapeur des différentes couches (valeur  $s_{d,i}$ ) est inférieure à 2 m, tandis que le taux d'humidité  $W_{80}$  de l'isolant (à 80 % d'humidité relative) est supérieur à 5 kg/m<sup>3</sup>.

## Différence avec un système d'isolation capillaire actif

Les systèmes d'isolation par l'intérieur capillaires actifs constituent une sous-catégorie des systèmes hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur. Ils se caractérisent par leur nature hygroscopique (capacité à absorber l'humidité dans un environnement) et leur capillarité élevée (capacité à transporter l'eau liquide et à la redistribuer via des pores de petite taille).

Bien que ce transport capillaire soit très bénéfique dans certains cas, il n'est pas essentiel pour le bon fonctionnement hygrothermique d'un système d'isolation par l'intérieur. Le terme 'systèmes hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur' est donc utilisé dans le sens large du terme pour souligner leur comportement hygroscopique.

## 3.2 Finition extérieure

La pose d'une nouvelle finition extérieure étanche à la pluie peut **fortement réduire l'absorption de l'eau de pluie par le mur** (voir [§ 2.4, p. 17](#), pour en savoir plus sur les finitions extérieures existantes). Il convient toutefois de s'assurer que cette couche n'empêche pas le séchage de la maçonnerie.

Certaines finitions extérieures protègent mieux la façade contre les pluies battantes que d'autres, ce qui peut entraîner des différences de charges de pluie battante (voir [§ 5.2, p. 46](#)).

Étant donné que la plupart des finitions extérieures vieillissent avec le temps, il est conseillé de les **contrôler régulièrement** et de les entretenir si nécessaire. Les interventions recommandées et leur fréquence sont décrites dans le [Guide de l'entretien pour des bâtiments durables \[B9\]](#), également disponible sous forme d'[outil numérique](#) personnalisable selon le bâtiment. Il convient de noter que le maître d'ouvrage est responsable de l'entretien des finitions extérieures.

### 3.2.1 Revêtements de façade ventilés

D'un point de vue hygrothermique, les revêtements de façade ventilés offrent la meilleure protection contre la pluie. Si l'on envisage ce type de revêtement, on peut aussi étudier la possibilité d'isoler la façade par l'extérieur au lieu de l'isoler par l'intérieur ou de combiner les deux techniques.

Il existe différents types de revêtements de façade avec leurs spécificités, notamment :

- les revêtements en bois (voir [NIT 243 \[B23\]](#))
- les revêtements métalliques (à joints debout et à tasseaux) (voir [NIT 266 \[B2\]](#))

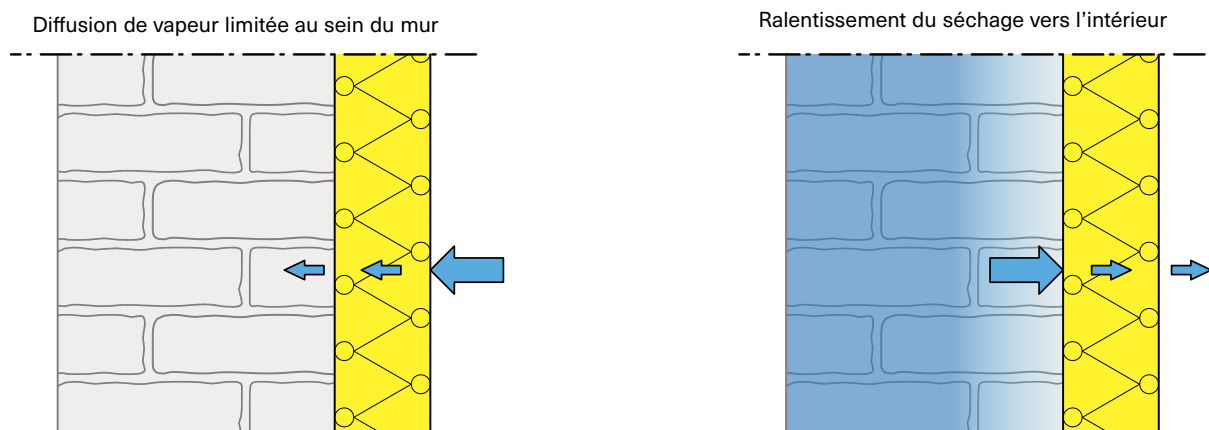


Fig. 3.9 Principe de fonctionnement d'un système fermé à la diffusion de vapeur.

- les revêtements en pierre naturelle (voir [NIT 146](#) [B24])
- les revêtements constitués d'autres matériaux, tels que les panneaux à base de fibres-ciment (voir [article Buildwise 2024/02.07](#) [N1]) ou les panneaux à base de basalte et de PVC (voir [article Buildwise 2014/04.08](#) [K1]).

Le maître d'ouvrage est responsable de l'entretien des revêtements de façade ventilés. Le [Guide de l'entretien pour des bâtiments durables](#) [B9] décrit les interventions recommandées et leur fréquence en fonction du matériau utilisé.

### 3.2.2 Enduits extérieurs

La pose d'une nouvelle couche d'enduit extérieur doit respecter les recommandations de la [NIT 289](#) [B19]. Les principales étapes à suivre sont résumées ci-après :

- **préparation** : avant d'enduire le support, il y a lieu de s'assurer qu'il est stable, suffisamment sec, homogène, propre et exempt de dégâts ou d'autres problèmes. L'annexe G de la [NIT 289](#) [B19] décrit une méthode d'évaluation du support. Dans la plupart des cas, il est nécessaire d'effectuer un traitement préliminaire au moyen d'un produit d'imprégnation. Ce traitement doit suivre les recommandations du fabricant
- **choix** : pour assurer la longévité d'un enduit extérieur, il est conseillé de choisir un système aux performances garanties par le fabricant, en tenant compte des charges prévues et de la compatibilité avec le support. Dans certains cas, il peut être nécessaire de prévoir des armatures de renfort ou des treillis d'armature complets pour limiter le risque de fissures
- **protection contre les pluies battantes** : on distingue deux groupes d'enduits :
  - les enduits à protection optimale : il est recommandé de choisir des enduits conformes aux exigences du [tableau 3.2](#) (p. 29), car ils limitent l'absorption d'eau de pluie sans compromettre le séchage de

la façade. Les façades revêtues de ces enduits présentent généralement une charge de pluie battante négligeable (voir [§ 5.2, p. 46](#))

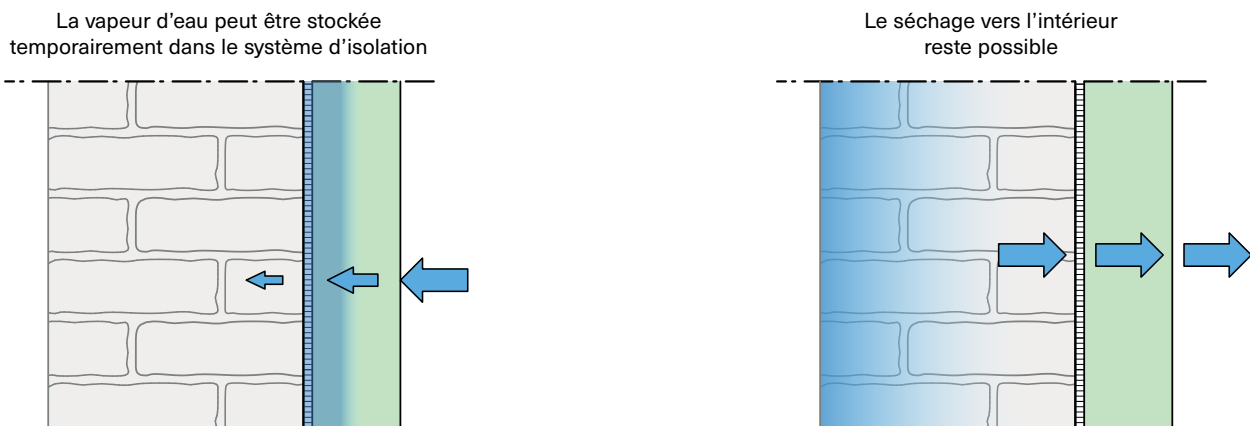
- les enduits à protection minimale : pour les enduits minéraux ou organiques fabriqués en usine, il est aussi possible de choisir des produits qui réunissent les caractéristiques minimales du [tableau 3.3](#) (p. 29). Comme ces produits sont généralement moins efficaces contre les pluies battantes, les façades qui en sont recouvertes présentent souvent une faible charge de pluie battante (voir [§ 5.2, p. 46](#))
- **entretien** : le maître d'ouvrage doit vérifier l'aspect de l'enduit chaque année [B9].

Si l'on prévoit d'appliquer un enduit extérieur sur la façade, on peut aussi envisager une isolation par l'extérieur (ETICS, voir [NIT 257](#) [B6]) au lieu d'une isolation par l'intérieur ou une combinaison des deux techniques.

### 3.2.3 Peintures extérieures

L'application d'une nouvelle couche de peinture extérieure (ou d'un badigeon) doit suivre les recommandations de la [NIT 249](#) [B8]. Ce document décrit les différents types de systèmes de peinture, leur choix, leur mise en œuvre et leur entretien. Ses principales recommandations sont les suivantes :

- **préparation** : pour éviter des problèmes tels que la perte d'adhérence, le support doit être suffisamment sec, en bon état et, dans la plupart des cas, brossé et/ou dépoussiéré
- **entretien** : le maître d'ouvrage doit effectuer un contrôle visuel de la peinture extérieure au moins une fois par an (pour détecter la présence éventuelle de fissures, de problèmes d'adhérence et de cloques) et réaliser des travaux d'entretien au minimum tous les cinq ans (dépoussiérage ou nettoyage selon le type de peinture) [B9].



**Fig. 3.10** Principe de fonctionnement d'un système hygroscopique ouvert à la diffusion de vapeur.

**Tableau 3.2** Caractéristiques requises d'un enduit extérieur à protection optimale [W2].

Caractéristique	Critère
Résistance de l'enduit extérieur à la diffusion de vapeur afin de limiter le risque de condensation interne	$s_{d,\text{système}} \leq 1 \text{ m}$
Absorption d'eau par capillarité d'au moins une des couches (NBN EN ISO 15148 [B58]) en vue de réduire le risque d'humidification de la façade sous-jacente	$W_w \leq 0,2 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$
Limitation de l'accumulation d'humidité via un critère combiné	$W_w \cdot s_{d,\text{système}} \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{h}^{0,5})$

**Tableau 3.3** Caractéristiques requises d'un enduit extérieur à protection minimale.

Caractéristique	Critère	
	Enduits minéraux à base de ciment et/ou de calcaire selon la norme de produit NBN EN 998-1 [B44]	Enduits organiques selon la norme de produit NBN EN 15824 [B48]
Résistance à la diffusion de vapeur	$\mu \leq 15$	Classe V <sub>1</sub> $s_d < 0,14 \text{ m}$
Absorption d'eau par capillarité	Classe W <sub>c2</sub> $\leq 0,2 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$ , soit $\leq 1,55 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$	Classe W <sub>3</sub> $\leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$

Il est recommandé de choisir un système de peinture conforme aux critères du tableau 3.4. Pour ce faire, on peut généralement consulter les fiches techniques des fabricants. Bien que la plupart des peintures actuelles répondent aux critères de perméabilité à l'eau (classe W3, faible absorption d'eau), il n'en va pas de même pour la perméabilité à la vapeur. En effet, de nombreuses peintures acryliques ont une classe de résistance à la diffusion de vapeur d'eau V2, ce qui peut nuire au séchage de la façade. Il est donc recommandé d'utiliser des peintures silicates ou siloxanes, car il s'agit souvent de systèmes perméables à la vapeur de classe V1.

**Tableau 3.4** Caractéristiques requises d'un système de peinture pour optimiser le comportement hygrothermique de la façade.

Caractéristique	Critère selon la norme de produit NBN EN 1062-1 [B45]
Perméabilité à l'eau	W3 ( $W \leq 0,1 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$ )
Résistance à la diffusion de vapeur	V <sub>1</sub> ( $s_d < 0,14 \text{ m}$ )

### 3.2.4 Hydrofugation

Ce traitement **rend la façade hydrofuge sans modifier profondément son aspect**. Il limite toutefois le transport

d'eau vers l'extérieur, ce qui freine le séchage de la façade. Il est donc crucial de choisir l'hydrofuge approprié, de l'appliquer correctement et de l'entretenir (voir NIT 224 [B1]). Les points suivants méritent une attention particulière :

- **contrôle du support** : le support doit être cohérent, propre et dépourvu de fissures de plus de 0,3 mm. Ces fissures sont en effet difficiles à étanchéifier et peuvent provoquer une forte humidification de la façade étant donné le ralentissement du séchage. Il convient également de vérifier au préalable si la façade présente d'autres problèmes d'humidité ou de fortes concentrations de sels (voir le tableau 5 de la NIT 224 [B1])
- **entretien et renouvellement du traitement** : avec le temps, une hydrofugation se dégrade et perd de son efficacité en raison des rayons UV. Une hydrofugation correctement effectuée reste généralement performante pendant 10 à 15 ans. Pour détecter une dégradation prématurée, le maître d'ouvrage doit faire mesurer l'absorption d'eau tous les cinq ans à l'aide d'un test à la pipe de Karsten (voir NBN EN 16302 [B49] et figure 3.11, p. 30). Si le test révèle une baisse d'efficacité importante, il est recommandé de renouveler le traitement en utilisant de préférence un produit à base de solvant organique. Les produits à base d'eau sont généralement moins adhérents lorsque le support comporte des restes de traitements antérieurs.



Fig. 3.11 Mesure d'absorption d'eau à la pipe de Karsten.

### 3.3 Finition intérieure existante

L'enduit intérieur existant est généralement encore en place avant le début des travaux d'isolation par l'intérieur. Bien que son maintien puisse sembler pratique, il convient de tenir compte de son impact potentiel sur le développement de moisissures et sur la dégradation de la stabilité mécanique du système d'isolation.

En effet, l'isolation par l'intérieur expose l'enduit intérieur existant à un environnement plus froid et plus humide. Il est toutefois difficile de déterminer dans quelles situations cela favorise le développement de moisissures et la propagation de spores vers l'intérieur du bâtiment. Pour limiter ce risque, il est généralement préférable d'éliminer l'enduit intérieur existant.

Lorsque le risque de développement de moisissure est jugé acceptable, il y a lieu de s'assurer que le maintien de l'enduit intérieur ne compromet pas la stabilité mécanique du système d'isolation. À cette fin, on prendra en compte le type de système d'isolation et la nature de l'enduit en place.

Dans les systèmes sans ossature, où l'isolant est directement collé au support, il est essentiel que la stabilité mécanique de l'enduit soit suffisamment élevée. Par conséquent, les enduits susceptibles de perdre leur cohésion au contact de l'humidité, tels que les enduits à base de plâtre ou d'argile, doivent être éliminés. Les

enduits moins sensibles à l'humidité, comme les enduits à base de chaux et/ou de ciment, peuvent être conservés s'ils sont en bon état. Dans ce cas, il est recommandé de fixer l'isolant de façon mécanique. En cas de doute sur la nature de l'enduit intérieur ou sur sa sensibilité à l'humidité, il est plus judicieux de l'enlever.

Dans les systèmes à ossature, la dégradation mécanique de l'enduit intérieur ne comporte aucun risque. Celui-ci peut donc être conservé, peu importe sa nature et son état.

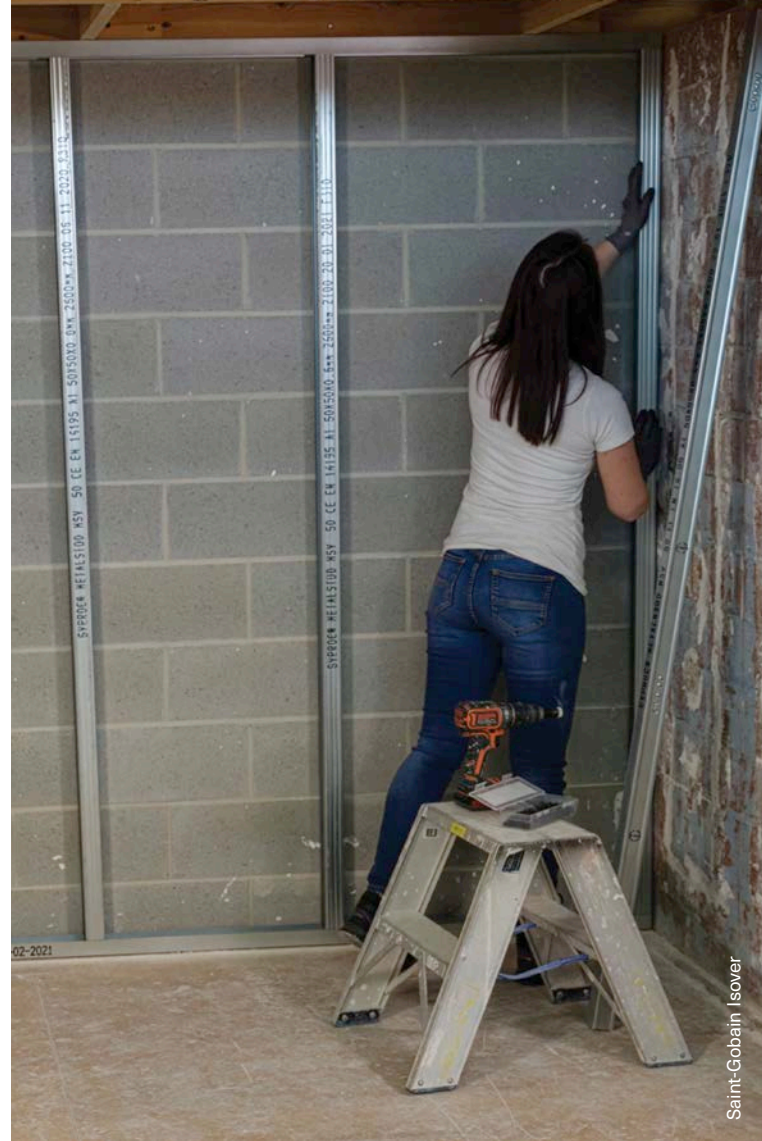
Il convient toutefois de s'assurer que le support est suffisamment poreux. Si la couche en surface n'est pas assez absorbante, comme dans le cas de certaines couches de peinture, il existe un risque d'accumulation d'humidité ou de ruissellement de gouttelettes de condensation au niveau de la zone de contact entre l'enduit intérieur et l'isolant. Il convient donc d'éliminer ces couches sur au moins 70 % de la surface, notamment par raclage, fraisage ou burinage.

Si la finition intérieure existante contient des éléments fermés à la diffusion de vapeur (comme des carreaux ou du papier peint) ou si elle est constituée de contre-cloisons, il y a lieu de prêter une attention particulière à ces éléments. Le § A.3 (p. 77) fournit des informations complémentaires à ce sujet.



Fig. 3.12 Pose de panneaux isolants rigides sur un mur égalisé pour aplanir la surface.

Liesedotte Ramioull



**Fig. 3.13** Systèmes à ossature. À gauche : ossature en bois, à droite : ossature en métal.

## 3.4 Couche d'égalisation

Si le mur est très irrégulier ou n'est pas assez vertical pour le système d'isolation choisi, il y a lieu de l'égaliser (voir [figure 3.12](#), p. 30). Le produit utilisé à cette fin doit conserver sa cohésion et sa capacité portante dans un environnement humide, être compatible avec le type de colle appliquée par la suite et ne pas limiter fortement le séchage du mur. Dans certains cas, le fabricant du système d'isolation indique les produits adaptés. En pratique, il s'agit souvent de mortiers à base de chaux et de ciment ou de mortiers bâtards à très bonne perméabilité à la vapeur.

## 3.5 Fixation de l'isolant

L'isolant peut être fixé de plusieurs manières. Il peut être directement collé et/ou fixé mécaniquement au support ou être posé au moyen d'une ossature en bois ou en métal.

### 3.5.1 Ossature

L'isolant peut être fixé au mur existant au moyen d'une ossature en bois ou en métal (voir [figure 3.13](#)).

Il est toutefois déconseillé de fixer directement l'ossature au mur – surtout si elle est en métal – car cela crée un pont thermique. Notons également qu'une ossature en bois peut se détériorer lorsqu'elle est directement en contact avec un mur humide. Si l'on ne peut éviter cette situation, un traitement de préservation du bois s'impose (voir les STS 04.3 [S1]).

Il est recommandé de **désolidariser l'ossature du mur existant et de la maintenir à distance** à l'aide de fixations au sol et au plafond. L'avantage de cette solution est qu'elle ne dépend pas de la planéité ou de la capacité portante du support. De plus, elle améliore les performances acoustiques. En fonction de la rigidité de l'ossature et de la hauteur d'étage, il est parfois nécessaire de fixer certaines parties de l'ossature au mur (à mi-hauteur, p. ex.) pour assurer sa stabilité et sa solidité.

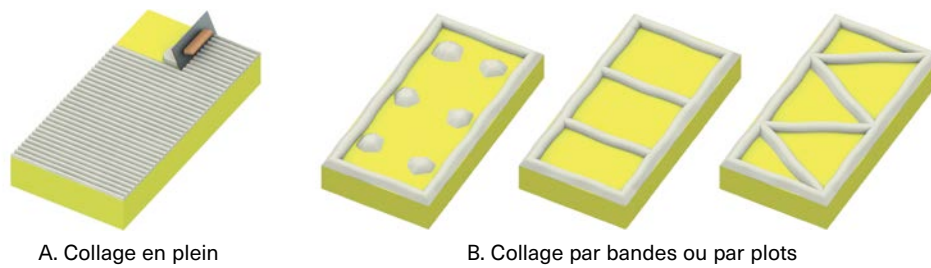


Fig. 3.14 Types de collage des panneaux isolants.

Les lames d'air derrière l'isolant doivent absolument être évitées. À cette fin, il y a lieu de remplir l'espace entre l'ossature et le mur d'isolant.

Pour des raisons thermiques et pour faciliter la pose de l'isolant, il convient de laisser un espace suffisant entre les montants de l'ossature dans les angles.

### 3.5.2 Produit de collage

L'isolant peut être directement collé au mur existant à l'aide d'un produit approprié (voir figure 3.14), à condition que le support soit assez plat et présente une résistance mécanique suffisante. Une fixation mécanique complémentaire est également envisageable pour les panneaux isolants. Sauf indication contraire du fabricant, il est recommandé d'appliquer la colle sur la face arrière des panneaux isolants et non sur le mur existant. L'application

d'un primaire sur le mur existant peut s'avérer nécessaire pour garantir une bonne adhérence des panneaux. Dans ce cas, il y a lieu de suivre les instructions du fabricant. Les primaires peuvent être utilisés pour réduire, améliorer ou uniformiser l'absorption du mur en cas de différences localisées.

Compte tenu du large éventail de colles disponibles, il est vivement conseillé de respecter les recommandations du fabricant du système concernant le type de colle, la technique d'exécution, les épaisseurs et les conditions de mise en œuvre.

Lors de l'isolation par l'intérieur, il importe d'éviter la formation de cavités entre l'isolant et le mur qui pourraient permettre une circulation d'air. Il est donc essentiel que les panneaux isolants soient correctement collés au mur. On distingue deux types de collage : le collage en plein ou le collage par bandes ou par plots (voir figure 3.15). La technique à utiliser est généralement prescrite par le



Fig. 3.15 Collage en plein (à gauche) et collage sous forme de bandes à l'aide de mousse PU, accompagné d'un collage continu sur les bords du panneau (à droite).



fabricant du système. Lorsque le collage est réalisé par bandes ou par plots, **il est essentiel d'appliquer la colle de façon continue sur le pourtour des panneaux**. Cela permet de fermer entièrement les poches d'air entre le panneau et le mur et d'empêcher la circulation de l'air chaud intérieur.

En cas de collage en plein ou de collage à l'aide de mousse-colle polyuréthane (PU), l'écart de planéité maximal du support ne peut en aucune manière dépasser 8 mm/2 m. Pour un collage par bandes ou par plots, des écarts de planéité allant jusqu'à 15 mm/2 m sont tolérables. Au-delà, une égalisation préalable du support s'impose (voir § 3.4, p. 31).

### 3.5.3 Fixation mécanique

Les fixations mécaniques complètent généralement le collage. Une pose uniquement mécanique n'est envisageable que si le support est parfaitement plat et si le risque d'inclusions d'air derrière l'isolant peut être évité.

Avant d'appliquer des fixations mécaniques sur un système collé, il convient de prendre en compte la nature et l'état du support, le type de colle utilisée et le poids de la finition intérieure. Cette solution est vivement recommandée en cas de conservation de l'enduit intérieur existant (voir § 3.3, p. 30), il convient toutefois de suivre les instructions du fabricant. Les fixations mécaniques renforcent la sécurité lorsque la couche de colle perd son adhérence dans des circonstances imprévues.

Les fixations mécaniques sont généralement constituées d'un mélange de plastique et de métal (voir figure 3.16). Certaines sont entièrement en plastique pour éviter des ponts thermiques localisés. Ces ponts thermiques doivent être pris en compte lors d'un calcul détaillé des performances thermiques de l'isolation. Pour en savoir plus à ce sujet, il convient de s'adresser au fabricant

du système. Le tableau 6 de la NIT 257 [B6] présente des valeurs indicatives du coefficient de transmission thermique ponctuel.

## 3.6 Isolant

Plusieurs types d'isolants peuvent être utilisés dans un système d'isolation par l'intérieur (voir figure 3.17, p. 34). Comme indiqué précédemment, les isolants souples, insufflés ou projetés sont adaptés aux systèmes de type A (à ossature) et les isolants plus rigides aux systèmes de type B (sans ossature).

Le principal rôle de l'isolant est de garantir la **performance thermique du mur**. Cette performance est déterminée par une caractéristique intrinsèque de l'isolant appelée conductivité thermique, ou **valeur lambda ( $\lambda$ )**. Pour en savoir plus sur la valeur  $\lambda$ , la conception thermique et l'épaisseur d'isolant nécessaire, consultez le § 5.1 (p. 45).

L'isolant peut fortement influencer la migration d'humidité dans le mur. Son action dépend des propriétés du matériau, notamment :

- **la perméabilité à la vapeur d'eau**, caractérisée au niveau du matériau par le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau  $\mu$  et par l'épaisseur équivalente de diffusion de vapeur  $s_d = \mu \times d$  (en mètres) pour une épaisseur de matériau donnée ou pour une membrane
- **la capacité de sorption hygroscopique**, c'est-à-dire la capacité du matériau à stocker l'humidité présente dans l'air, caractérisée par l'indicateur  $W_{80}$  (en  $\text{kg}/\text{m}^3$ ), qui indique le contenu en eau à l'équilibre pour une température de 23 °C et une humidité relative de 80 %
- **la masse volumique**  $\rho$  (en  $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

Un système est dit hygroscopique et ouvert à la diffusion de vapeur lorsque l'absorption d'humidité hygroscopique de l'isolant  $W_{80}$  est supérieure à 5  $\text{kg}/\text{m}^3$  et que l'épaisseur équivalente de diffusion du système d'isolation  $s_d$  est

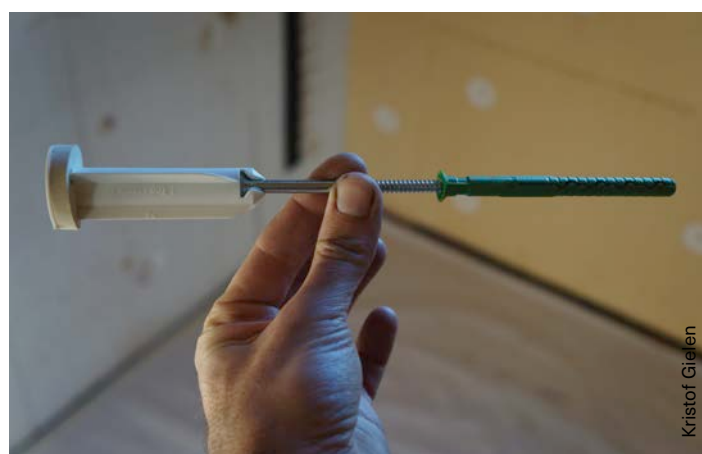


Fig. 3.16 Différents types de fixations mécaniques.

inférieure à 2 m (voir § 3.1.4, p. 26). Un système fermé à la diffusion de vapeur présente une valeur  $s_d$  totale supérieure à 2 m (voir § 3.1.3, p. 26). L'étanchéité à la vapeur d'eau du système peut aussi être garantie par l'isolant lui-même (via la valeur  $\mu$ ) ou par la pose éventuelle d'un pare-vapeur.

Dans les systèmes fermés à la diffusion de vapeur, l'utilisation d'isolants hygroscopiques ( $W_{80} > 5 \text{ kg/m}^3$ ) est aussi envisageable. Leur capacité à absorber l'humidité limite le risque de condensation interne. La conception hygrothermique sera dès lors légèrement différente de celle d'un isolant non hygroscopique (voir § 5.4, p. 48).

Les caractéristiques précitées varient fortement en fonction de l'isolant. Le [tableau 3.5 \(p. 35\)](#) présente les valeurs indicatives de quelques matériaux d'isolation par l'intérieur vendus sur le marché belge.

Outre ses caractéristiques physiques, l'isolant doit être choisi en fonction de sa **sensibilité aux moisissures**. En effet, la température et l'humidité relative dans l'isolant peuvent favoriser leur apparition, même lorsque le système d'isolation par l'intérieur est correctement dimensionné et installé. Il est donc essentiel de vérifier la résistance de l'isolant en se basant sur les normes NBN EN 17886 [B50], NBN EN ISO 846 [B51] et NBN EN 15101-1 [B47], qui définissent les classes de résistance aux moisissures. Les fiches 'Matériau' de l'[Innovation Paper 47](#) indiquent la résistance aux moisissures et aux champignons de différents matériaux biosourcés et recyclés.

Les performances mécaniques de l'isolant doivent également être adaptées au système prévu et aux conditions d'utilisation du bâtiment. Pour un système à ossature (type A), l'isolant doit présenter une bonne résistance au tassement. Pour un système sans ossature, il convient de prendre en compte la résistance de l'isolant aux chocs et sa capacité à supporter des charges selon l'utilisation du bâtiment.



**Fig. 3.17** Il existe plusieurs types d'isolants aux caractéristiques uniques.

## 3.7 Couche étanche à l'air

La couche étanche à l'air freine la circulation d'air. Les fuites d'air peuvent **provoquer une condensation importante** dans le mur. Elles peuvent également **altérer les performances thermiques de l'isolant**, le confort thermique et acoustique ainsi que la sécurité incendie du bâtiment. Un matériau est dit étanche à l'air lorsqu'il présente une perméabilité à l'air inférieure à  $0,1 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  pour une différence de pression de 50 Pa. Pour en savoir plus sur les principes fondamentaux, la conception, les produits, l'exécution et la détermination de l'étanchéité à l'air, consultez la [NIT 255 \[B21\]](#).

L'étanchéité à l'air peut être assurée par :

- **l'enduit intérieur** : les défauts de la couche d'enduit (fissures, épaisseur insuffisante, exécution maladroite) peuvent fortement dégrader l'étanchéité à l'air globale du bâtiment. Les enduits traditionnels à base de plâtre offrent généralement une bonne étanchéité à l'air à partir de 8 mm d'épaisseur. Les enduits plus sensibles aux fissures, tels que les enduits à base d'argile, nécessitent une attention particulière en ce qui concerne la mise en œuvre et la gestion du retrait (voir [NIT 284 \[B20\]](#))
- **les membranes d'étanchéité à l'air souples (films, p. ex.)** : les joints situés entre les bandes de la membrane d'étanchéité à l'air doivent être étanchéifiés de façon correcte et durable
- **les panneaux en bois** : leur étanchéité à l'air peut varier fortement selon le produit. Si le fabricant n'est pas en mesure de garantir les performances d'étanchéité à l'air, il est recommandé d'appliquer une barrière d'étanchéité à l'air supplémentaire. La continuité de l'étanchéité au niveau des joints et des raccords est généralement réalisée à l'aide d'un ruban adhésif. Ce dernier doit être adapté à la nature du support et appliqué sur une surface propre, sèche et dépoussiérée pour garantir sa durabilité.

Les plaques de plâtre et les enduits extérieurs ne garantissent généralement pas une étanchéité à l'air suffisante. Il en va de même pour l'isolant, sauf si ses performances et sa durabilité sont démontrables, comme pour certains isolants projetés ou les panneaux isolants équipés d'un panneau de finition. Dans ce dernier cas, il convient de rendre les joints entre les panneaux étanches à l'air (voir § 6.2.2.3, p. 57).

La continuité de l'étanchéité à l'air doit être garantie au niveau des **raccords aux éléments de constructions adjacents** : sols, plafonds, toitures, cloisons, menuiseries, perforations, etc. Pour ce faire, il est essentiel d'utiliser des produits appropriés (ruban adhésif, bandes de raccord, colles, étanchéité liquide, etc.). Pour en savoir plus à ce sujet, consultez le [§ 6.2.2 \(p. 55\)](#).

**Tableau 3.5** Propriétés indicatives de matériaux isolants pour l'isolation par l'intérieur vendus sur le marché belge.

Isolant	Forme	Valeur $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Valeur $\lambda_{\text{ui}}$ (W/m.K)	Hygroscopique (¹)	Valeur $\mu$ (²) (-)	Valeur $s_d$ (10 cm) (²) (m)	
Isolants à base de matières premières minérales	Béton cellulaire autoclavé léger (AAC)	Panneaux	90 - 115	0,043	x	3	0,3
	Laine minérale (MW)	Isolant insufflé ou posé sous forme de panneaux et de matelas	10 - 200	0,030 - 0,040		2	0,2
	Perlite expansée (EPB)	Panneaux	100 - 200	0,045 - 0,065	x	5	0,5
	Silicate de calcium (CS)	Panneaux	80 - 250	0,040 - 0,070	x	3	0,3
	Verre cellulaire (CG)	Panneaux	80 - 210	0,035 - 0,07		∞	∞
Isolants à base de matières premières animales et végétales	Béton de chaux-chanvre (LHC)	Isolant en blocs ou mis en œuvre <i>in situ</i>	150 - 450	0,05 - 0,12	x	2	0,2
	Cellulose (CEL)	Isolant insufflé, projeté ou posé sous forme de panneaux ou de matelas	20 - 70	0,037 - 0,042	x	2	0,2
	Fibres de bois (WF) ou de chanvre	Isolant insufflé, projeté ou posé sous forme de panneaux ou de matelas	30 - 200	0,036 - 0,040	x	2	0,2
	Liège expansé (ICB)	Panneaux	90 - 170	0,040 - 0,050	x	10	1
Isolants à base de matières premières pétrochimiques	Mousse phénolique (PF)	Panneaux	20 - 50	0,021 - 0,023		50	5
	Polystyrène expansé (EPS)	Isolant injecté ou posé sous forme de panneaux	15 - 60	0,031 - 0,040		60	6
	Polystyrène extrudé (XPS)	Panneaux	30 - 50	0,027 - 0,040		150	15
	Polyuréthane à cellules fermées (PU)	Isolant projeté, injecté ou posé sous forme de panneaux	30 - 50	0,022 - 0,028		60	6
	Polyuréthane à cellules ouvertes (PU)	Isolant projeté, injecté ou posé sous forme de panneaux	10 - 80	0,035 - 0,040		5	0,5

(¹) Cette colonne indique si l'isolant est généralement considéré comme hygroscopique ou non. Dans le présent document, le seuil de capacité de sorption hygroscopique pour une humidité relative de 80 % est fixé à 5 kg/m<sup>3</sup>. Il convient de le vérifier pour chaque produit.  
 (²) Les valeurs  $\mu$  et  $s_d$  ne prennent pas en compte les joints entre les panneaux ou l'impact de la mise en œuvre.

Il existe d'autres techniques de pose de l'étanchéité à l'air. Celles-ci nécessitent toutefois une analyse approfondie et sortent du cadre de la présente Note d'information technique.

Une fois isolé par l'intérieur, le mur doit atteindre une classe d'étanchéité à l'air minimale L1. Cela signifie que

tous ses raccords doivent être étanches à l'air et que la couche d'étanchéité à l'air doit faire l'objet d'un contrôle visuel. Le mur isolé ne peut en aucun cas présenter des fuites d'air visibles (voir [NIT 251](#)). Cela peut être vérifié à l'aide d'un essai de pressurisation (voir [§ 7.1, p. 71](#)).

## 3.8 Pare-vapeur

Dans les systèmes d'isolation fermés à la diffusion de vapeur, il importe de maîtriser non seulement la circulation d'air, mais aussi la diffusion de vapeur (voir § 3.1.3, p. 26). Cela nécessite parfois l'ajout d'une couche supplémentaire, car un matériau étanche à l'air n'est pas forcément étanche à la vapeur, à l'exception de certaines membranes (voir figure 3.18) ou de certains panneaux à base de bois. Selon le produit choisi, l'isolant peut également faire office de pare-vapeur.



Fig. 3.18 Pose du pare-vapeur.

La capacité d'un matériau à bloquer la diffusion de vapeur est exprimée par sa **valeur  $\mu$  ou  $s_d$** . Si l'isolant joue aussi le rôle de pare-vapeur, sa valeur  $s_d$  se calcule en multipliant le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau ( $\mu$ ) – propre au matériau – par l'épaisseur ( $d$ ). La valeur  $\mu$  d'un produit figure généralement dans la fiche technique du fabricant. Le [tableau 3.5 \(p. 35\)](#) présente les valeurs indicatives de quelques matériaux courants.

Il existe différents types de pare-vapeur, classés dans le [tableau 3.6 \(p. 37\)](#) en fonction de leur épaisseur équivalente de diffusion  $s_d$ . Le § 5.4 (p. 48) indique dans quels cas utiliser un pare-vapeur et quel type choisir.

Lorsque la conception impose une classe de pare-vapeur spécifique, il importe d'utiliser des produits appartenant à cette classe. Contrairement aux toitures plates, par exemple, il est déconseillé d'utiliser un pare-vapeur d'une classe supérieure au strict nécessaire pour une isolation par l'intérieur. Une classe trop élevée peut en effet compromettre le séchage de la façade, ce qui augmente le risque de problèmes d'humidité. Pour une isolation par l'intérieur, on utilise généralement un pare-vapeur de classe E1, E2, EV1 ou EV2.

Les **pare-vapeur hygrovariables** forment une classe spéciale de pare-vapeur. Leur résistance à la diffusion de vapeur varie en fonction de l'humidité relative de l'air au droit du pare-vapeur (voir [figure 3.19 \(p. 37\)](#)) et, pour certains produits, du sens de migration de la vapeur. En saison de chauffe, l'humidité relative de l'air intérieur diminue, tandis que la valeur  $s_d$  augmente, ce qui limite la migration d'humidité de l'intérieur vers l'extérieur. En été, la valeur  $s_d$  est plus faible, ce qui permet au mur de sécher vers l'intérieur.

En fonction de leurs caractéristiques en milieu humide et sec, la plupart des pare-vapeur hygrovariables sur le marché se répartissent en deux classes (voir [tableau 3.6, p. 37](#)) :

- **classe EV1** (valeur  $s_d$  maximale : 4 à 5 m)
- **classe EV2** (valeur  $s_d$  maximale : 25 à 35 m)

Avant d'utiliser un pare-vapeur hygrovariable, il convient de prendre en compte les points suivants :

- **éviter les environnements humides** : les pare-vapeur hygrovariables sont uniquement destinés à un climat intérieur suffisamment sec (il est déconseillé de les utiliser dans un climat intérieur de classe 4). En effet, lorsque l'air intérieur est trop humide (à cause d'une mauvaise ventilation, p. ex.), la valeur  $s_d$  diminue, ce qui peut entraîner un apport important d'humidité dans la construction. Il est donc recommandé d'appliquer ces produits et l'isolation après les travaux qui génèrent une forte humidité, comme la réalisation d'une chape
- **interpréter les fiches techniques avec précaution** : les valeurs  $s_d$  indiquées dans les fiches techniques sont généralement déterminées dans des conditions d'humidité relative extrêmes (~ 0 % HR et ~ 100 % HR). Elles donnent donc la variabilité maximale du produit. Dans des conditions normales (40 % HR en hiver et 60 % HR en été, p. ex.), la variation effective de la valeur  $s_d$  est plus faible (voir [figure 3.19, p. 37](#)). Il est donc vivement recommandé de se baser sur des conditions réalistes pendant la conception.

### Frein-vapeur ou pare-vapeur ?

Le terme 'frein-vapeur' est parfois utilisé pour les matériaux qui freinent légèrement la diffusion de vapeur et le terme 'pare-vapeur' pour les matériaux qui freinent considérablement la diffusion de vapeur. Dans la présente Note d'information technique, nous utilisons uniquement le terme générique 'pare-vapeur'. La résistance à la diffusion de vapeur est indiquée par la classe de pare-vapeur (voir [tableau 3.6, p. 37](#)) ou la valeur  $s_d$ .

**Tableau 3.6** Classification des pare-vapeur en fonction de leur résistance à la diffusion de vapeur d'eau, avec des exemples de matériaux.

Classe de pare-vapeur <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	Exemples de matériaux
<b>Classe E1</b> $2 \text{ m} \leq s_d < 5 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produits à base de bois</li> <li>• Membrane à base de polypropylène</li> </ul>
<b>Classe E2</b> $5 \text{ m} \leq s_d < 25 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuille de polyéthylène (<math>\geq 0,15 \text{ mm}</math>, y compris les perforations dues aux agrafes) <sup>(3)</sup></li> <li>• Fibres de polyéthylène non tissées</li> </ul>
<b>Classe E3</b> $25 \text{ m} \leq s_d < 200 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuille d'aluminium sur différents supports</li> <li>• Bitume polymère (joints étanches)</li> </ul>
<b>Classe E4</b> $s_d > 200 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitume armé d'une feuille métallique</li> <li>• Pare-vapeur autocollant en aluminium</li> </ul>
<b>Classe EV1</b> $3 \text{ m} \leq s_d < 10 \text{ m}$ (coupelle sèche) <sup>(4)</sup> $s_d \leq 2 \text{ m}$ (coupelle humide) <sup>(4)</sup>	Pare-vapeur hygrovariables présentant une faible résistance à la diffusion de vapeur d'eau (à base de papier ou de polyamide, p. ex.)
<b>Classe EV2</b> $s_d \geq 10 \text{ m}$ (coupelle sèche) <sup>(4)</sup> $2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$ (coupelle humide) <sup>(4)</sup>	Pare-vapeur hygrovariables présentant une résistance moyenne à la diffusion de vapeur d'eau (à base de polypropylène ou de polyamide, p. ex.)

(<sup>1</sup>) La valeur  $s_d$  (ou valeur  $\mu d$ ) prend en compte la mise en œuvre du pare-vapeur (fixations, joints, raccords périphériques, etc.). On parle également de valeur  $s_d$  équivalente.  
(<sup>2</sup>) L'étanchéité à l'air doit être garantie pour toutes les feuilles. Cela vaut également pour les raccords au niveau des joints.  
(<sup>3</sup>) Il existe sur le marché des feuilles PE appartenant à la classe E3, mais en réalité, il est très difficile de garantir cette caractéristique pour le produit mis en œuvre.  
(<sup>4</sup>) La perméabilité à la diffusion de vapeur d'eau est mesurée selon la norme NBN EN ISO 12572 [B56]. Les conditions d'essai sont 23 °C et 0/50 % HR pour la méthode de la coupelle sèche (*dry cup*) ou 23 °C et 50/93 % HR pour la méthode de la coupelle humide (*wet cup*). Si ces deux méthodes donnent des classes de pare-vapeur différentes, il convient de retenir la classe EV2.

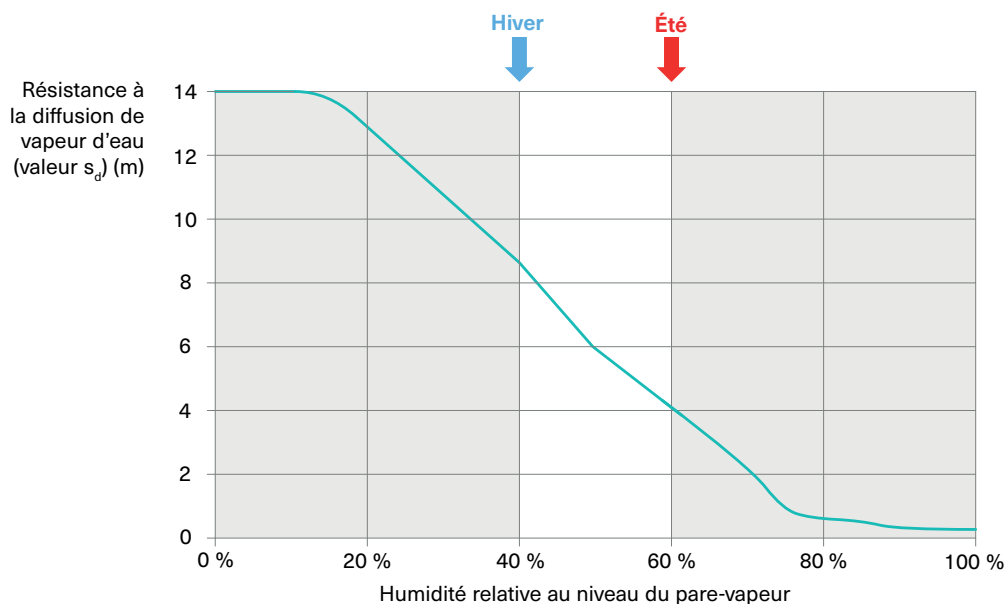
### 3.9 Finition intérieure

Il existe différentes sortes de finitions intérieures. Les isolants rigides peuvent être parachevés avec un enduit ou un panneau de finition posé en usine, tandis que les isolants souples placés entre les éléments d'une ossature peuvent être parachevés avec des panneaux rigides.

L'application de l'enduit peut aussi garantir l'étanchéité à l'air (voir § 3.7, p. 34). Pour en savoir plus sur les

matériaux, les critères de sélection, les raccords, l'exécution et les tolérances géométriques, consultez la NIT 284 [B20]. Pour des recommandations d'exécution spécifiques, il convient de consulter les informations fournies par le fabricant de l'enduit.

**En cas d'installation d'un système d'isolation par l'intérieur ouvert à la diffusion de vapeur, il est impératif que la finition intérieure présente cette même caractéristique et la conserve au fil du temps ( $s_d \leq 0,5 \text{ m}$ ).** Cela concerne aussi bien l'enduit que les (futurs) couches de peinture.



**Fig. 3.19** Résistance d'un pare-vapeur hygrovariable à la diffusion de vapeur d'eau en fonction de l'humidité relative. Dans des conditions d'utilisation normales (généralement entre 40 et 60 % HR), la variabilité de résistance à la diffusion de vapeur d'eau est beaucoup plus faible que la variabilité théorique maximale.

# 4. Critères de sélection d'un système d'isolation par l'intérieur

Il existe différents types d'isolants et de systèmes d'isolation. Ce chapitre présente quelques critères de sélection. Il sera essentiellement question de critères techniques, bien que d'autres facteurs soient déterminants, comme les préférences personnelles, l'expérience de l'entrepreneur, le coût ou la disponibilité des matériaux.

## 4.1 État du support

L'état du support (stabilité, propreté et cohésion) et ses défauts géométriques éventuels (verticalité et irrégularités locales) peuvent influencer le choix d'un système d'isolation :

- pour les systèmes à ossature désolidarisée de la façade, les exigences relatives à l'état du support sont généralement peu nombreuses, voire inexistantes (voir figure 4.1)
- pour les systèmes fixés au mur (par collage et/ou fixations mécaniques), il convient d'accorder une attention particulière à l'état du support (voir § 3.5.2, p. 32). Si ce dernier ne permet pas une fixation correcte, il convient de prendre les mesures nécessaires (suppression d'une finition intérieure existante instable ou égalisation du support, p. ex.).

## 4.2 Capacité portante pour les objets lourds

Lorsqu'on prévoit de fixer des objets lourds, comme des armoires ou des radiateurs, à un mur isolé par l'intérieur, il est essentiel d'en tenir compte lors du choix du système d'isolation. Il est déconseillé de fixer ces objets directement au mur existant, car cela peut créer des ponts thermiques. Par ailleurs, la fixation d'objets ne peut en aucun cas compromettre l'étanchéité à l'air du mur.

Dans les systèmes d'isolation à ossature, la finition intérieure est généralement constituée de panneaux, ce qui facilite la fixation d'objets lourds. Toutefois, dans certains cas, il est nécessaire de prévoir des panneaux à capacité portante plus élevée ou des panneaux de renforcement à base de bois. Il est recommandé de prévoir un vide technique afin d'éviter de percer la barrière d'étanchéité à l'air lors de la fixation d'objets. Notons que les systèmes d'isolation collés ou fixés mécaniquement ne sont généralement pas adaptés aux charges importantes.



Fig. 4.1 Ossature fixée à un mur présentant d'importants défauts géométriques. Un système posé par collage nécessite une couche d'égalisation épaisse pour aplanir le mur.

## 4.3 Espace disponible

Un système d'isolation par l'intérieur réduit inévitablement l'espace disponible dans le bâtiment. Dans certains cas, cette technique est inapplicable ou n'est pas souhaitée par le maître d'ouvrage en raison de l'épaisseur de l'isolation.

Une solution est de choisir un isolant avec de bonnes performances thermiques (voir figure 4.2, p. 39). Il convient de noter que plus la valeur  $\lambda$  baisse, plus l'épaisseur de matériau nécessaire pour atteindre les mêmes performances thermiques diminue (voir § 5.1, p. 45). Notons également que certains systèmes sont moins encombrants que d'autres (enduits isolants, etc.).

Les détails constructifs ont une grande influence sur les performances thermiques finales d'un mur isolé

par l'intérieur. Une isolation mince combinée à un bon traitement des détails constructifs offre généralement de meilleures performances thermiques qu'une isolation épaisse qui n'en tient pas compte. Par conséquent, plus l'épaisseur de l'isolant diminue, plus l'exécution des détails constructifs est importante (voir [chapitre 6](#), p. 53).



**Fig. 4.2** Avec une valeur  $\lambda$  de 0,014 W/m·K, l'aérogel isole deux à trois fois mieux que la plupart des isolants conventionnels, mais coûte généralement plus cher.

## 4.4 Approche circulaire respectueuse de l'environnement

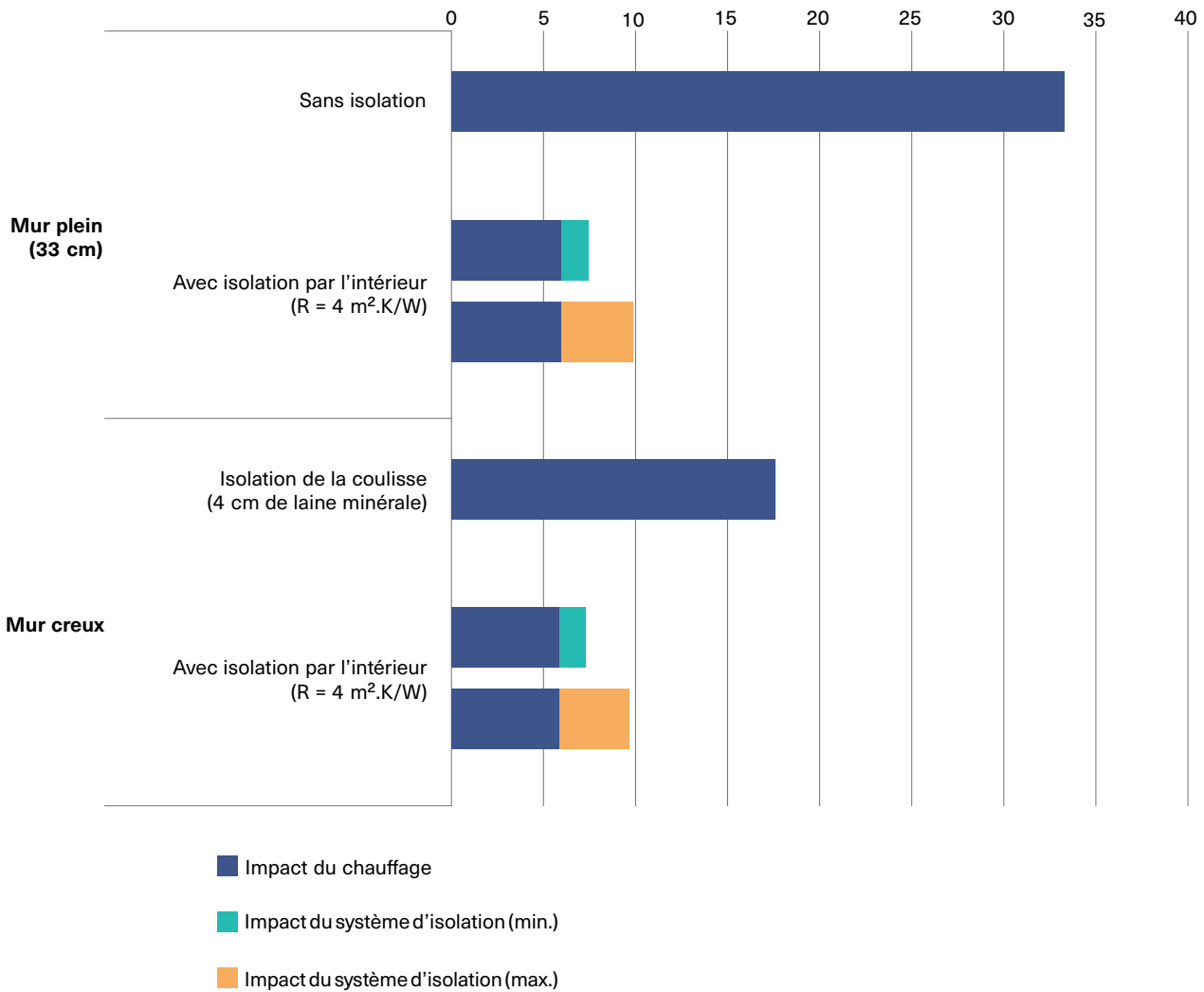
Face à la pression croissante exercée sur le climat et les ressources, une approche durable est essentielle. Celle-ci vise à réduire l'impact environnemental des bâtiments à partir des principes de l'économie circulaire, qui promeut la rénovation, la réutilisation, la réparation ou encore le recyclage des produits et des matériaux afin de préserver leur valeur le plus longtemps possible. Cela permet de réduire l'utilisation des ressources, la production de déchets et l'impact environnemental des bâtiments.

L'isolation par l'intérieur a un effet bénéfique sur l'environnement, car elle réduit considérablement les pertes de chaleur à travers les façades, ce qui limite significativement l'impact environnemental des bâtiments tout au long de leur cycle de vie par rapport à l'absence d'isolation (voir [figure 4.3](#), p. 40). Cela vaut aussi pour les situations où une faible quantité d'isolation est déjà présente, par exemple dans le cas d'anciens murs creux dont la coulisse a été isolée. Dans les deux cas, les gains environnementaux liés à la réduction des pertes de chaleur dépassent l'impact environnemental des matériaux ajoutés.

La réduction de l'impact environnemental lié à la consommation d'énergie est prioritaire. Cependant, une fois cet objectif atteint, il apparaît que la part relative de l'impact environnemental des matériaux utilisés dans les systèmes d'isolation augmente par rapport à celle de l'énergie. Les systèmes d'isolation doivent donc être optimisés. La [figure 4.4](#) (p. 42) présente un calcul de l'impact environnemental pour deux situations : un système d'isolation à ossature (adapté aux isolants en vrac ou sous forme de matelas, voir [§ 3.1.1](#), p. 23) et un système d'isolation collé (adapté aux isolants rigides, voir [§ 3.1.2](#), p. 25). Quel que soit le système choisi, des optimisations sont possibles.

Dans le cas des **systèmes à ossature**, l'utilisation d'une ossature en bois (complexe B) au lieu d'une ossature en métal (complexe A) permet de réduire l'impact environnemental d'environ 40 %. En termes d'impact environnemental, il semble contre-intuitif de prévoir un **vide technique** lorsqu'une plaque de plâtre est nécessaire (complexes A, B et C), car cela implique la pose d'une structure secondaire avant la plaque de plâtre. Cette faible augmentation de l'impact facilite toutefois les adaptations (déplacement d'une prise ou d'une cloison, p. ex.), la réparation ou l'éventuel remplacement de la plaque de plâtre sans devoir remplacer les couches sous-jacentes, ce qui augmenterait significativement l'impact environnemental. En fin de vie, les systèmes à ossature peuvent être démontés, ce qui permet la collecte sélective et augmente le potentiel de réutilisation et de recyclage des différents composants, notamment l'isolant, la finition intérieure, la structure porteuse et même le support en brique.

La mise en œuvre des **systèmes collés** nécessite un support suffisamment lisse (voir [§ 3.5.2](#), p. 32). La [figure 4.4](#) (p. 42), tient compte d'une couche d'égalisation de 2 cm pour les complexes E, F, G et H. Comme cette couche représente entre 30 et 50 % de l'impact environnemental de ces complexes, il importe de s'assurer qu'elle est réellement nécessaire et, si tel est le cas, d'en limiter autant que possible l'épaisseur. Une attention particulière doit aussi être accordée au choix de la colle (type, épaisseur et mise en œuvre). Les systèmes collés sont en effet plus difficiles à séparer de leurs supports, ce qui limite le potentiel de réemploi et de recyclage des composants du complexe en fin de vie, y compris celui



**Fig. 4.3** Impact environnemental des besoins en chauffage et du système d'isolation par l'intérieur sur l'ensemble de la durée de vie du bâtiment (valeurs minimales et maximales provenant de la figure 4.4, p. 42). Malgré l'impact des nouveaux matériaux, l'impact environnemental total, incluant l'isolation par l'intérieur, est nettement inférieur à celui d'avant la rénovation.

du support sur lequel l'isolation est fixée (mur en brique, par exemple).

Dans le cas des isolants souples, l'ensemble est généralement recouvert de plaques de plâtre et d'une peinture de finition. Certains isolants rigides peuvent être revêtus de différents enduits et peintures, dont le type et l'épaisseur peuvent fortement influencer l'impact environnemental, mais aussi compromettre le réemploi et le recyclage de l'isolant. L'impact de l'enduit à base d'argile (complexe D) est par exemple influencé par sa densité élevée et son épaisseur minimale de 2 cm. Son utilisation permet toutefois d'éviter l'impact éventuel d'une couche de peinture (et de ses remplacements), ce qui n'est pas négligeable en termes d'impact environnemental sur tout le cycle de vie du bâtiment [W1].

Les **matériaux biosourcés** (comme la cellulose, la paille, les blocs chaux-chanvre) permettent d'utiliser des ressources renouvelables, de développer les filières locales et de stocker temporairement du dioxyde de carbone. Cependant, leur caractère biosourcé (partiel ou total) n'implique pas nécessairement un faible impact environnemental sur tout le cycle de vie du bâtiment. Par exemple, l'impact de la variante avec des blocs de chaux-chanvre (complexe E) est relativement élevé, car la calcination de la chaux requiert une grande quantité d'énergie, principalement fossile. Il est recommandé de privilégier les matériaux biosourcés locaux, si possible peu transformés et issus d'exploitations durables, de matériaux recyclés ou de sous-produits agricoles [D8].

Quel que soit le système d'isolation choisi, il est crucial de limiter le nombre de remplacements pendant la phase d'utilisation du bâtiment en choisissant des produits à



longue durée de vie et en anticipant les conséquences des remplacements inévitables. Cela nécessite une conception soignée, intégrant les spécificités de la rénovation, et une mise en œuvre de qualité.

## Explication des calculs

L'analyse du cycle de vie (ou ACV) permet de quantifier l'impact environnemental des matériaux choisis à partir d'un ensemble d'indicateurs environnementaux (définis dans la norme EN 15804+A2). Elle couvre l'ensemble du cycle de vie des produits, qui inclut :

- la production : extraction, transformation et transport des matières premières et de l'énergie
- la construction : construction et installation, y compris transport vers le chantier
- l'utilisation : consommation d'eau et d'énergie, entretien et remplacements
- la fin de vie : démolition, traitement des déchets, réutilisation et recyclage, y compris transport et tri.

Pour faciliter la comparaison entre les systèmes d'isolation étudiés, les résultats des indicateurs ont été regroupés dans un score unique en millipoints (mPt) (sur la base de la méthode belge utilisée dans l'outil TOTEM).

Pour tous les systèmes d'isolation par l'intérieur étudiés, l'impact environnemental a été calculé pour 1 m<sup>2</sup> sur la durée de vie du bâtiment rénové (60 ans). Les supports ne sont pas représentés, car ils sont considérés comme identiques en termes de durée de vie et d'impact environnemental. Étant donné les nombreux scénarios possibles pour le remplacement des finitions (plaque de plâtre, enduit et peinture), cette étape n'a pas été prise en compte dans l'étude. Pour les systèmes rigides, la présence d'une couche d'égalisation a été considérée. Les épaisseurs des isolants ont été ajustées de sorte que les complexes présentent tous une valeur R de 4 m<sup>2</sup>.K/W.

## 4.5 Performances acoustiques

L'impact acoustique d'une isolation par l'intérieur varie selon la situation :

- elle a généralement peu d'impact sur la réduction des bruits environnants (isolation acoustique des façades, voir [figure 4.5, p. 43](#), à gauche), sauf dans le cas

d'une façade aveugle (sans ouvertures). Les bruits environnants se propagent habituellement à travers les éléments de façade acoustiquement plus faibles, comme les fenêtres, les caissons à volets et les grilles de ventilation

- elle peut influencer l'isolation acoustique entre deux pièces adjacentes (voir [figure 4.5, p. 43](#), à droite), c'est-à-dire la transmission latérale du bruit. Toutefois, l'effet final dépendra aussi de la transmission directe du bruit entre les pièces via la cloison ou le plancher de séparation.

Pour que l'isolation par l'intérieur permette d'atteindre le niveau de performance acoustique recherché, une conception acoustique précise est indispensable. En effet, **le choix du système d'isolation peut nettement améliorer ou dégrader l'isolation acoustique**. Il est généralement recommandé de choisir un isolant aussi souple que possible et un revêtement intérieur lourd.

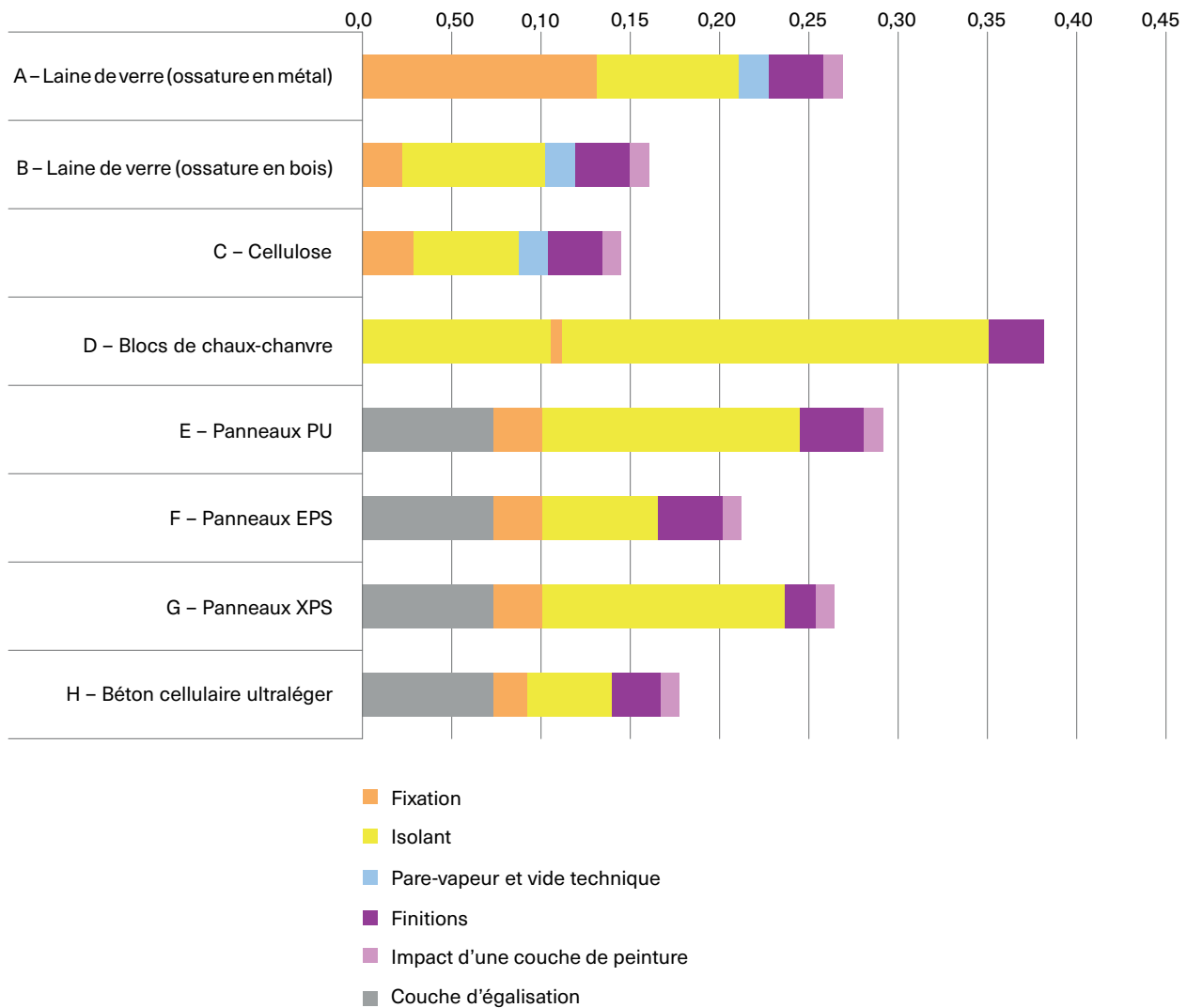
Sur le plan acoustique, on distingue :

- **les systèmes d'isolation par l'intérieur à ossature indépendante**, qui offrent généralement de bonnes performances acoustiques. Pour des résultats optimaux, il convient d'appliquer la finition intérieure sur une ossature séparée du mur existant et de remplir la coulisse d'un matériau souple fibreux ou constitué de cellules ouvertes. L'augmentation de l'épaisseur d'isolant (au moins 70 mm) améliore l'isolation acoustique. En cas de fixation mécanique de l'ossature au mur existant, il est recommandé d'utiliser des fixations acoustiques
- **les systèmes d'isolation par l'intérieur collés**, qui ont généralement de moins bonnes performances acoustiques et qui, en cas d'utilisation d'isolants rigides, peuvent même dégrader le confort acoustique par rapport à la situation d'origine. Pour améliorer les performances acoustiques, il est possible d'utiliser un isolant poreux souple d'au moins 50 mm d'épaisseur, comme l'EPS élastifié (EPS moins rigide). Plus l'isolant est épais et souple, plus l'isolation acoustique est bonne.

Les exigences d'isolation acoustique des façades et d'isolation contre les bruits aériens et les bruits de choc sont définies dans les normes NBN S 01-400-1 [B59] et NBN S 01-400-2 [B60]. Les critères varient selon le type de bâtiment, les espaces et le niveau de performance souhaité. En ce qui concerne l'isolation acoustique des façades, le bruit extérieur joue un rôle important. Bien que les exigences de performance des normes servent de règles de bonne pratique, des écarts sont possibles sous certaines conditions dans le cadre de rénovations. En outre, les travaux qui ne nécessitent pas de demande de permis de bâtir ou de rénover ne sont pas soumis à ces normes.

Le lecteur intéressé peut consulter les documents suivants : [l'article Buildwise 2018/02.13 \[D1\]](#) pour plus

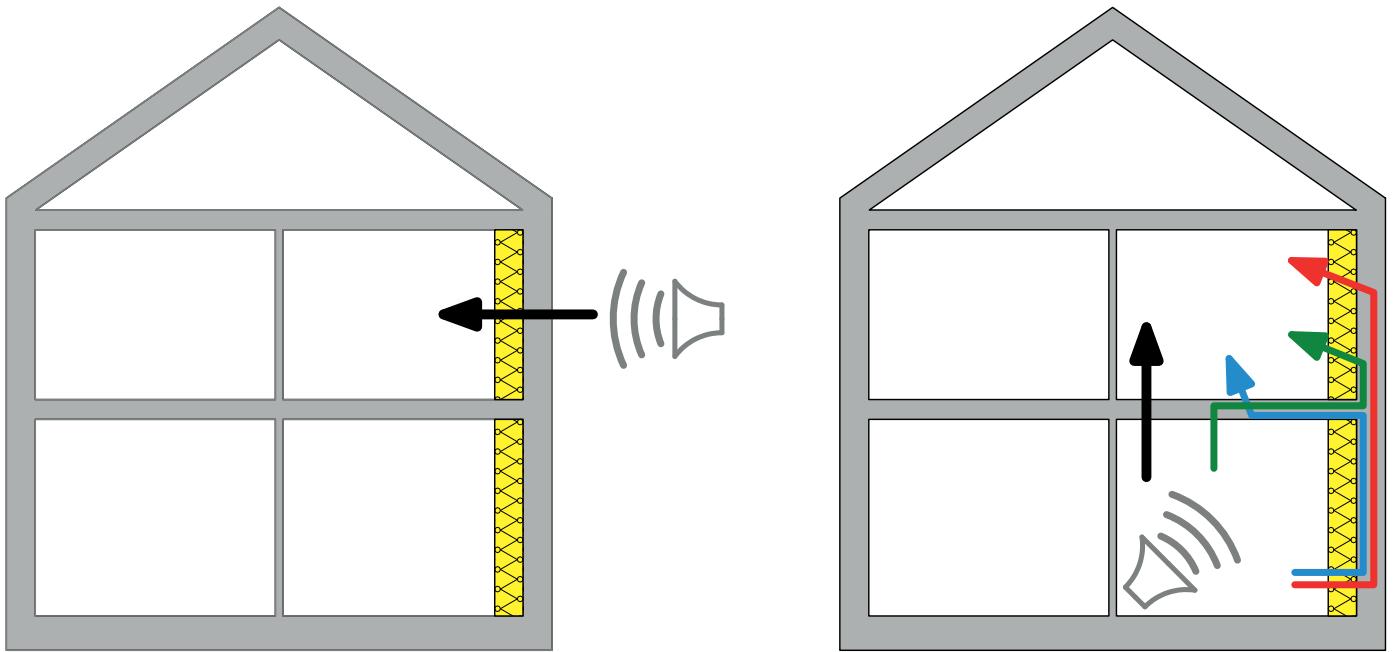
Impact environnemental (mPt/m<sup>2</sup> mur) (selon la norme NBN EN 15804+A2:2019 – normalisation et pondération EF3.1 07/2022)



**Fig. 4.4** Impact environnemental de différents systèmes d'isolation par l'intérieur ( $R = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ) (l'installation comprend la couche d'égalisation, l'ossature, le mortier-collé, les chevilles, le pare-vapeur et l'isolation par l'intérieur; l'impact d'un éventuel remplacement au cours de la durée de vie n'a pas été pris en compte).

**Tableau 4.1** Composition des systèmes d'isolation par l'intérieur dont l'impact environnemental a été calculé à la figure 4.4.

Composition	Couche d'égalisation	Fixation	Isolant	Finition
<b>A</b>	Absente	Ossature en métal	Laine de verre (12 cm)	Panneau de plâtre, peinture acrylique
<b>B</b>	Absente	Ossature en bois	Laine de verre (12 cm)	Panneau de plâtre, peinture acrylique
<b>C</b>	Absente	Ossature en bois	Cellulose (13 cm)	Panneau de plâtre, peinture acrylique
<b>D</b>	Absente	Blocs autoportants	Blocs chaux-chanvre (20 cm) + mélange chaux-chanvre (5 cm)	Enduit à base d'argile (2 cm)
<b>E</b>	Mortier chaux-ciment (2 cm)	Collage (chaux-ciment)	Panneaux PU (8 cm)	Panneau de plâtre (collé en usine), peinture acrylique
<b>F</b>	Mortier chaux-ciment (2 cm)	Collage (chaux-ciment)	Panneaux EPS (13 cm)	Panneau de plâtre (collé en usine), peinture acrylique
<b>G</b>	Mortier chaux-ciment (2 cm)	Collage (chaux-ciment)	Panneaux XPS (12 cm)	Enduit à base de plâtre, peinture acrylique
<b>H</b>	Mortier chaux-ciment (2 cm)	Collage (chaux-ciment)	Béton cellulaire ultraléger (14 cm)	Enduit mince à base de chaux (5 mm), peinture à la chaux



**Fig. 4.5** L'isolation par l'intérieur a généralement peu d'effet sur la réduction des bruits environnants (à gauche). Elle peut toutefois influencer l'isolation acoustique entre les pièces (à droite) par les voies de transmission latérales (flèches colorées).

d'informations sur l'impact acoustique de l'isolation par l'intérieur, la [NIT 281 \[B15\]](#) pour les recommandations et les concepts de construction pour l'isolation acoustique entre habitations et l'[Antenne Normes 'Acoustique'](#) pour une vue d'ensemble des exigences normatives.

## 4.6 Prévention contre l'incendie

L'arrêté royal du 7 juillet 1994 [S2], appelé AR 'Normes de base', et ses modifications fixent les critères minimums que doivent respecter les bâtiments en matière de prévention contre l'incendie. Ce document ne s'applique cependant ni aux maisons unifamiliales ni aux bâtiments bas de moins de 100 m<sup>2</sup> comptant au maximum deux étages.

Depuis la modification du 4 avril 2003, les travaux de rénovation sont également exclus de son champ d'application. Cette exception ne concerne toutefois pas les interventions nécessitant un permis. En effet, les services d'incendie peuvent formuler des recommandations lors d'une demande de permis de construire ou imposer les mêmes exigences que pour les constructions neuves en cas de rénovations importantes. Cette exception ne s'applique pas non plus aux changements d'affectation nécessitant un permis d'urbanisme (transformation d'un bâtiment industriel en immeuble d'habitation, p. ex.).

Lors d'une rénovation, il est parfois difficile de remplir les critères de sécurité incendie. Dans ce cas, une autre solution

peut être proposée à la commission de dérogation du SPF Intérieur (selon la procédure décrite dans l'arrêté royal du 18 septembre 2008 [S3]), à condition qu'elle respecte le niveau minimum de sécurité incendie.

Pour les bâtiments concernés par l'arrêté royal 'Normes de base', les exigences de prévention contre l'incendie varient en fonction de la hauteur du bâtiment (définie selon l'interprétation du SPF Intérieur [S4]) :

- bâtiments bas : moins de 10 m (annexe 2/1 de l'AR)
- bâtiments moyens : entre 10 et 25 m (annexe 3/1 de l'AR)
- bâtiments hauts : plus de 25 m (annexe 4/1 de l'AR).

Dans la réglementation incendie, il importe de distinguer la 'réaction au feu' de la 'résistance au feu' :

- la **réaction au feu** décrit le comportement d'un matériau exposé à une source de chaleur, c'est-à-dire sa contribution au développement et à la propagation d'un début d'incendie. La classification européenne de réaction au feu comprend des classes principales (allant de A1 jusqu'à F) et des classes supplémentaires relatives au dégagement de fumée (s) et à la formation de gouttes (d). L'annexe 5/1 de l'AR 'Normes de base' précise les classes minimales de réaction au feu des finitions de mur, de sol et de plafond. Ces exigences varient selon la hauteur du bâtiment, le type d'utilisateur et la présence ou non d'une installation de détection incendie. En principe, la classe de réaction au feu des matériaux peut être obtenue auprès des fabricants
- une fois que l'incendie s'est complètement développé, la **résistance au feu** désigne la capacité d'un élément de construction à garantir la stabilité du bâtiment pendant une période déterminée et à empêcher la propagation

de l'incendie au-delà de l'espace dans lequel il s'est déclaré. Elle est caractérisée par les paramètres R (stabilité au feu), E (étanchéité aux flammes) et I (isolation thermique), suivis d'une durée pendant laquelle ils doivent être garantis (par exemple, R 60 signifie que l'élément doit rester stable pendant 60 minutes en cas d'incendie). Les systèmes d'isolation par l'intérieur ont généralement peu d'influence sur la résistance

au feu, car celle-ci est généralement assurée par le mur sous-jacent. Ils peuvent toutefois jouer un rôle important dans le cas de planchers et de murs en bois.

Pour en savoir plus sur les normes et la réglementation incendie, consultez le site Internet de l'[Antenne Normes 'Prévention du feu'](#).

# 5. Conception hygrothermique d'un système d'isolation par l'intérieur

La conception hygrothermique vise à définir les critères applicables aux composants neufs ou aux composants existants à adapter en vue d'atteindre les performances thermiques souhaitées tout en évitant les dommages ou les problèmes hygrothermiques. Une isolation par l'intérieur refroidit en effet la façade et ralentit son séchage (voir § 1.4, p. 9).

Ce chapitre explique comment déterminer l'**épaisseur d'isolant requise** (§ 5.1, p. 45), la **charge de pluie battante** (§ 5.2, p. 46), la **classe de climat intérieur** (§ 5.3, p. 47) et la **conception hygrothermique** à partir des trois facteurs précités (§ 5.4, p. 48).

## 5.1 Détermination de l'épaisseur d'isolant requise

L'isolant sert principalement à améliorer les **performances thermiques** du mur existant. À cette fin, il doit généralement respecter une valeur minimale, notamment pour bénéficier d'une prime ou pour répondre à une réglementation spécifique. Dans certains cas, une valeur maximale peut également être fixée pour éviter des problèmes d'humidité (voir § 5.4, p. 48).

La performance thermique de l'isolant est exprimée par une caractéristique intrinsèque appelée **conductivité thermique**, ou valeur lambda ( $\lambda$ ), qui figure dans la documentation technique des fabricants. Le [tableau 3.5 \(p. 35\)](#) reprend les valeurs indicatives de quelques matériaux d'isolation par l'intérieur vendus sur le marché belge.

En fonction du contexte des travaux, le mur peut être soumis à des exigences relatives à la résistance thermique R ou au coefficient de transmission thermique U.

La **résistance thermique** (valeur R) tient uniquement compte de la nature et de l'épaisseur de l'isolant. Elle est calculée comme le rapport entre l'épaisseur d (en mètres) et la conductivité thermique  $\lambda$  de l'isolant ( $R = d/\lambda$ ). Pour faciliter le dimensionnement, le [tableau 5.1 \(p. 46\)](#) présente la résistance thermique de l'isolant en fonction de son épaisseur et sa conductivité thermique. En Belgique, les exigences actuelles fixent deux valeurs indicatives : 2 m<sup>2</sup>.K/W et 4 m<sup>2</sup>.K/W (cette dernière correspond à une valeur U d'environ 0,24 W/m<sup>2</sup>.K).

En Belgique, la conductivité thermique utilisée dans les calculs réglementaires pour un isolant (également appelée 'valeur de calcul de la conductivité thermique') doit prendre en compte plusieurs facteurs conformément à la norme NBN EN ISO 10456 [B54], notamment :

- la variabilité du produit lors de sa fabrication
- pour les matériaux hygroscopiques, le taux d'humidité dans des conditions d'utilisation standards (23 °C et 50 % d'humidité relative en Belgique)
- le vieillissement dans le temps.

En ce qui concerne les matériaux soumis à une norme de produit européenne, les valeurs  $\lambda_D$  déclarées tiennent compte des facteurs précités. Pour les autres matériaux, il convient de vérifier si ces facteurs ont bien été pris en compte.

Le **coefficient de transmission thermique (valeur U)** prend en compte la composition complète du mur et les interruptions de l'isolant par l'ossature et/ou les fixations mécaniques. Cela permet un calcul plus réaliste des performances réelles. La méthode de calcul à suivre figure dans la norme NBN EN ISO 6946 [B52] ou dans les réglementations régionales sur la performance énergétique. La valeur U est généralement déterminée pour les bâtiments neufs et assimilés, la limite maximale fixée pour les façades étant de 0,24 W/m<sup>2</sup>.K. Le calcul détaillé de la valeur U d'un mur isolé n'est pas abordé dans le présent document. Des valeurs indicatives sont toutefois fournies ci-après pour les situations nécessitant une augmentation de l'épaisseur de l'isolant, notamment dans les cas suivants :

- **interruption de l'isolant par une ossature en bois.** L'interruption de l'isolant par une ossature en bois diminue ses performances thermiques. L'impact varie selon le type d'isolant et les caractéristiques de l'ossature. Pour atteindre le même niveau d'isolation, l'épaisseur de l'isolant doit être augmentée de 3 à 8 % pour une conductivité thermique comprise entre 0,080 et 0,020 W/m.K (en considérant des chevrons en bois résineux de 63 mm d'épaisseur espacés de 60 cm). Pour limiter les pertes supplémentaires dans les systèmes à ossature, il convient d'éviter un contact direct entre l'ossature et le support (voir § 3.5.1, p. 31)
- **perforation de l'isolant par les éléments métalliques des fixations mécaniques.** La perforation de l'isolant

crée des ponts thermiques, dont l'impact dépend des performances de l'isolant et des caractéristiques des fixations. Pour compenser ces déperdition de chaleur supplémentaires, l'épaisseur de l'isolant peut être augmentée de 6 à 24 % pour une conductivité thermique de l'isolant comprise entre 0,080 et 0,020 W/m.K (en supposant 6 fixations/m<sup>2</sup> au moyen de vis en acier de 6 mm de diamètre). L'impact thermique des fixations synthétiques est généralement considéré comme négligeable.

Pour optimiser la performance énergétique du bâtiment, il importe de tenir compte des nœuds constructifs. Leur traitement a en effet une grande influence sur la performance thermique globale de la façade (comme en témoigne l'exemple cité au § 6.1, p. 53).

## 5.2 Détermination de la charge de pluie battante

Les pluies battantes jouent un rôle déterminant dans la présence d'humidité au sein des façades isolées par l'intérieur. Selon le degré d'exposition de la façade (voir § 2.2, p. 15), on distingue trois classes de **charge de pluie battante** (voir [tableau 5.2, p. 47](#)). Avant d'utiliser ce tableau, il convient de s'assurer que tous les autres problèmes d'humidité ont été résolus (voir § 2.1, p. 14).

**Tableau 5.1** Résistance thermique de l'isolant en fonction de son épaisseur et sa conductivité thermique  $\lambda$ .

Résistance thermique (m <sup>2</sup> .K/W)	Épaisseur d (cm)													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
<b>0,014</b>	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	8,6	10,0	11,4	12,9	14,3
<b>0,016</b>	1,3	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,3	7,5	8,8	10,0	11,3	12,5
<b>0,018</b>	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6	6,7	7,8	8,9	10,0	11,1
<b>0,020</b>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
<b>0,022</b>	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1
<b>0,024</b>	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5	8,3
<b>0,026</b>	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,8	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7
<b>0,028</b>	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1
<b>0,030</b>	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,7
<b>0,032</b>	0,6	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,3
<b>0,034</b>	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9
<b>0,036</b>	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6
<b>0,038</b>	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	3,2	3,7	4,2	4,7	5,3
<b>0,040</b>	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
<b>0,045</b>	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4
<b>0,050</b>	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
<b>0,055</b>	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,6
<b>0,060</b>	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3
<b>0,065</b>	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,1
<b>0,070</b>	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9
<b>0,075</b>	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7
<b>0,080</b>	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5
<b>0,085</b>	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4
<b>0,090</b>	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2
<b>0,095</b>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
<b>0,100</b>	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

**Tableau 5.2** Classes de charge de pluie battante et critères correspondants.

Charge de pluie battante	Critères et composition
<b>Élevée</b>	Façades fortement exposées aux pluies battantes (c'est-à-dire orientées du sud-est au nord-ouest, voir figure 2.3, p. 16)
<b>Faible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Façades faiblement exposées aux pluies battantes (c'est-à-dire orientées du nord-ouest au sud-est, voir figure 2.3, p. 16)</li> <li>Façades fortement exposées aux pluies battantes, mais protégées par :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>une composition favorable (murs en béton coulé sur place ou murs en béton préfabriqué, p. ex.)</li> <li>une finition extérieure offrant une protection minimale (voir tableau 3.3, p. 29)</li> <li>une peinture extérieure (voir § 3.2.3, p. 28) ou un traitement d'hydrofugation (voir § 3.2.4, p. 29)</li> <li>une saillie protégeant la façade sur une hauteur égale à quatre fois sa largeur (voir § 2.2, p. 15)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Négligeable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Façades protégées de la pluie par un bardage ventilé (voir § 3.2.1, p. 27) ou par un enduit extérieur offrant une protection optimale (voir tableau 3.2, p. 29)</li> <li>Mur creux sans infiltrations (dans ce cas, il y a lieu de vérifier que la coulisse mesure au moins 3 cm de large et qu'elle ne contient pas trop de résidus de mortier et/ou de débris de maçonnerie)</li> <li>Murs intérieurs</li> </ul>

**Tableau 5.3** Classes de climat intérieur et exemples de bâtiments correspondants.

Classe de climat intérieur (CC) et types de bâtiments concernés	Exemples de bâtiments
<p><b>CC I</b> (bâtiments présentant une production d'humidité faible à nulle en permanence)</p> $1.100 \leq P_i < 1.165$ <sup>(1)</sup> $P_i - P_e < 159 - 10 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>	Entrepôts de marchandises sèches Églises, salles d'exposition, garages, ateliers
<p><b>CC II</b> (bâtiments bien ventilés présentant une production d'humidité limitée par m<sup>3</sup>)</p> $1.165 \leq P_i < 1.370$ <sup>(1)</sup> $P_i - P_e < 436 - 22 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>	Habitations ventilées selon la norme Écoles Magasins Bureaux non climatisés Salles de sport et halls polyvalents
<p><b>CC III</b> (bâtiments moyennement ventilés présentant une production d'humidité plus importante par m<sup>3</sup>)</p> $1.370 \leq P_i < 1.500$ <sup>(1)</sup> $P_i - P_e < 713 - 22 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>	Habitations non ventilées selon la norme Hôpitaux et homes Salon de consommation, restaurants, salles des fêtes et théâtres Bâtiments faiblement climatisés (HR ≤ 60 %)
<p><b>CC IV</b> (bâtiment présentant une production d'humidité élevée)</p> $P_i \geq 1.500$ , limitée à 3.000 Pa <sup>(1)</sup> $P_i - P_e > 713 - 22 \cdot \theta_e$ <sup>(2)</sup>	Bâtiments fortement climatisés (HR > 60 %) Locaux d'hydrothérapie Piscines couvertes Locaux industriels humides tels que les blanchisseries, les imprimeries, les brasseries, les usines à papier, etc.

<sup>(1)</sup> Pression de vapeur annuelle moyenne dans le bâtiment (en Pa).  
<sup>(2)</sup> Différence de pression de vapeur moyenne pendant 4 semaines (en Pa), avec  $\theta_e$  pour la température extérieure (en °C).

## 5.3 Détermination de la classe de climat intérieur

Outre les pluies battantes, qui apportent une grande quantité d'humidité dans les façades, un climat intérieur trop humide en hiver peut également provoquer l'humidification du système d'isolation par condensation interne (voir § 1.4.3, p. 10). Pour réduire le taux d'humidité du climat intérieur à un niveau acceptable et limiter le risque de dommages, un **système de ventilation** correctement dimensionné et efficace est indispensable (voir NIT 258 et Innovation Paper 41 [B40]).

Le tableau 5.3 présente les définitions des classes de climat intérieur et donne des exemples de bâtiments correspondants. Le tableau 5.4 (p. 48) indique, pour les classes de climat intérieur II et III les plus courantes, les gammes d'humidité relative hivernale en fonction de la température de chauffe (sur la base des valeurs saisonnières normales à Uccle). D'un point de vue hygrothermique, il est préférable de viser un climat intérieur sec. Pour en savoir plus sur les classes de climat intérieur et leur évaluation, consultez la NIT 280 [B18].

Un système d'isolation par l'intérieur peut être installé dans un climat intérieur de classe I, II et III s'il est correctement choisi et dimensionné. Sa mise en œuvre dans un climat intérieur de classe IV nécessite une étude spécifique, car elle comporte des risques.

## 5.4 Conception hygrothermique en fonction de la charge d'humidité

La conception hygrothermique vise à sélectionner les caractéristiques des composants neufs du système d'isolation (l'isolant et éventuellement le pare-vapeur) en fonction de la situation (système d'isolation, type de maçonnerie, climat intérieur et charge de pluie battante) en vue de limiter les risques hygrothermiques. Le présent document se concentre sur les risques et indicateurs suivants :

- **présence d'une condensation interne excessive** : la quantité de condensat dans l'isolant ne peut en aucun cas dépasser 200 gr/m<sup>2</sup>
- **humidification excessive de l'isolant en hiver** : l'humidité relative moyenne de l'air enfermé dans l'isolant ne peut en aucune manière dépasser 80 %. Cela permet de garantir les performances thermiques de l'isolant et d'éviter le développement de moisissures dans les isolants plus sensibles.

Les règles de dimensionnement sont présentées dans les **tableaux** suivants :

- **tableau 5.5 (p. 49)** pour les systèmes fermés à la diffusion de vapeur munis d'une ossature (type A1) et d'un isolant non hygroscopique
- **tableau 5.6 (p. 50)** pour les systèmes fermés à la diffusion de vapeur munis d'une ossature (type A1) et d'un isolant hygroscopique
- **tableau 5.7 (p. 51)** pour les systèmes fermés à la diffusion de vapeur dépourvus d'ossature (type B1)
- **tableau 5.8 (p. 52)** pour les systèmes hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur munis d'une ossature ou dépourvus de celle-ci (types A2 et B2).

Ces règles tiennent compte de :

- la **charge de pluie** (voir § 5.2, p. 46)
- le **type et l'épaisseur de la maçonnerie**
- la **classe de climat intérieur** (voir § 5.3, p. 47).

Plus la résistance thermique de l'isolant augmente, plus les risques hygrothermiques sont élevés. C'est pourquoi les exigences sont exprimées en termes de **résistance thermique maximale**.

Les risques hygrothermiques sont fortement réduits lorsque la façade est bien protégée contre la pluie (charge de pluie négligeable). Dans ce cas, tant que la résistance thermique ne dépasse pas 4 m<sup>2</sup>.K/W, il suffit de respecter la définition des systèmes fermés à la diffusion de vapeur (voir § 3.1.3, p. 26) ou des systèmes hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur (voir § 3.1.4, p. 26) pour garantir un bon comportement hygrothermique. Toutefois, lorsque la façade est moins bien protégée contre la pluie (charge de pluie battante élevée ou faible), la résistance thermique maximale admise peut être réduite.

Pour les systèmes comportant un pare-vapeur, les classes de pare-vapeur admises sont indiquées en fonction de différentes gammes de résistance thermique (voir § 3.8, p. 36). Afin de préserver le potentiel de séchage vers l'intérieur, il est essentiel de choisir un produit appartenant à la classe spécifiée et non à une classe induisant une résistance à la diffusion de vapeur plus élevée.

Pour les systèmes fermés à la diffusion de vapeur munis d'une ossature (systèmes A1), une distinction est faite entre les systèmes comportant un isolant non hygroscopique et les systèmes comportant un isolant hygroscopique ( $W_{80} \geq 5 \text{ kg/m}^3$ ). L'hygroscopicité limite l'augmentation de l'humidité relative dans l'isolant, ce qui réduit le risque de condensation interne. Les règles de conception varient donc selon le type de système.

**Tableau 5.4** Gammes d'humidité relative hivernale pour les classes de climat intérieur II et III en fonction de la température de chauffe.

Température de chauffe	Classe de climat intérieur	
	CC II	CC III
18 °C	40 % - 50 %	50 % - 65 %
20 °C	35 % - 45 %	45 % - 55 %
22 °C	30 % - 40 %	40 % - 50 %



**Tableau 5.5** Tableau de dimensionnement des systèmes fermés à la diffusion de vapeur munis d'une ossature (type A1) et d'un isolant non hygroscopique, avec indication de la résistance thermique maximale  $R$  (en  $m^2.K/W$ ) et de la classe de pare-vapeur <sup>(1)</sup>.

SYSTÈMES FERMÉS À LA DIFFUSION DE VAPEUR MUNIS D'UNE OSSATURE (TYPE A1) ET D'UN ISOLANT NON HYGROSCOPIQUE			
Charge de pluie	Type de maçonnerie	CC I – CC II	CC III
Négligeable	Tous types	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2	
Faible	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	Déconseillé	
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2	$R \leq 0,5$ : classes E1, E2, EV1 et EV2 $0,5 < R \leq 1$ : classes E1, E2 et EV2 $1 < R \leq 2$ : classes E2 et EV2 $2 < R \leq 4$ : déconseillé
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm) ou bénéficiant d'une composition favorable (voir tableau 5.2, p. 47)	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2	$R \leq 0,5$ : classes E1, E2, EV1 et EV2 $0,5 < R \leq 1$ : classes E1, E2, EV1 et EV2 $1 < R \leq 4$ : classes E2 et EV2
Élevée	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	Déconseillé	
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	$R \leq 0,5$ : classes EV1 et EV2 $0,5 < R \leq 1$ : classes EV1 et EV2 $1 < R \leq 4$ : déconseillé	$R \leq 0,5$ : classes EV1 et EV2 $0,5 < R \leq 1$ : classe EV2 $1 < R \leq 4$ : déconseillé
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm)	$R \leq 0,5$ : classes E1, EV1 et EV2 $0,5 < R \leq 1$ : classes E1, EV1 et EV2 $1 < R \leq 2$ : classes E1, EV1 et EV2 $2 < R \leq 4$ : classes EV1 et EV2	$R \leq 0,5$ : classes EV1 et EV2 $0,5 < R \leq 1$ : classes EV1 et EV2 $1 < R \leq 2$ : classe EV2 $2 < R \leq 3$ : classe EV2 $3 < R \leq 4$ : déconseillé
<sup>(1)</sup> Ce tableau est uniquement utilisable dans le cadre de la présente Note d'information technique (voir § 1.1, p. 7) et après l'examen de la façade (voir chapitre 2, p. 13).			

**Tableau 5.6** Tableau de dimensionnement des systèmes fermés à la diffusion de vapeur munis d'une ossature (type A1) et d'un isolant hygroscopique, avec indication de la résistance thermique maximale  $R$  (en  $m^2.K/W$ ) et de la classe de pare-vapeur (<sup>1</sup>).

SYSTÈMES FERMÉS À LA DIFFUSION DE VAPEUR MUNIS D'UNE OSSATURE (TYPE A1) ET D'UN ISOLANT HYGROSCOPIQUE			
Charge de pluie	Type de maçonnerie	CC I – CC II	CC III
<b>Négligeable</b>	Tous types	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2	
<b>Faible</b>	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm) ou bénéficiant d'une composition favorable (voir <a href="#">tableau 5.2, p. 47</a> )	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2	$R \leq 4$ : classes E1, E2, EV1 et EV2
<b>Élevée</b>	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	Déconseillé	
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	$R \leq 3$ : classes EV1 et EV2 $3 < R \leq 4$ : classe EV1	$R \leq 0,5$ : classes EV1 et EV2 $0,5 < R \leq 2$ : classe EV1 $2 < R \leq 4$ : déconseillé
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm)	$R \leq 2$ : classes E1, EV1 et EV2 $2 < R \leq 4$ : classes EV1 et EV2	$R \leq 1$ : classes EV1 et EV2 $1 < R \leq 3$ : classe EV1 $3 < R \leq 4$ : déconseillé

(<sup>1</sup>) Ce tableau est uniquement utilisable dans le cadre de la présente Note d'information technique (voir § 1.1, p. 7) et après l'examen de la façade (voir [chapitre 2, p. 13](#)).

**Tableau 5.7** Tableau de dimensionnement des systèmes fermés à la diffusion de vapeur dépourvus d'ossature (type B1), avec indication de la résistance thermique maximale R (en m<sup>2</sup>.K/W) <sup>(1)</sup>.

SYSTÈMES FERMÉS À LA DIFFUSION DE VAPEUR DÉPOURVUS D'OSSATURE (TYPE B1)			
Charge de pluie	Type de maçonnerie	CC I – CC II	CC III
<b>Négligeable</b>	Tous types	R ≤ 4	
<b>Faible</b>	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	R ≤ 4	R ≤ 4
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	R ≤ 4	R ≤ 4
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm) ou bénéficiant d'une composition favorable (voir <a href="#">tableau 5.2, p. 47</a> )	R ≤ 4	R ≤ 4
<b>Élevée</b>	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	Déconseillé	
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	R ≤ 4	R ≤ 2
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm)	R ≤ 4	R ≤ 2

(<sup>1</sup>) Ce tableau est uniquement utilisable dans le cadre de la présente Note d'information technique (voir § 1.1, p. 7) et après l'examen de la façade (voir [chapitre 2, p. 13](#)).

**Tableau 5.8** Tableau de dimensionnement des systèmes hygroscopiques ouverts à la diffusion de vapeur munis d'une ossature ou dépourvus de celle-ci (types A2 et B2), avec indication de la résistance thermique maximale R (en m<sup>2</sup>.K/W) <sup>(1)</sup>.

SYSTÈMES HYGROSCOPIQUES OUVERTS À LA DIFFUSION DE VAPEUR MUNIS D'UNE OSSATURE OU DÉPOURVUS DE CELLE-CI (TYPES A2 ET B2)			
Charge de pluie	Type de maçonnerie	CC I – CC II	CC III
<b>Négligeable</b>	Tous types	R ≤ 4	
<b>Faible</b>	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	R ≤ 2	R ≤ 0,5
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	R ≤ 4	R ≤ 0,5
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm) ou bénéficiant d'une composition favorable (voir <a href="#">tableau 5.2, p. 47</a> )	R ≤ 4	R ≤ 1
<b>Élevée</b>	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique (~ 19 cm)	Déconseillé	
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur d'une brique et demie (~ 29 cm)	R ≤ 4	R ≤ 0,5
	Maçonnerie en brique d'une épaisseur de deux briques ou plus (~ 39 cm)	R ≤ 4	R ≤ 1

<sup>(1)</sup> Ce tableau est uniquement utilisable dans le cadre de la présente Note d'information technique (voir § 1.1, p. 7) et après l'examen de la façade (voir [chapitre 2, p. 13](#)).

# 6. Conception des détails constructifs

## 6.1 Importance d'une bonne conception des détails constructifs

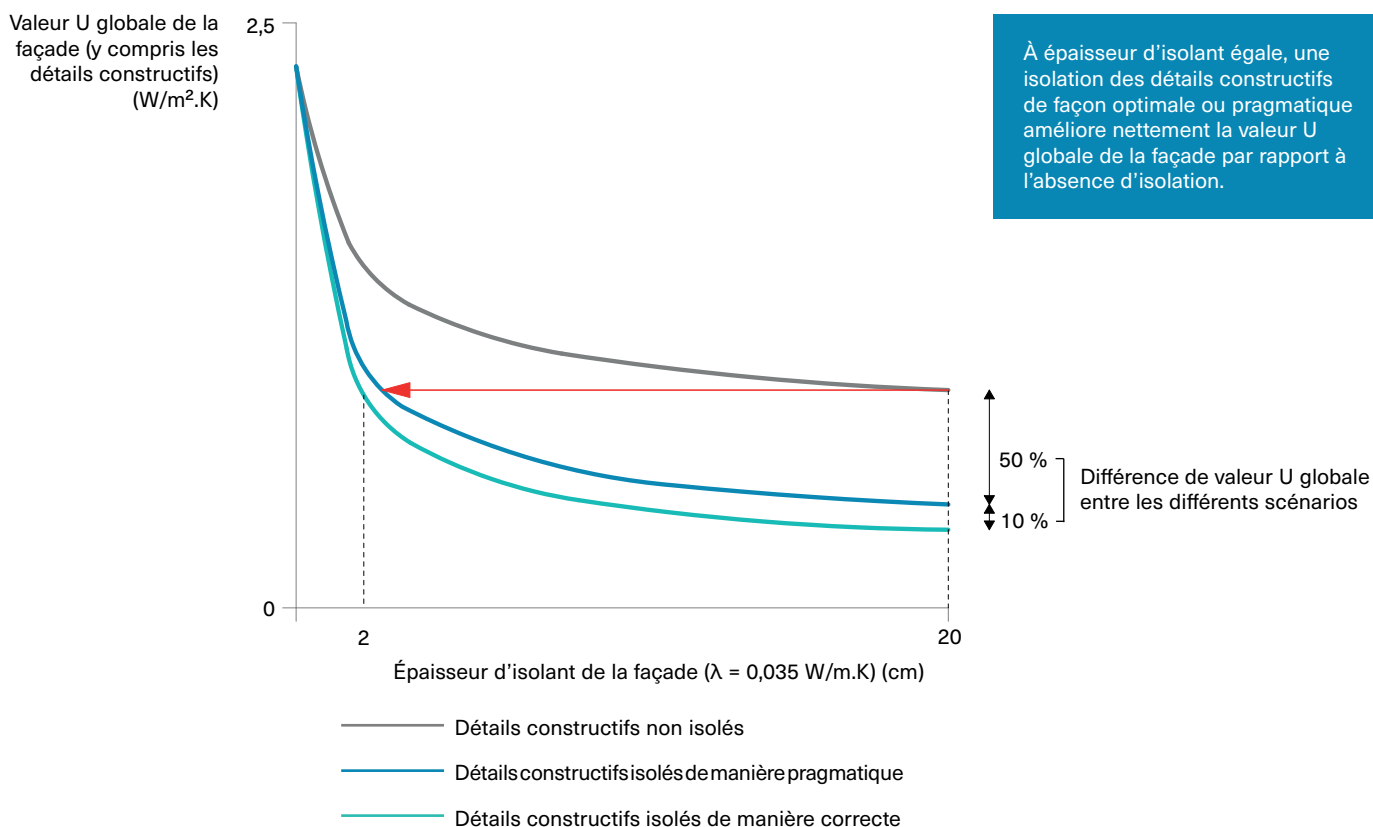
Lors d'une isolation par l'intérieur, il est essentiel que les détails constructifs soient conçus et exécutés correctement pour réaliser les économies d'énergie visées et éviter les problèmes d'humidité.

Il importe de ne pas sous-estimer les ponts thermiques, car ils peuvent avoir une grande influence sur les pertes de chaleur. L'analyse thermique de la maison mitoyenne illustrée à la [figure 6.2 \(p. 54\)](#) montre qu'**une isolation par l'intérieur de 2 cm d'épaisseur qui traite bien les détails constructifs fournit les mêmes performances thermiques qu'une isolation de 20 cm d'épaisseur qui les néglige** (voir figure 6.1). Bien que ces données soient propres à l'exemple étudié et que l'impact des ponts thermiques varie d'un bâtiment à l'autre, les calculs montrent clairement leur importance. Il est donc crucial d'être attentif à cet aspect pour limiter les pertes de

chaleur à travers les nœuds constructifs et améliorer la performance thermique globale du bâtiment.

Étant donné que le traitement des détails constructifs peut poser des difficultés – telles que des compromis esthétiques, des travaux supplémentaires ou des contraintes d'espace – il est aussi possible d'adopter une **approche pragmatique**, à savoir isoler certains détails constructifs d'une manière moins optimale (c'est-à-dire moins efficace sur le plan thermique), mais réalisable. Bien que cette solution ne soit pas idéale, elle permet une nette amélioration des performances thermiques en comparaison avec l'absence de traitement (voir figure 6.1).

Une bonne conception des détails constructifs améliore la performance énergétique et joue un rôle crucial dans la prévention des problèmes d'humidité. **Une mauvaise conception des détails peut entraîner une baisse de température en surface, ce qui peut provoquer la condensation ou le développement de moisissures.** Le risque de problèmes d'humidité varie fortement selon la situation (type de détail, climat intérieur, matériaux utilisés, p. ex.).



**Fig. 6.1** Influence du traitement des détails constructifs sur la valeur U globale de la façade (qui prend en compte l'impact des détails constructifs) pour un isolant présentant une valeur  $\lambda$  de 0,035 W/m.K.

La diminution des ponts thermiques améliore le confort, réduit les coûts énergétiques et rend l'environnement plus sain. Une bonne conception des détails a également une grande influence sur d'autres aspects essentiels, comme le confort acoustique et la sécurité incendie, notamment lorsque des exigences sont définies (voir § 4.5, p. 41, et § 4.6, p. 43).

Pour concevoir correctement les détails constructifs et éviter les pertes de chaleur ou les problèmes d'humidité, il convient de :

- **réguler le climat intérieur** (voir § 5.3, p. 47) : un climat intérieur suffisamment sec limite le risque de problèmes d'humidité au niveau des détails constructifs. Il est donc recommandé de prévoir un système de ventilation
- **réduire les ponts thermiques** (voir § 6.2.1) : la conception des détails constructifs doit réduire les ponts thermiques dans la mesure du possible. L'approche adoptée à cette fin dépend du type de détail
- **éviter les fuites d'air** (voir § 6.2.2, p. 55) : même lorsque les détails constructifs sont bien isolés, des fuites d'air importantes peuvent causer des pertes de chaleur et des problèmes d'humidité considérables. Il est donc essentiel d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'air.



Fig. 6.2 Schéma de la maison mitoyenne dont les détails constructifs ont fait l'objet de différents calculs.

## Détermination de l'influence du traitement des détails constructifs

Pour déterminer l'impact du traitement des détails constructifs, nous avons réalisé l'analyse thermique d'une maison mitoyenne équipée d'un système d'isolation par l'intérieur avec un isolant d'une valeur  $\lambda$  de 0,035 W/m.K (voir figure 6.2). Différents scénarios ont été envisagés :

- **détails constructifs négligés** : les détails constructifs ne sont pas isolés (à éviter)
- **détails constructifs isolés de façon pragmatique** : un équilibre est recherché entre le niveau d'isolation nécessaire pour économiser de l'énergie et la faisabilité des travaux, en tenant compte des compromis esthétiques, des contraintes d'espace disponible et d'autres difficultés
- **détails constructifs bien isolés** : les détails constructifs sont traités de manière optimale afin de limiter le plus possible les pertes d'énergie.

Le tableau 6.1 (p. 55) décrit les mesures prises pour chaque détail constructif de la maison pour les trois scénarios précités.

## 6.2 Règles générales de conception des détails constructifs

### 6.2.1 Continuité de l'isolation

L'isolation par l'intérieur d'un bâtiment doit être attentive aux détails constructifs, en particulier aux raccords de la façade aux planchers, plafonds, fenêtres et toitures.

Il est essentiel d'accorder une attention particulière à ces éléments pour limiter les ponts thermiques et leurs effets indésirables. À cette fin, la conception doit être basée sur trois principes :

- **garantir la continuité de l'isolation** : pour optimiser les performances thermiques, on veillera (dans la mesure du possible) à ce que l'isolation par l'intérieur de la façade soit directement raccordée à l'isolation des éléments adjacents (raccord de l'isolation du mur à celle posée sous la chape, p. ex., voir figure 6.14, p. 61)
- **prévoir des éléments isolants interposés** : s'il n'est pas possible de garantir la continuité de l'isolation des parties courantes, il convient de prévoir, dans la mesure du possible, des éléments isolants interposés pour éviter toute interruption (pose d'un panneau isolant au

**Tableau 6.1** Conception des détails constructifs de la maison présentée à la figure 6.2 (p. 54) selon le scénario adopté.

Détails constructifs	Détails constructifs négligés	Détails constructifs isolés de manière pragmatique	Détails constructifs bien isolés
<b>Au niveau des menuiseries</b>	Aucune isolation au niveau des embrasures	Isolation des embrasures (R = 0,5 m <sup>2</sup> .K/W)	Isolation des embrasures (R = 2 m <sup>2</sup> .K/W)
<b>Au niveau du sol en béton au-dessus de la cave</b>	Isolation du plafond de la cave (R = 2 m <sup>2</sup> .K/W), aucune suppression locale de la chape	Isolation du plafond de la cave (R = 2 m <sup>2</sup> .K/W), suppression de la chape au niveau de la façade	Isolation du plancher (R = 2 m <sup>2</sup> .K/W) raccordée à l'isolation du mur
<b>Au niveau des planchers en bois des étages</b>	Pas d'isolation entre les solives	Isolation continue	Isolation continue, solives désolidarisées
<b>Au niveau des murs mitoyens</b>	Aucune isolation le long des murs mitoyens	Retours d'isolant (R = 0,5 m <sup>2</sup> .K/W) sur une longueur de 30 cm	Retours d'isolant (R = 2 m <sup>2</sup> .K/W) sur une longueur de 80 cm
<b>Au niveau des murs intérieurs</b>	Aucune isolation le long des murs intérieurs	Retours d'isolant (R = 0,5 m <sup>2</sup> .K/W) sur une longueur de 30 cm	Retours d'isolant (R = 2 m <sup>2</sup> .K/W) sur une longueur de 80 cm
<b>Au niveau de la toiture inclinée</b>	Isolation de la toiture raccordée à l'isolation du mur		

niveau des embrasures, p. ex., voir figure 6.19, p. 64). Ces éléments sont généralement moins performants que l'isolant en partie courante

- **prolonger l'isolation de part et d'autre des éléments qui l'interrompent** : lorsque l'interruption de l'isolation devient inévitable (souvent pour des raisons structurales), il est possible de prolonger le chemin parcouru par la chaleur, c'est-à-dire de réduire les pertes de chaleur, en appliquant l'isolation de part et d'autre des éléments qui l'interrompent (retours d'isolant le long d'un mur de refend, p. ex., voir figure 6.21, p. 65).

est raccordée aux éléments de construction adjacents (planchers, toitures et murs intérieurs, p. ex.) de façon correcte et durable. La stratégie pour atteindre une étanchéité globale repose sur trois piliers importants :

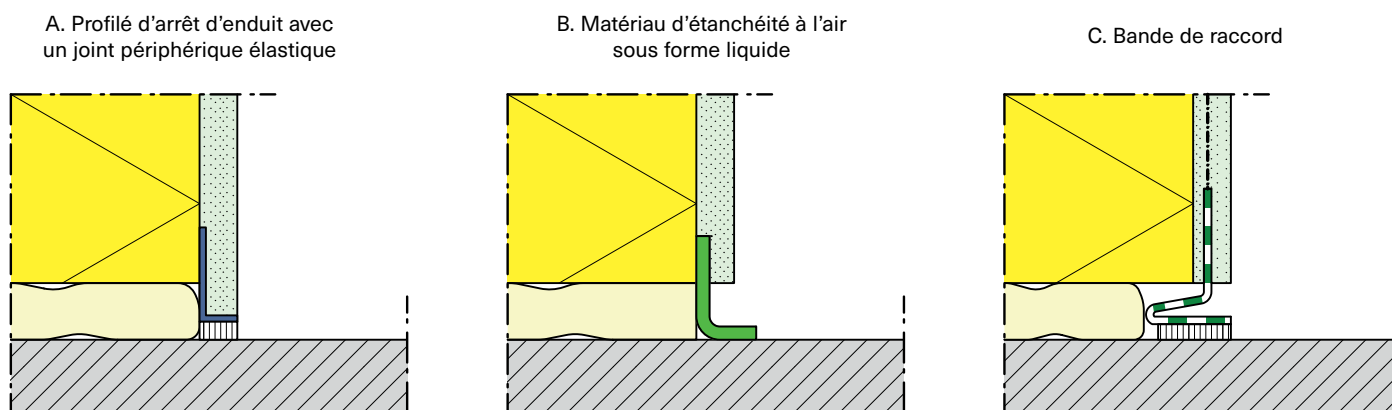
- **une barrière à l'air adaptée et correctement réalisée**. Il s'agit généralement d'une couche d'enduit ou d'une membrane (voir § 3.7, p. 34)
- **un bon contact entre l'isolation par l'intérieur et la façade** (voir § 3.5, p. 31)
- **un raccord correct et durable entre la barrière à l'air et les éléments de construction adjacents** (sols, toitures et murs intérieurs). Nous expliquerons ce point en détail dans le présent paragraphe.

## 6.2.2 Étanchéité à l'air des raccords aux éléments de construction adjacents

Pour éviter les fuites d'air, on s'assurera que la couche d'étanchéité à l'air du système d'isolation par l'intérieur

Pour rendre les raccords étanches à l'air, la conception et l'exécution doivent prendre en compte les aspects suivants :

- **le support** : on s'assurera que le support est sec et dépourvu de poussière ou de graisses. On veillera également à réparer les éventuels dommages, tels que des fissures ou des trous, pour garantir une adhérence optimale



**Fig. 6.3** Raccord d'un enduit à un matériau sec.

- **le système de raccord** : il convient de choisir un système adapté au support. Dans le cas des anciennes couches d'enduit et des surfaces pierreuses, il est généralement plus pratique d'utiliser des mastics et des produits d'étanchéité liquides que des rubans adhésifs
- **l'absorption des mouvements** : il importe de s'assurer que la technique de raccord absorbe les mouvements des éléments de construction sans provoquer des fissures ou des fuites d'air
- **la compatibilité des matériaux** : il est recommandé de suivre les prescriptions du fabricant afin d'assurer la durabilité et la compatibilité de la barrière à l'air.

Les prochains paragraphes fournissent des recommandations pour rendre les raccords étanches à l'air en fonction du type de barrière d'étanchéité à l'air du système d'isolation.

### 6.2.2.1 Enduits

Lorsqu'une couche d'enduit assure l'étanchéité à l'air du système d'isolation, son raccord aux éléments de construction adjacents varie selon le type de barrière d'étanchéité à l'air de ces éléments :

- en cas de raccord à un matériau sec, tel qu'un enduit existant, un panneau ou une membrane (jonction sec-humide, voir § 5.2.2 de la NIT 255 [B21]), la jonction peut être réalisée au moyen d'un profilé d'arrêt d'enduit accompagné d'un joint périphérique élastique, de matériaux d'étanchéité à l'air sous forme liquide ou de

bandes de raccord (collées sur le matériau sec et noyées dans la nouvelle couche d'enduit) (voir figure 6.3, p. 55)

- en cas de raccord à une couche d'enduit fraîche (jonction humide-humide, voir § 5.2.3 de la NIT 255 [B21]), les fissures peuvent être évitées par l'incorporation d'un treillis de renforcement ou par la réalisation, dans l'enduit sec, d'une coupe à l'angle obturée au moyen d'un joint de mastic élastique (voir figure 6.4).

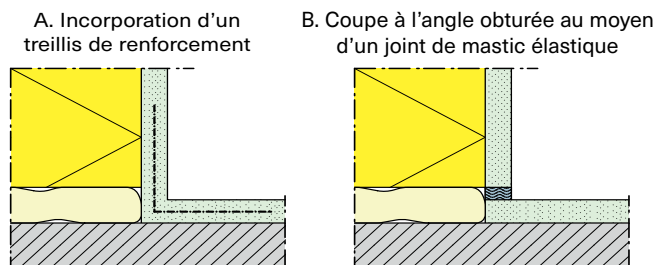


Fig. 6.4 Raccord d'un enduit à une couche d'enduit fraîche.

### 6.2.2.2 Membrane (pare-vapeur)

Lorsqu'une membrane assure l'étanchéité à l'air du système d'isolation par l'intérieur, elle doit être raccordée à la barrière d'étanchéité à l'air des éléments de construction adjacents. Il est déconseillé de la raccorder uniquement aux éléments périphériques de l'ossature, car cette méthode ne garantit pas une étanchéité à l'air suffisante (voir figure 6.5, p. 57).

## Calcul détaillé des raccords

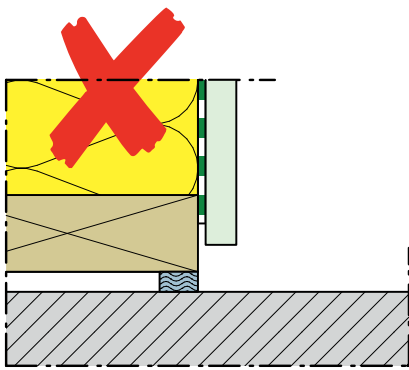
Les performances thermiques d'un détail constructif peuvent être déterminées de manière précise au moyen d'un calcul des pertes de chaleur linéiques (valeurs  $\Psi$ , en  $W/m \cdot K$ ) basé sur la norme NBN EN ISO 10211 [B55] et sur les conventions usuelles. Des valeurs limites sont fixées pour les constructions neuves (dans les réglementations PEB, p. ex), mais elles sont difficiles à atteindre dans un contexte de rénovation en raison de la situation existante du bâtiment.

Le risque d'apparition de moisissures au niveau des ponts thermiques est généralement évalué à partir du facteur de température ( $f$ ), défini dans la norme NBN EN ISO 13788 [B57]. Déterminé à l'aide de simulations thermiques, ce paramètre indique si la température de surface est suffisamment élevée pour éviter la condensation et le développement de moisissures.

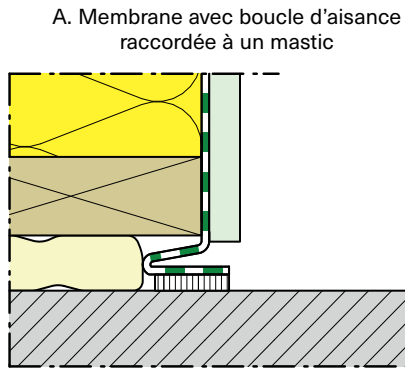
En règle générale, le facteur de température ne peut en aucun cas être inférieur à 0,7, ce qui correspond à une température de surface d'au moins 14 °C pour une température intérieure de 20 °C et une température extérieure de 0 °C.

D'autres valeurs limites peuvent être définies en fonction du climat intérieur et de l'utilisation du bâtiment. Il convient toutefois d'être prudent, car le climat intérieur peut évoluer avec le temps ou lorsque l'utilisation du bâtiment change (modification du nombre d'habitants, utilisation d'un autre système de ventilation, p. ex.). Pour en savoir plus à ce sujet, consultez l'article Buildwise 2024/05.08 [T1].

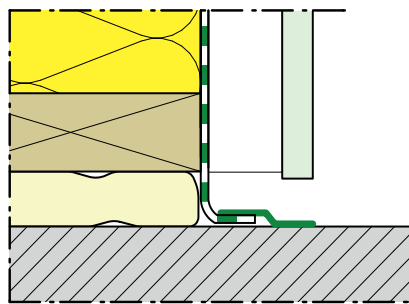
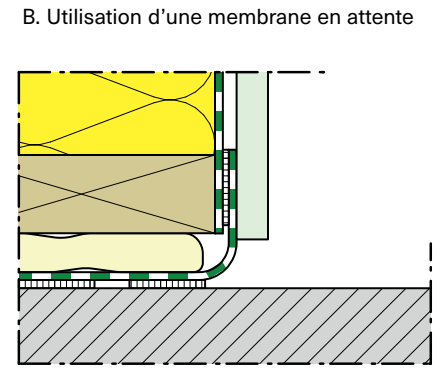




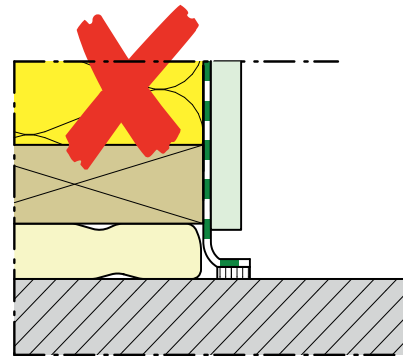
**Fig. 6.5** Il est déconseillé de raccorder la membrane uniquement aux éléments périphériques de l'ossature.



**Fig 6.6** Raccords de la membrane lorsque l'espace est réduit.



**Fig. 6.7** Raccord de la membrane à l'aide d'un ruban adhésif lorsqu'on a plus d'espace.



**Fig. 6.8** Collage trop tendu de la membrane (déconseillé).

Le choix de la technique de raccord dépend de l'espace disponible entre la membrane et la finition intérieure :

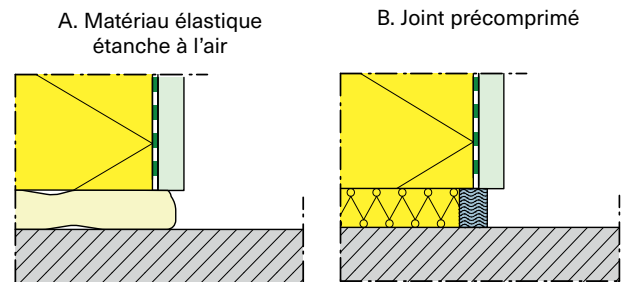
- si l'espace est réduit (voir figure 6.6), il convient d'utiliser un mastic plutôt qu'un ruban adhésif. Une autre solution consiste à appliquer, avant l'installation de l'ossature, une membrane d'attente sur l'élément de construction adjacent. Celle-ci sera par la suite raccordée à la membrane d'étanchéité à l'air du système d'isolation
- si l'espace est plus grand (voir figure 6.7), par exemple en présence d'une gaine technique, il est possible d'utiliser du ruban adhésif.

Pour ne pas compromettre l'absorption des tassements éventuels, il est conseillé d'éviter un collage trop tendu de la membrane et de prévoir une boucle d'aisance (voir figure 6.8).

### 6.2.2.3 Panneaux

Lorsque l'étanchéité à l'air du système d'isolation par l'intérieur est garantie par des panneaux, ou lorsqu'on utilise des panneaux isolants équipés d'un panneau de finition, les raccords doivent être étanches à l'air et ininterrompus sur tout le pourtour des panneaux. Cela nécessite un joint précomprimé ou des matériaux

élastiques étanches à l'air comme certaines mousses PU (suffisamment élastique) (voir figure 6.9). Dans ce dernier cas, il convient de prévoir une coulisse d'au moins 10 à 15 mm entre le panneau et l'élément de construction (voir figure 6.10, p. 58).



**Fig. 6.9** Possibilités de raccord des panneaux.

À l'intérieur, il est recommandé de revêtir le raccord d'un joint élastique, de préférence antifongique et recouvrable, ou de le masquer à l'aide d'une plinthe ou d'un cadre.

Il importe également de rendre les joints entre les panneaux étanches à l'air. À cet égard, on utilise généralement du ruban adhésif pour les panneaux à base de bois, à condition qu'ils soient suffisamment étanches à l'air



Fig. 6.10 Injection de mousse le long des bords.



Fig. 6.11 Réalisation des joints entre panneaux préfabriqués.

(voir § 3.7, p. 34). Pour les panneaux isolants équipés d'un panneau de finition, il est recommandé de suivre les prescriptions du fabricant, notamment en utilisant des bandes à joints et du mortier spécialement conçus pour cet usage (voir figure 6.11).

### 6.2.3 Phasage des travaux

Étant donné que l'isolation par l'intérieur implique souvent des interventions importantes, elle peut être combinée à d'autres travaux de rénovation. Cette approche est généralement plus rentable que l'étalement des travaux et permet de garantir des raccords thermiquement efficaces entre les éléments de construction.

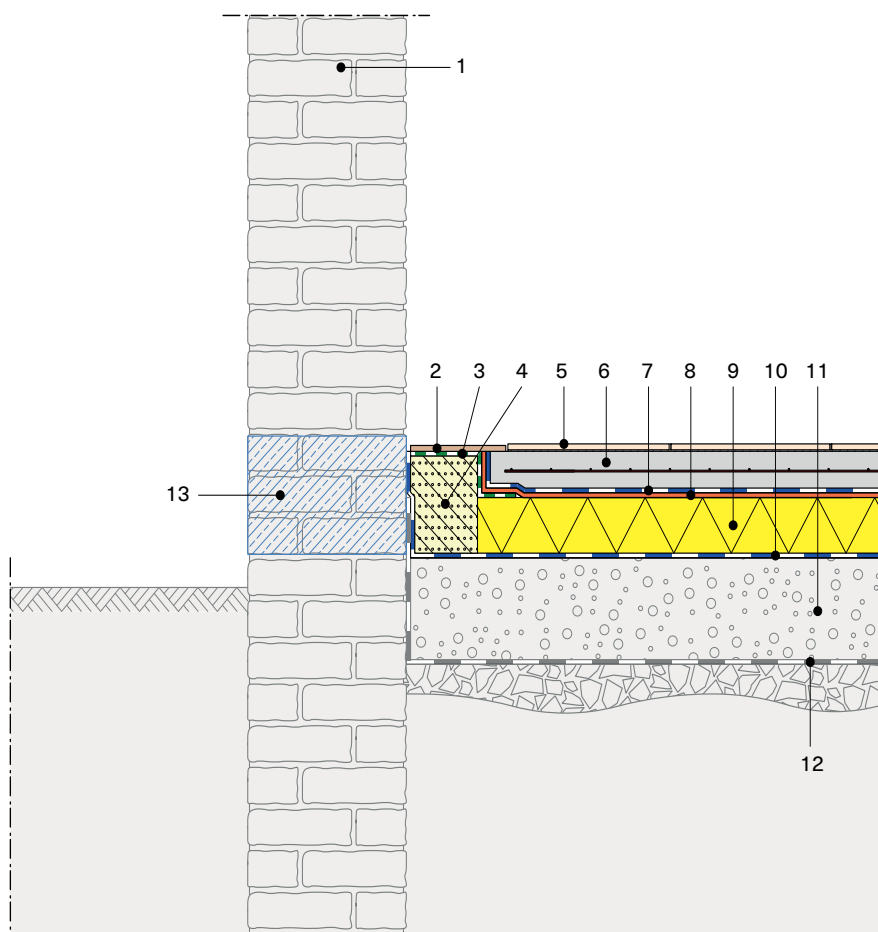
L'étalement des travaux augmente le risque de *lock-in*, c'est-à-dire une situation où les décisions passées limitent les options de rénovation, les rendant plus complexes, plus chères ou moins efficaces. Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, cette situation peut, par exemple, mettre en péril la continuité de l'isolation et de l'étanchéité à l'air ou entraîner la modification des travaux antérieurs.

Il est donc essentiel que le phasage des travaux prenne en compte les travaux (d'isolation) futurs lors de la planification et l'exécution.

### Exemple de phasage correct des travaux en pied de mur

Prenons un exemple où le sol est isolé avant la façade. Si la chape se prolonge jusqu'au mur extérieur, le risque de *lock-in* est réel, car l'isolation du mur ne peut plus être correctement raccordée à celle du sol, à moins de démolir une partie du sol récemment installé. La continuité de la couche d'étanchéité à l'air peut également être compromise.

Une approche plus efficace consiste à prévoir une bande périphérique en matériau isolant. Il peut s'agir d'un bloc isolant parachevé avec une finition de sol qui peut être retirée ultérieurement sans endommager le reste du sol ou la bande isolante. On évitera de couper la membrane anticapillaire sous la chape au niveau de la finition de sol, mais on la prolongera d'au moins 5 cm pour permettre son raccord à la barrière d'étanchéité à l'air de l'isolation par l'intérieur. Entre-temps, cette membrane en attente peut être repliée sous la finition de sol provisoire (voir figure 6.12, p. 59).



1. Mur plein en brique de terre cuite
2. Finition amovible
3. Raccord étanche à l'air
4. Bloc isolant peu sensible à l'humidité
5. Revêtement de sol
6. Chape
7. Membrane éventuelle (feuille PE)
8. Isolation acoustique éventuelle
9. Isolation thermique du sol
10. Barrière éventuelle contre l'humidité
11. Dalle de béton
12. Barrière contre l'humidité
13. Zone d'injection éventuelle contre l'humidité ascensionnelle

**Fig. 6.12** Phasage correct des travaux en pied de mur pour faciliter le raccord de l'isolant et de la barrière d'étanchéité à l'air du système d'isolation par l'intérieur à l'isolation du sol (voir aussi le [détail constructif 1423 \[B43\]](#) de Buildwise).

## 6.3 Conception de détails constructifs spécifiques

Ce paragraphe présente quelques règles de conception spécifiques pour les détails constructifs les plus courants. La [figure 6.13](#) (p. 60) résume les points importants abordés ci-après :

- il importe de prêter une attention particulière aux solives en bois qui se prolongent jusqu'à la façade, surtout lorsque celle-ci est soumise à une charge de pluie battante élevée (voir [§ 6.3.5, p. 65](#))
- au niveau des portes et des fenêtres, il est vivement recommandé de prévoir une isolation des embrasures (voir [§ 6.3.2, p. 61](#))
- si la façade comporte des conduites d'eau, il y a lieu de les déplacer vers l'intérieur. Il est également conseillé d'éviter autant que possible la perforation de la barrière d'étanchéité à l'air par des installations techniques, par exemple en les déplaçant dans un mur intérieur ou dans une gaine technique (voir [§ 6.3.8, p. 70](#))
- lorsque l'isolation par l'intérieur est interrompue par un plancher intermédiaire lourd (voir [§ 6.3.4, p. 64](#)),

une toiture plate lourde (voir [§ 6.3.6, p. 69](#)) ou un mur intérieur (voir [§ 6.3.3, p. 62](#)), il est recommandé de prévoir des retours d'isolant pour limiter les pertes de chaleur.

La base de données 'Détails constructifs' de Buildwise contient une liste exhaustive de détails constructifs régulièrement mis à jour. Chaque détail est expliqué en profondeur.

### 6.3.1 Raccord en pied de mur

Si le sol est entièrement remplacé ou déjà isolé, il suffit de prolonger l'isolation par l'intérieur jusqu'au pied du mur de façade et d'assurer la jonction avec l'isolation du sol (voir [figure 6.14, p. 61](#)). Un bloc isolant peu sensible à l'humidité peut être posé en pied de mur (voir [figure 6.15, p. 60](#)). Cette méthode est

A. Avant les travaux de rénovation

B. Après les travaux de rénovation



Fig. 6.13 Illustration de la situation avant et après les travaux de rénovation, avec mention des points importants.

particulièrement intéressante lorsqu'on utilise un isolant souple, le bloc isolant servant d'élément d'arrêt lors de la mise en œuvre de la chape.

Si le remplacement du sol n'est pas possible ou souhaité, il est possible de mettre en œuvre un nouvel isolant, une chape et une finition sur le sol existant. Cette solution facilite le raccord entre l'isolation de la façade et celle du sol, mais augmente considérablement le niveau du plancher, ce qui peut donner lieu à des adaptations importantes dans le reste du bâtiment (portes et escaliers, p. ex.).

Pour les sols situés au-dessus d'une cave (ou d'un vide ventilé), il est généralement plus simple d'isoler le plafond de la cave plutôt que le sol lui-même (voir figure 6.16, p. 62). Bien que cette solution soit thermiquement moins performante, puisqu'elle ne permet pas la jonction entre l'isolation du mur et celle du sol, elle reste pragmatique, car elle ne nécessite pas le remplacement du plancher. Toutefois, afin de limiter le pont thermique, il est recommandé d'éliminer la finition de sol et la chape en pied de mur.

Si le sol est seulement rénové à un stade ultérieur, il est recommandé de placer un bloc isolant en pied de mur (voir figure 6.17, p. 63). Un revêtement de sol en bois ne

peut en aucun cas se prolonger en dessous de l'isolation par l'intérieur en raison du risque de pourrissement. Pour assurer la continuité de l'étanchéité à l'air lors d'une rénovation ultérieure du sol, il convient de prévoir une bande d'attente qui pourra être raccordée à la nouvelle chape ou à une éventuelle membrane.

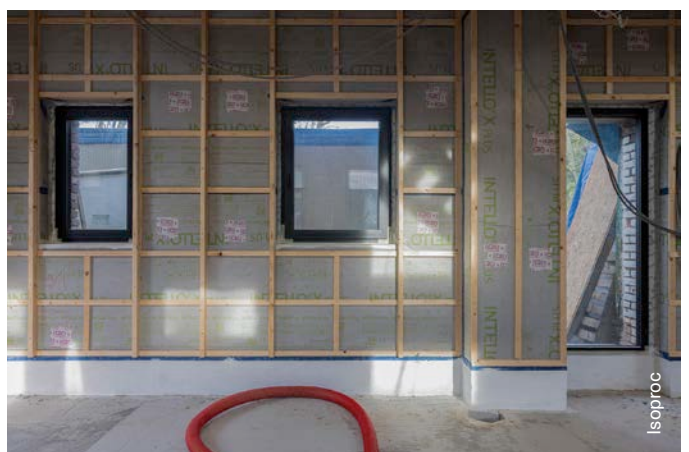
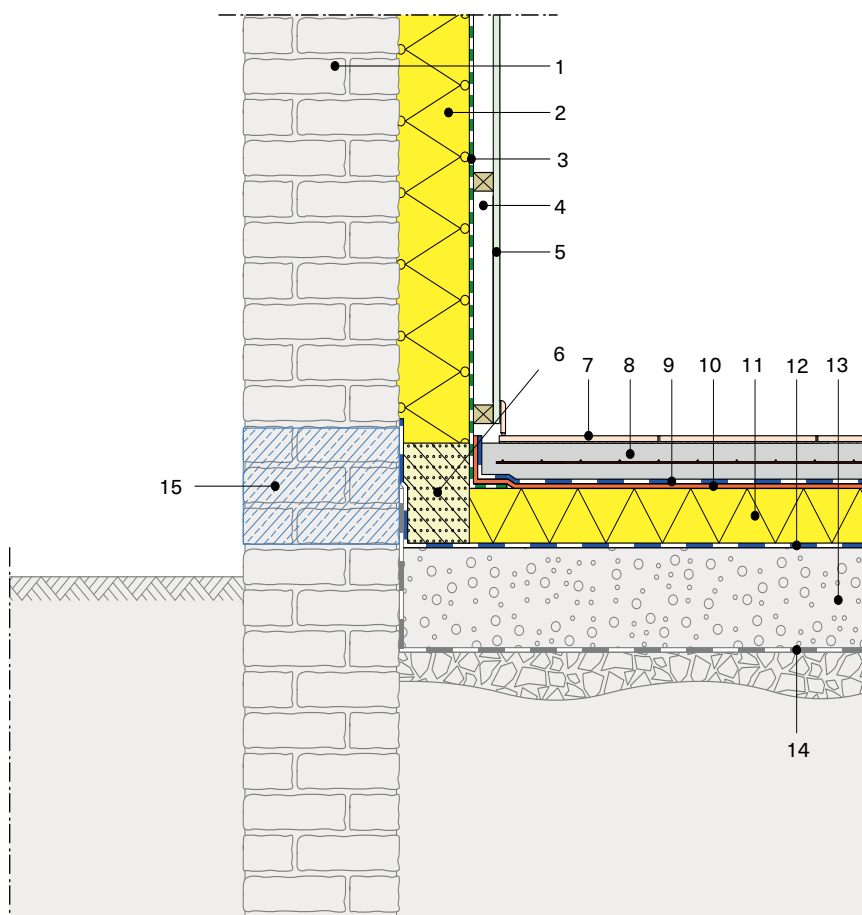


Fig. 6.15 Raccord en pied de mur: l'isolation par l'intérieur démarre avec un bloc isolant, auquel sera raccordé l'isolation du sol.



1. Mur plein en brique de terre cuite
2. Isolation thermique de la façade et de son système de fixation
3. Pare-vapeur
4. Gaine technique
5. Finition intérieure
6. Bloc isolant peu sensible à l'humidité
7. Finition de sol
8. Chape
9. Membrane éventuelle (feuille de PE)
10. Isolation acoustique éventuelle
11. Isolation thermique du plancher
12. Barrière éventuelle contre l'humidité
13. Dalle en béton
14. Barrière contre l'humidité
15. Zone d'injection éventuelle contre l'humidité ascensionnelle

**Fig. 6.14** Raccord entre un système d'isolation à ossature fermée à la diffusion de vapeur et une dalle sur terre-plein (voir aussi les détails constructifs 1423 [B30] et 1425 [B32] de Buildwise).

## 6.3.2 Raccord aux menuiseries extérieures

Bien que le texte ci-dessous traite principalement des fenêtres pour des raisons de lisibilité, les principes formulés s'appliquent également à d'autres menuiseries.

Lors d'une isolation par l'intérieur, il est vivement recommandé de prévoir l'**isolation des embrasures de fenêtres** (c'est-à-dire sous la tablette, le long des ébrasements et sous le linteau, voir [figure 6.18](#), p. 63). Si ces zones ne sont pas isolées, elles peuvent devenir beaucoup plus froides après les travaux de rénovation, ce qui peut favoriser l'apparition de moisissures, même si aucun problème n'était visible auparavant, et donner lieu à des ponts thermiques importants.

L'isolation des embrasures de fenêtres doit se prolonger jusqu'au profilé de châssis, voire au-delà de celui-ci. À cette fin, il est possible d'utiliser un isolant différent de celui en partie courante du mur (des panneaux rigides

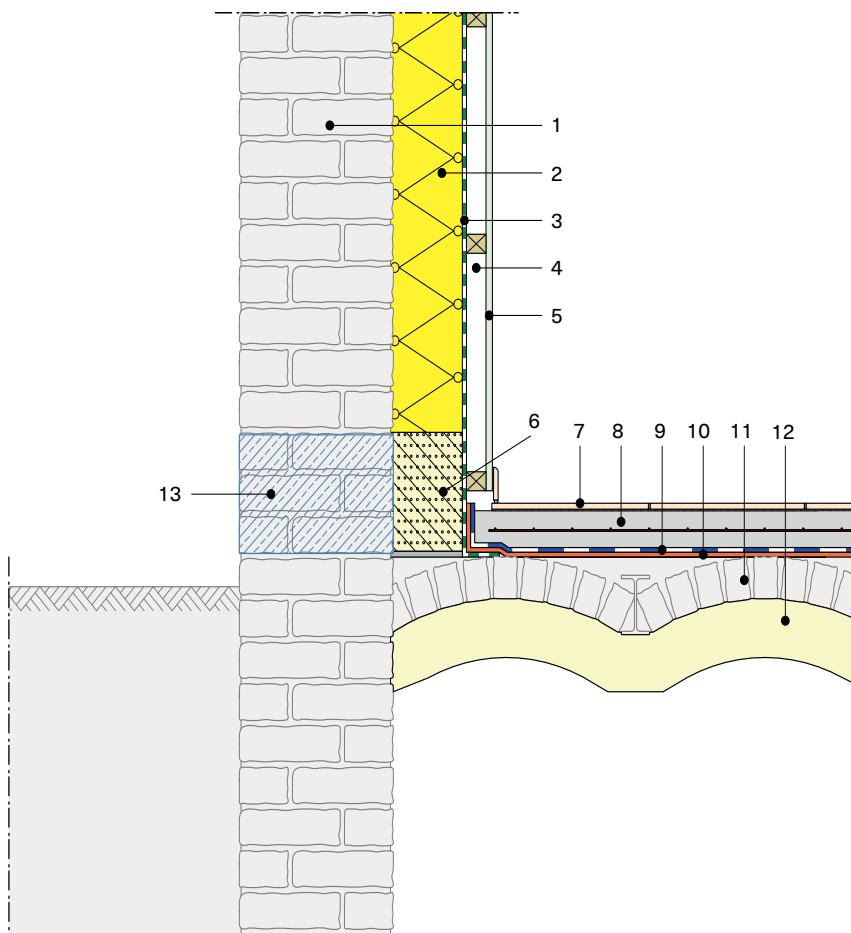
à enduire ou un cadre derrière lequel on peut placer un isolant souple ou injecter un isolant, p. ex.). On veillera à prolonger la barrière d'étanchéité à l'air de l'isolation par l'intérieur de façon à garantir une jonction étanche avec le châssis (voir [figure 6.19](#), p. 64, et la [NIT 255](#) [B21]).

Pour minimiser les pertes de chaleur au niveau des embrasures de fenêtres, il convient idéalement d'utiliser un isolant présentant une **valeur R de 2 m<sup>2</sup>.K/W**, ce qui correspond, pour les isolants les plus courants, à une épaisseur de 6 à 8 cm en fonction de la valeur  $\lambda$ . Dans la pratique, il n'est pas toujours évident d'appliquer de telles épaisseurs. Toutefois, il est recommandé de viser une **valeur R minimale de 0,5 m<sup>2</sup>.K/W**, soit 1,5 à 2 cm d'épaisseur d'isolant.

Même avec un espace réduit, il existe des solutions pour garantir une isolation performante au niveau des embrasures de fenêtres.

**Si les fenêtres sont remplacées**, il est possible de prévoir :

- une fenêtre légèrement plus petite (si la situation le permet)
- une fenêtre avec un cadre plus large
- des ferrures de fenêtres et d'ouvrants adaptées (une fenêtre fixe ou des charnières masquées).



1. Mur plein en brique de terre cuite
2. Isolation thermique de la façade et de son système de fixation
3. Pare-vapeur
4. Gaine technique
5. Finition intérieure
6. Bloc isolant peu sensible à l'humidité
7. Revêtement de sol
8. Chape
9. Membrane éventuelle (feuille de PE)
10. Isolation acoustique éventuelle
11. Plancher sur voussettes
12. Isolant projeté
13. Zone d'injection éventuelle contre l'humidité ascensionnelle

**Fig. 6.16** Raccord entre un système d'isolation à ossature fermée à la diffusion de vapeur et un plancher situé au-dessus d'une cave (voir également le détail constructif 1424 [B29] de Buildwise).

**Si les fenêtres sont conservées**, on peut :

- isoler les embrasures à l'aide d'un isolant d'une valeur  $\lambda$  plus basse, ce qui permet d'obtenir de bonnes performances malgré une faible épaisseur d'isolant
- retirer la couche d'enduit au niveau des embrasures de fenêtres (qui peut parfois avoir quelques centimètres d'épaisseur)
- gagner de la place en supprimant une faible épaisseur de maçonnerie de part et d'autre de l'ouverture. Dans ce cas, il convient de veiller à la stabilité du linteau : la longueur de l'appui ne peut en aucune manière être inférieure à 20 cm. En cas de doute, il y a lieu de demander l'avis d'un bureau d'études. On évitera d'enlever de la matière au linteau lui-même, sous peine de compromettre sa stabilité.

Une autre solution consiste à **installer une nouvelle fenêtre dans le plan de l'isolation par l'intérieur**. D'un point de vue hygrothermique, c'est la solution idéale, car elle élimine le risque de pont thermique au niveau du raccord. Bien que cette approche soit peu courante en pratique, elle peut présenter un réel intérêt dans certaines situations, notamment dans le cas de doubles fenêtres :

- pour des raisons patrimoniales, il peut s'avérer nécessaire de conserver les anciennes menuiseries

extérieures (historiques) et de les combiner avec de nouvelles fenêtres intérieures (voir [figure 6.20, p. 64](#))

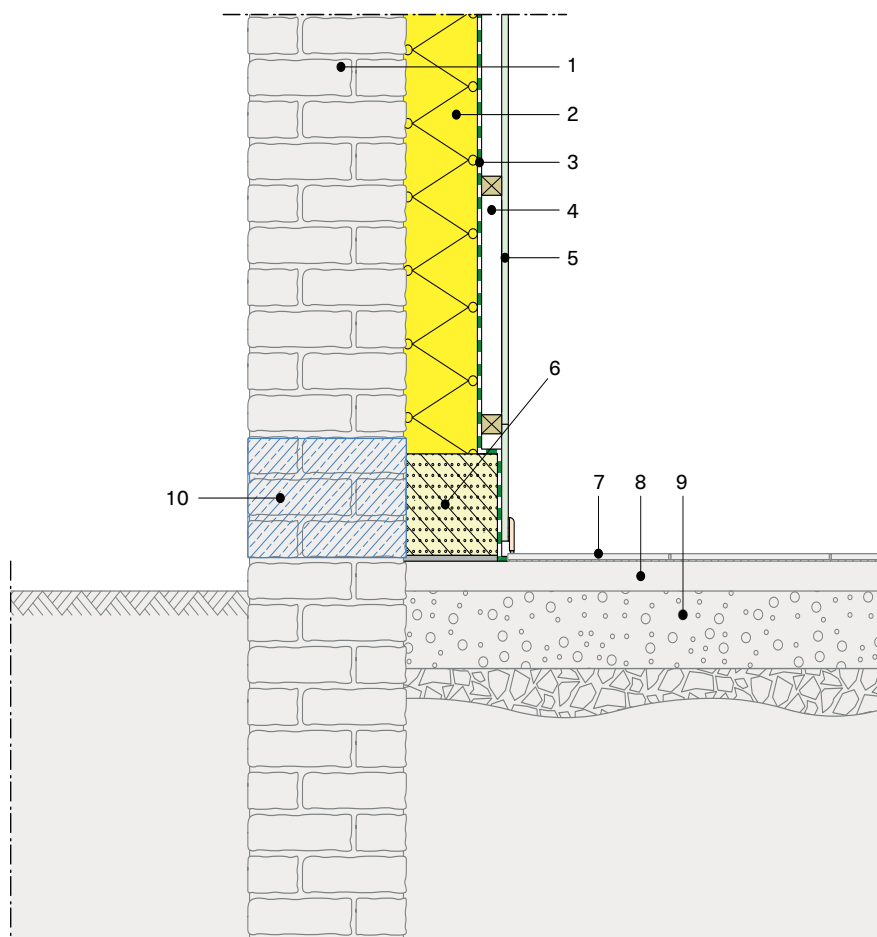
- afin d'améliorer les performances acoustiques, il peut être nécessaire de combiner deux nouvelles fenêtres.

### 6.3.3 Raccord aux murs intérieurs et aux murs mitoyens

L'isolation par l'intérieur est souvent interrompue au niveau des murs intérieurs. Pour compenser en partie l'effet des ponts thermiques qui en découlent, celle-ci peut être prolongée le long du mur sur une certaine longueur (voir [figure 6.21, p. 65](#)). Cette technique est appelée **retour d'isolant**.

Même sans retour d'isolant, le **risque d'apparition de moisissures** est généralement limité pour ce type de détail constructif, sauf si des problèmes de moisissures se sont déjà posés auparavant ou si le climat intérieur est trop humide.

L'impact du retour d'isolant sur le pont thermique dépend de sa longueur, de sa nature et de son épaisseur. Idéalement,



1. Mur plein en brique de terre cuite
2. Isolation thermique de la façade et de son système de fixation
3. Pare-vapeur
4. Gaine technique
5. Finition intérieure
6. Bloc isolant peu sensible à l'humidité
7. Revêtement de sol
8. Chape
9. Dalle en béton
10. Zone d'injection éventuelle contre l'humidité ascensionnelle

**Fig. 6.17** Exécution en phases du raccord entre un système d'isolation à ossature fermée à la diffusion de vapeur et une dalle sur terre-plein, avec une isolation du sol à une phase ultérieure (voir aussi le [détail constructif 1423 \[B30\]](#) de Buildwise).

il devrait couvrir une **longueur de 80 cm** et présenter une **valeur R de 2 m<sup>2</sup>.K/W**, ce qui correspond, pour les isolants les plus courants, à une épaisseur de 6 à 8 cm en fonction de la valeur  $\lambda$ .

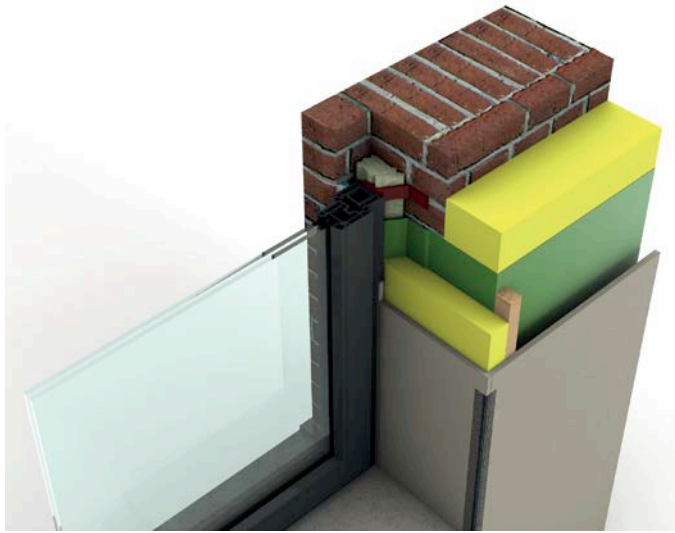
Comme cette solution n'est pas toujours réalisable pour des raisons pratiques ou esthétiques, une approche **plus pragmatique**, mais moins efficace peut être envisagée, notamment :

- appliquer un retour d'isolant limité présentant une valeur R minimale de 0,5 m<sup>2</sup>.K/W (ce qui équivaut à une épaisseur d'environ 1,5 à 2 cm) sur une longueur d'au moins 30 cm
- utiliser des panneaux isolants biseautés pour atténuer l'effet visuel du ressaut (voir [figure 6.22, p. 65](#)).

Les murs intérieurs non porteurs peuvent être **remplacés** par une paroi de séparation légère (voir [figure 6.21, p. 65](#), schéma de droite) ou **désolidarisés localement** des murs extérieurs. Cela permet de poser l'isolation par l'intérieur sans interruption au niveau du raccord. Compte tenu de l'impact potentiel de cette solution sur la stabilité du bâtiment et des murs intérieurs, il convient de consulter un ingénieur en stabilité.



**Fig. 6.18** Isolation des embrasures de fenêtres avec du liège.



**Fig. 6.19** Raccord de l'isolation par l'intérieur à une menuiserie (voir aussi les détails constructifs 1426 [B29] et 1427 [B31] de Buildwise).

Pour les **murs mitoyens** accolés à une autre construction, il est recommandé de prévoir un retour d'isolant afin de limiter les pertes de chaleur au niveau du détail constructif. Une isolation acoustique peut également être envisagée (voir § 4.5, p. 41). Si le mur n'est pas (encore) accolé à une autre construction, ou seulement en partie, les zones exposées à l'environnement extérieur doivent être traitées comme une façade.

### 6.3.4 Raccord aux planchers intermédiaires lourds

Dans le cas d'un raccord à un plancher lourd, comme un plancher intermédiaire en béton, il est généralement impossible de prolonger l'isolant de manière continue sans effectuer des modifications structurelles importantes. Les solutions ci-après permettent toutefois de traiter correctement ce détail constructif sur le plan thermique sans toucher au plancher existant.

Pour compenser en partie l'effet du pont thermique, comme pour les murs intérieurs, l'isolation par l'intérieur peut être prolongée vers l'intérieur sur une longueur déterminée (sur la surface du sol ou du plafond). On parle dans ce cas également de **retour d'isolant**.

Le **risque de développement de moisissures** est assez limité pour ce type de détail constructif. Toutefois, dans les bâtiments présentant un climat intérieur de classe III, il est recommandé, par précaution, de poser un retour d'isolant.

À l'instar des murs intérieurs (voir § 6.3.3, p. 62), il est conseillé d'appliquer idéalement un retour d'isolant d'une **valeur R de 2 m<sup>2</sup>.K/W sur une longueur de 80 cm** pour

limiter l'effet du pont thermique. Comme cette solution n'est pas toujours réalisable pour des raisons pratiques ou esthétiques, il est possible d'adopter une approche **plus pragmatique**, mais moins efficace, notamment :

- appliquer un retour d'isolant limité (voir figure 6.23, p. 65) présentant une valeur R minimale de 0,5 m<sup>2</sup>.K/W (ce qui équivaut à une épaisseur d'isolation d'environ 1,5 à 2 cm) sur une longueur d'au moins 30 cm
- supprimer la chape au niveau de la façade. Cela permet de raccorder l'isolation par l'intérieur au plancher porteur ou de placer un bloc isolant sur celui-ci (similaire à la figure 6.16, p. 62)
- utiliser des panneaux isolants biseautés du côté du plafond pour atténuer l'effet de ressaut.

Conformément aux principes du § 6.2.2 (p. 55), le **raccord étanche** entre la barrière d'étanchéité à l'air de l'isolation par l'intérieur et le sol doit idéalement être réalisé au niveau du plancher porteur.

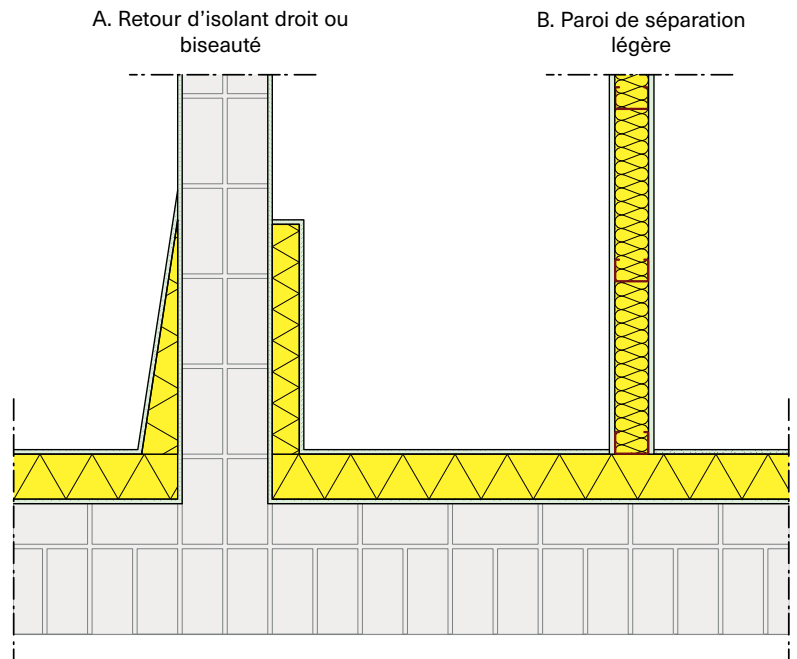


**Fig. 6.20** Pour des raisons patrimoniales, il peut s'avérer nécessaire de conserver l'ancienne fenêtre et de la combiner avec une nouvelle fenêtre plus performante installée dans le plan de l'isolation par l'intérieur.





Sebastien Motte



**Fig. 6.21** Raccord de l'isolation par l'intérieur à un mur intérieur au moyen d'un retour d'isolant droit ou biseauté (photo et schéma à gauche) ou par le remplacement du mur par une paroi de séparation légère (schéma à droite).



Xella

**Fig. 6.22** Retour d'isolant biseauté.

### 6.3.5 Raccord aux planchers intermédiaires en bois

La conception et la réalisation du raccord entre l'isolation par l'intérieur et les planchers en bois (voir [figure 6.24](#), p. 66) doivent prendre en compte les cinq points ci-après :

- l'inspection des solives en bois et la prise en compte des directives de conception
- la conception thermique du détail constructif
- le raccord étanche à l'air au niveau du détail constructif
- le confort acoustique
- la sécurité incendie.



Isoprocc

**Fig. 6.23** Retour d'isolant au niveau du plafond.



Fig. 6.24 Exécution du raccord autour de solives en bois.

### 6.3.5.1 Inspection et directives de conception

Les planchers en bois dont les solives se prolongent jusqu'à la façade nécessitent une **inspection approfondie**, car l'humidité peut s'infiltrer profondément dans le mur et, dans certaines circonstances, provoquer le pourrissement des extrémités des solives. Il est donc essentiel de vérifier leur état comme indiqué au § 2.5 (p. 18).

Lorsque la façade est soumise à une **charge de pluie battante élevée**, le risque de pourrissement des solives



Fig. 6.25 Vue des solives d'origine au-dessus du rez-de-chaussée, qui se prolongent jusqu'à la façade avant. Elles seront bientôt remplacées par un nouveau plancher désolidarisé du mur extérieur, comme cela a déjà été fait à l'étage du dessus. Pour garantir la stabilité de la façade avant, cette dernière a été ancrée aux murs mitoyens au moyen d'une poutre métallique.

en bois après une isolation par l'intérieur est réel, même si aucun problème n'était visible auparavant. Il convient donc de les protéger comme suit :

- appliquer une  **finition extérieure**  étanche à la pluie, comme un bardage ventilé, un enduit, une couche de peinture ou un traitement d'hydrofugation (voir § 3.2, p. 27)
- **raccourcir ou remplacer les solives** (voir figure 6.25). Il s'agit d'une mesure radicale qui demande une étude de stabilité. Les solives raccourcies ou remplacées reposent généralement sur une poutre transversale ou sur une ossature en bois ou en maçonnerie (voir figure 6.26). Pour les poutres (maîtresses) épaisses, une prothèse en mortier époxy peut être placée aux extrémités des solives
- mener une **étude hygrothermique détaillée**. Certaines solutions, comme la pose d'un système d'isolation ouvert à la diffusion de vapeur ou l'absence d'isolation entre les solives, favorisent le séchage des extrémités des solives sans éliminer totalement le risque de dommages [D4]. Elles ne peuvent donc être appliquées qu'après une étude spécifique du projet.

### 6.3.5.2 Conception thermique

Pour réduire l'effet du pont thermique, il est recommandé **de placer l'isolant entre les solives en bois**. Bien que ces dernières interrompent l'isolation, les pertes de chaleur qui en découlent restent limitées, car le bois dispose d'une capacité isolante relativement bonne.



Fig. 6.26 Le plancher en bois au-dessus du rez-de-chaussée de la figure 6.25 a été remplacé par un nouveau plancher en bois qui ne se prolonge plus jusqu'à la façade, mais repose sur une ossature en bois.



**Fig. 6.27** Démonstration d'un raccord étanche à l'air autour des solives : raccord entre une solive et une membrane à l'aide d'un ruban adhésif (à gauche) et raccord entre une solive et un panneau au moyen d'une mousse PU élastique (à droite).

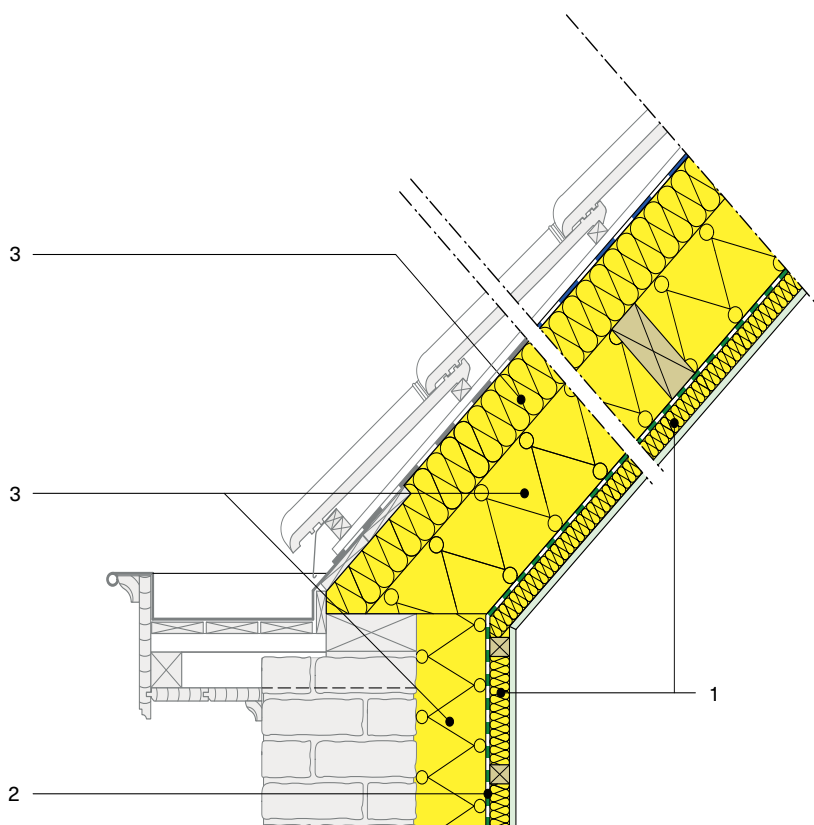
### 6.3.5.3 Étanchéité à l'air

Afin d'éviter les pertes de chaleur et les problèmes d'humidité liés aux fuites d'air [V7], il convient de soigneusement raccorder **la barrière d'étanchéité à l'air** du système d'isolation par l'intérieur aux solives en bois (voir [figure 6.24, p. 66](#)). Si celles-ci présentent des fissures et des interstices, il y a lieu de les obturer correctement pour empêcher les fuites d'air. À cette fin, on utilisera un matériau capable d'absorber les mouvements du bois et de garantir l'étanchéité à l'air de façon durable. Les

prescriptions du fabricant doivent être suivies, notamment lorsque l'application d'un primaire s'avère nécessaire.

On distingue plusieurs techniques de colmatage des joints en fonction du type de barrière d'étanchéité à l'air du système d'isolation par l'intérieur (voir [NIT 255 \[B21\]](#)) :

- **enduits** : joints précomprimés en mousse, bandes d'étanchéité à l'air à enduire ou mousse PU élastique
- **membranes** (voir [figure 6.27, à gauche](#)) : ruban adhésif, mastic d'étanchéité à l'air ou produits d'étanchéité liquides



1. Gaine technique éventuellement isolée
2. Pare-vapeur (qui sert également de barrière d'étanchéité à l'air)
3. Isolation thermique

**Fig. 6.28** Raccord de l'isolation par l'intérieur à l'isolation de la toiture (voir aussi le [détail constructif 1434 \[B27\]](#) de Buildwise).

- **panneaux** (voir [figure 6.27, p. 67](#), à droite) : joints précomprimés en mousse, mousse PU élastique ou produits d'étanchéité liquides.

Il est plus facile de réaliser un raccord étanche à l'air après avoir raccourci ou remplacé les solives.



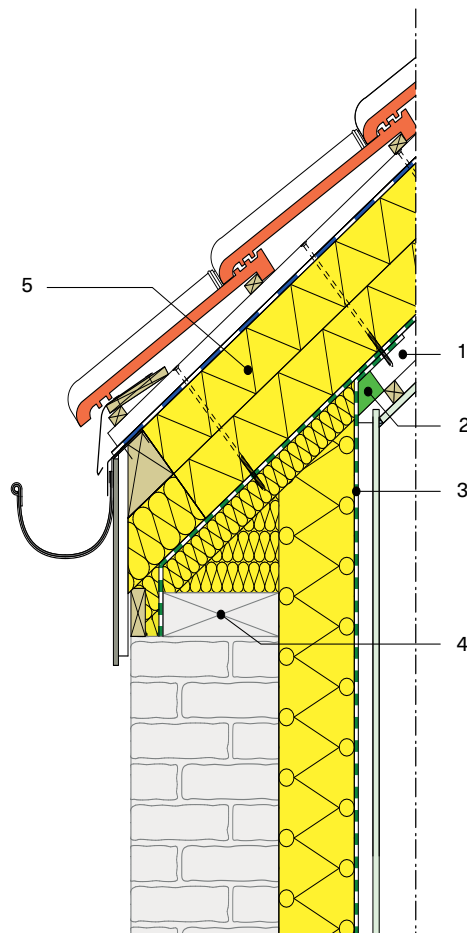
**Fig. 6.29** Raccord au niveau d'une toiture isolée par l'intérieur.

### 6.3.5.4 Points importants sur le plan acoustique

Les planchers traditionnels en bois offrent généralement une isolation insuffisante contre les bruits de choc et les bruits aériens. Pour protéger les occupants des nuisances liées aux bruits de choc, des mesures radicales sont souvent nécessaires, comme la mise en place d'un complexe plancher surélevé ou d'un plafond suspendu. Étant donné que les bruits aériens se transmettent également par le mur, une isolation par l'intérieur peut avoir un effet favorable, à condition d'éviter des raccords rigides entre le système d'isolation par l'intérieur et le plancher en bois. Pour en savoir plus à ce sujet, consultez les articles Buildwise [2001/01.36](#) [I1] et [2017/04.14](#) [D2].

### 6.3.5.5 Sécurité incendie

Lorsque des **exigences de sécurité incendie** s'appliquent au plancher d'étage (en cas de division d'un logement en plusieurs unités), il est impératif d'éviter la propagation rapide d'un incendie de l'étage inférieur vers l'étage



1. Chevron existant
2. Raccord étanche à l'air
3. Barrière d'étanchéité à l'air
4. Panne sablière
5. Isolation thermique

**Fig. 6.30** Raccord de l'isolation par l'intérieur à une toiture isolée antérieurement selon le procédé sarking (voir aussi le [détail constructif 1575](#) [B41] de Buildwise).

supérieur à travers le raccord entre le plancher d'étage et la façade. À cette fin, on utilisera :

- un revêtement de plafond constitué de **panneaux résistant au feu**. Le fabricant doit indiquer comment parachever les bords des panneaux afin de garantir leur résistance au feu. Dans la plupart des cas, les panneaux doivent se prolonger jusqu'à la maçonnerie
- un **isolant incombustible présentant une bonne résistance au feu** au niveau du plancher (généralement de la laine de roche). Il convient toutefois d'être attentif à la densité de l'isolant et à son maintien en place en cas d'incendie.



**Fig. 6.31** Barrière d'étanchéité à l'air de l'isolation de la toiture, parachevée de façon étanche à l'air au niveau des chevrons et prête pour un raccord à un système d'isolation par l'intérieur.



**Fig. 6.32** Gaine technique permettant d'installer les conduites sans percer la barrière d'étanchéité à l'air.

### 6.3.6 Raccord aux toitures plates

Le raccord de l'isolant et de la couche d'étanchéité à l'air de la façade à une toiture plate varie selon le type de toiture. Les informations générales sur les toitures plates sont disponibles dans la [NIT 280 \[B18\]](#) et dans les fiches de la [NIT 244 \[B22\]](#).

Lorsqu'une toiture plate comprend un **plancher lourd** (en béton ou en éléments préfabriqués, p. ex.), il n'est pas possible d'assurer la jonction entre l'isolation par l'intérieur de la façade et l'isolation de la toiture. Toutefois, l'application d'un retour d'isolant sur une longueur limitée permet de réduire légèrement les pertes de chaleur au droit du raccord, comme indiqué pour les planchers intermédiaires lourds (voir § 6.3.4, p. 64). L'isolation ne peut en aucun cas être prolongée sous toute la surface du plancher de toiture, car celui-ci pourrait alors être soumis à de fortes variations de température susceptibles de provoquer des fissures.

Il est généralement plus facile de limiter l'effet du pont thermique lorsque la toiture plate comprend un **plancher en bois**. Pour les toitures chaudes, l'isolation par l'intérieur peut être raccordée aux panneaux de toiture. Pour les toitures compactes, il est possible de raccorder directement l'isolation de la façade à celle de la toiture, tout en assurant la jonction entre la barrière d'étanchéité à l'air du système d'isolation de la façade et le pare-vapeur de la toiture.

### 6.3.7 Raccord aux toitures inclinées

Lorsque l'isolation de toiture est appliquée par l'intérieur, il est généralement facile de raccorder, en pied de toiture, les couches d'isolation et d'étanchéité à l'air de la façade à celles de la toiture (voir [figure 6.28, p. 67](#),





Fig. 6.34 Solutions possibles pour rendre les raccords des câbles étanches à l'air.

et figure 6.29, p. 68). Pour en savoir plus à ce sujet, consultez le détail constructif 1434 [B27] de Buildwise.

Si la toiture inclinée est isolée uniquement par l'extérieur (selon le **procédé sarking**) et qu'aucune isolation n'est prévue entre les chevrons, le raccord des barrières d'étanchéité à l'air devient légèrement plus complexe, car la barrière d'étanchéité à l'air de la toiture se trouve au-dessus de la charpente (voir figure 6.30, p. 68). Le raccord à la barrière d'étanchéité à l'air de l'isolation est entravé par les chevrons. Ce problème peut être résolu à l'aide de ruban adhésif ou d'un produit d'étanchéité liquide (voir figure 6.31, p. 69). La mise en œuvre dépend du phasage des travaux d'isolation par l'intérieur : avant, pendant ou après l'isolation de la toiture. Pour en savoir plus à ce sujet, consultez le détail constructif 1575 [B41] de Buildwise et la NIT 294 [B5].

### 6.3.8 Raccord aux installations techniques

Les **conduites de chauffage et les conduites sanitaires** qui resteront en service après les travaux de rénovation ne peuvent en aucun cas être laissées dans la façade existante. En effet, un mur isolé par l'intérieur devient beaucoup plus froid en période hivernale, ce qui augmente le risque de gel et de dommages.

Une attention particulière doit également être accordée à l'impact des conduites sanitaires et des conduites d'électricité et de chauffage sur l'étanchéité à l'air du système d'isolation par l'intérieur. On évitera autant que possible toute perforation de la barrière d'étanchéité à l'air du système d'isolation, par exemple **en installant les corps de chauffe, les prises et les interrupteurs dans les murs intérieurs** ou en plaçant les conduites dans une **gaine technique** (voir figure 6.32, p. 69), dans le plancher ou derrière une plinthe. D'autres solutions sont également possibles, comme l'installation d'un chauffage par le sol ou par le mur (voir figure 6.33).



Fig. 6.33 Chauffage par le mur placé sur des blocs isolants à base de béton cellulaire ultraléger.

Lorsque les conduites traversent la barrière d'étanchéité à l'air, il est impératif de rendre chaque perforation étanche à l'air au moyen de produits et de techniques adaptés, comme des boîtiers étanches à l'air (voir figure 6.34) (voir NIT 255 [B21] pour de plus amples informations à ce sujet).

# 7. Contrôle et entretien

Une fois l'isolation par l'intérieur terminée, il convient de contrôler les travaux et d'informer le client de certaines règles d'entretien.

## 7.1 Contrôle de l'exécution

Les travaux d'isolation par l'intérieur peuvent être évalués au moyen des méthodes suivantes :

- **mesure de l'étanchéité à l'air** à l'aide d'un essai de pressurisation décrit dans la norme NBN EN ISO 9972 [B53] (voir figure 7.1). Cet essai s'accompagne d'une détection des fuites d'air (infiltration, exfiltration ou circulation d'air derrière l'isolation) au moyen de fumigènes (voir § 7 de la [NIT 255](#) [B21]). Il convient d'effectuer ces tests avant la pose de la finition intérieure

afin de faciliter le contrôle de la qualité d'exécution et les adaptations éventuelles

- **thermographie infrarouge** (voir figure 7.2). Cette technique permet de détecter, à partir d'une image infrarouge, de graves défauts d'isolation, tels que des affaissements ou des compartiments mal remplis
- **mesure des performances thermiques de l'enveloppe du bâtiment** (voir [article Buildwise 2019/05.03](#) [D3]). En chauffant le bâtiment de manière contrôlée pendant quelques jours à l'aide d'un système de chauffage électrique, tout en mesurant les conditions intérieures et extérieures, il est possible de déterminer les performances de l'enveloppe du bâtiment
- **monitoring**. L'installation de capteurs à des endroits critiques (derrière l'isolation ou au niveau des solives en bois, p. ex.) permet de surveiller la température et l'humidité relative pendant une longue période (généralement plusieurs années).



Fig. 7.1 Essai de pressurisation (à gauche) et détection des fuites d'air au moyen d'un fumigène (à droite).



Fig. 7.2 La thermographie infrarouge permet de voir les zones mal isolées.

## 7.2 Règles d'entretien pour les habitants

Une fois le bâtiment rénové, il importe de le garder en bon état. À cette fin, le client doit être informé des points suivants :

- **la gestion du climat intérieur.** Les espaces doivent être correctement chauffés et ventilés. Il est également essentiel de veiller à ce que le taux d'humidité du climat intérieur ne dépasse pas pendant de longues périodes celui de la classe de climat pour laquelle le système d'isolation par l'intérieur a été conçu
- **la préservation de l'étanchéité à l'air.** Il est essentiel d'éviter toute perforation de la barrière d'étanchéité à l'air, par exemple lors de la fixation de cadres

- **la prise en compte des caractéristiques du système d'isolation par l'intérieur.** Certains systèmes ne sont par exemple pas conçus pour supporter des objets lourds, tandis que les systèmes perméables à la vapeur ne peuvent être parachevés à l'aide d'une finition intérieure fermée à la diffusion de vapeur (comme certains types de peintures ou de papiers peints). Ceux-ci doivent toutefois être étanches à l'air et conserver cette caractéristique
- **le contrôle régulier du bâtiment.** Cela vaut en particulier pour la finition extérieure (voir § 3.2, p. 27, pour les fréquences recommandées). Certains problèmes, tels que les fissures ou les fuites (au niveau d'une gouttière, p. ex.), doivent être détectés et traités rapidement.

Ces informations doivent être communiquées à chaque changement d'occupant.

*Il incombe au professionnel du bâtiment d'expliquer aux occupants de l'habitation comment prendre soin des murs isolés par l'intérieur. Le texte ci-dessous peut être adapté en fonction du système d'isolation utilisé et de la situation du bâtiment. On veillera à le compléter par un plan, un schéma ou une liste indiquant clairement les murs isolés par l'intérieur et les façades recouvertes d'une finition extérieure spécifique. En cas d'utilisation de plusieurs systèmes d'isolation, il est conseillé de prévoir une checklist distincte pour chaque système.*

### Checklist pour une utilisation et un entretien corrects

#### 1. Chauffage et ventilation

Le bâtiment doit être suffisamment chauffé et ventilé pour éviter la condensation et les problèmes d'humidité dans les murs isolés.

#### 2. Fixations dans les murs isolés

Les murs isolés par l'intérieur sont soumis aux règles suivantes :

- Réalisation de trous (perçage, clouage, etc.)  
 autorisée  non autorisée  uniquement aux endroits suivants : .....
- Suspension d'objets lourds (armoires suspendues, etc.)  
 autorisée  non autorisée  uniquement aux endroits suivants : .....

#### 3. Finition intérieure

La finition intérieure doit être compatible avec le système d'isolation :

- aucune exigence particulière
- uniquement des produits ouverts à la diffusion de vapeur (pas de papier peint ou des peintures fermées à la diffusion de vapeur, p. ex.)

#### 4. Entretien de la finition extérieure

Les murs disposent :

- d'aucune finition extérieure résistante à la pluie
  - d'une protection contre la pluie sous forme de : .....
- Ils doivent être régulièrement contrôlés à l'aide des méthodes suivantes : .....

#### 5. Entretien du bâtiment

Les dégâts et les problèmes d'humidité (fuites dans les gouttières, évacuations ou raccords, taches d'humidité, etc.) doivent être détectés et réparés le plus rapidement possible. À cette fin, il est vivement recommandé de contrôler régulièrement les façades et les détails constructifs (comme les rives de toiture et les raccords).



# Annexe A Informations supplémentaires sur l'examen préliminaire de la façade

La présente annexe approfondit le [chapitre 2 \(p. 13\)](#) sur l'examen préliminaire de la façade et présente des aspects complémentaires à prendre en compte. Elle traite notamment des questions suivantes :

- l'inspection de la façade à isoler (§ A.1)
- l'évaluation de la finition extérieure (§ A.2, p. 75)
- l'évaluation de la finition intérieure (§ A.3, p. 77)
- l'inspection des autres éléments de construction (§ A.4, p. 77)
- l'humidité ascensionnelle (§ A.5, p. 79)
- les sels (§ A.6, p. 79).

## A.1 Inspection de la façade

Chaque façade à isoler doit être examinée séparément, car sa situation et son orientation déterminent les possibilités d'isolation et les mesures à prendre.

### A.1.1 Composition

L'inspection d'une façade permet d'identifier les couches qui la composent, d'en déterminer l'épaisseur et de vérifier la présence éventuelle de perforations (par des ancrages ou des solives, p. ex.).

Ces informations sont généralement fournies par des mesures. L'épaisseur totale d'un mur peut par exemple être relevée au niveau des ouvertures de portes et de fenêtres et celle d'une coulisserie au niveau des joints verticaux ouverts. Une endoscopie ou un examen destructif permettent de déterminer la nature des couches invisibles (isolant d'un mur creux, p. ex.), tandis que les plans de construction d'origine et les plans de mesurage ultérieurs peuvent révéler des informations sur la composition du mur. Enfin, l'année de construction du bâtiment indique généralement s'il est constitué de murs massifs ou si ces derniers se composent de plusieurs couches.

On notera que la composition des murs peut varier et que leur épaisseur est parfois plus réduite aux étages supérieurs. Des différences peuvent également apparaître au niveau des détails constructifs (linteaux, embrasures de

portes et de fenêtres, raccords aux planchers, etc.) ou en pied de mur (plinthes ou maçonnerie épaisse). Il est donc recommandé d'inspecter ces zones de manière approfondie pour obtenir une vue complète de la composition du mur.

Au fil des années, la composition des murs a fortement évolué, avec des conséquences importantes sur la protection contre les infiltrations d'eau de pluie :

- pour éviter les infiltrations d'eau de pluie dans les **maçonneries massives** (fréquentes dans les bâtiments construits avant 1940), celles-ci étaient généralement épaisses ou recouvertes d'une finition extérieure. Elles étaient toutefois rarement homogènes : les briques de meilleure qualité étaient souvent utilisées à l'extérieur et les briques bon marché à l'intérieur. De plus, l'espace entre le parement extérieur et intérieur était parfois comblé par des matériaux hétérogènes. En Belgique, la majorité des murs sont en brique. Cependant, dans les régions où ce matériau était disponible, on trouve plus souvent des murs en pierre naturelle (murs massifs ou parement extérieur sur un support en brique)
- l'utilisation des **murs creux** s'est généralisée à partir de l'entre-deux-guerres, surtout dans les années 1950. Ces murs sont particulièrement adaptés à l'isolation par l'intérieur en raison de la coulisserie, qui empêche les infiltrations d'eau de pluie. Dans ce contexte, la présence d'une barrière anticapillaire est plus importante que la ventilation de la coulisserie. On prêtera toutefois une attention particulière à l'état de cette dernière. Si elle mesure moins de 3 cm de large et contient des résidus de mortier et/ou des débris de maçonnerie, le mur doit être considéré comme massif en raison du risque d'infiltration. Pour en savoir plus sur l'inspection des murs creux, nous vous invitons à consulter la [NIT 246 \[B35\]](#)
- tant qu'ils ne présentent pas des problèmes d'infiltration, les murs en béton préfabriqué ou coulé sur site peuvent être considérés comme étanches à la pluie. Il convient toutefois d'être attentif aux joints en présence d'éléments préfabriqués. Les murs en blocs de béton ne sont par contre pas suffisamment étanches à la pluie pour être isolés par l'intérieur sans prendre des mesures complémentaires, telles que l'application d'une protection supplémentaire contre la pluie.

## A.1.2 Résistance au gel des briques de façade

Les maçonneries sont davantage exposées au gel après une isolation par l'intérieur. Pour éviter de les endommager, il est nécessaire d'évaluer la résistance au gel des pierres et du mortier.

La résistance au gel varie en fonction des pierres et dépend notamment de leur solidité, de la structure de leurs pores et de la répartition de ceux-ci.

Une résistance au gel suffisamment élevée réduit le risque de dégâts après l'isolation par l'intérieur. Étant donné que celle-ci n'est généralement pas connue pour les bâtiments anciens, on peut la déterminer en se basant sur :

- **l'évaluation visuelle de l'état des murs.** Il convient d'être attentif aux zones fortement exposées aux pluies battantes et au froid, telles que les cheminées, les rives de toiture et les pieds de mur. La présence ou non de dégâts à ces endroits permet d'anticiper le comportement des autres parties de la façade après l'isolation par l'intérieur
- **le type de maçonnerie et l'expérience acquise avec des bâtiments similaires.** La résistance au gel varie en fonction du type de maçonnerie. Dans le cas d'une maçonnerie en pierre naturelle, le risque de dégradation du mortier de jointoiement est plus élevé. En effet, ce type de maçonnerie est généralement constitué de pierres solides, compactes et très résistantes au gel. La nature des pierres peut être déterminée à partir des plans de construction ou des archives ou encore à partir d'une comparaison avec les autres bâtiments de la région. Le tableau A.1 indique la résistance au gel de quelques pierres naturelles couramment utilisées en Belgique. La littérature scientifique propose également des classifications fiables (voir [B34], [C2] et [D9])
- **les mesures en laboratoire.** Si nécessaire, des tests peuvent être réalisés sur les éléments de maçonnerie. Il s'agit toutefois d'essais destructifs, chronophages et coûteux. De plus, la résistance au gel peut varier au sein d'une même façade, ce qui implique un prélèvement réfléchi des échantillons. Le choix de la méthode de test dépend du type de pierre (voir § 2.1.7 de la NIT 271 [B7]) :
  - pour les briques, il est généralement recommandé de respecter la classe F2 (80 °C) définie dans la norme NBN EN 772-22 [B43]. Il est toutefois possible de se baser sur l'essai prévu par l'ancienne norme belge NBN B 27-009 [B42]. Comme cette méthode a déjà fait ses preuves, elle peut être appliquée lorsqu'on dispose d'un échantillon limité. Les pierres doivent alors répondre à la classe 'très résistant au gel'

- pour les pierres naturelles, on appliquera la méthode de test définie dans la norme NBN EN 12371 [B46].

**Tableau A.1** Sensibilité au gel de quelques pierres naturelles courantes. Les variantes les plus utilisées dans notre pays se trouvent dans les cases grises.

Type de pierre naturelle	Sensibilité au gel
Pierre bleue (calcaire)	Insensible
Pierre de Savonnières (calcaire)	Insensible
Pierre de Massangis (calcaire)	Insensible (Massangis Roche Jaune) à très sensible (Massangis Roche Claire)
Pierre d'Euville (calcaire)	Insensible
Grès	De très sensible à insensible
Quartzite	Insensible
Grès ferrugineux	De très sensible à insensible
Pierre de Balegem/Lédien	De moyennement sensible à insensible
Pierre de Gobertange	Insensible (les couvre-murs sont toutefois sensibles)
Calcaires de Meuse	Insensible

## A.1.3 Stabilité

Lorsque le mur existant présente des déformations ou des fissures visibles, il convient de les examiner. Si l'on n'arrive pas à déterminer leur origine, il y a lieu de demander l'avis d'un ingénieur en stabilité. Les articles de l'édition thématique du [Buildwise Magazine 1/2022](#) [B17] fournissent des outils pour une première évaluation.

Les fissures dues aux déformations hygrothermiques peuvent s'aggraver après une isolation par l'intérieur, car cette dernière accentue les variations de température dans la maçonnerie.

## A.1.4 Valeur patrimoniale

La valeur patrimoniale d'un bâtiment peut être historique ou artistique. Pour les bâtiments dont la façade a une grande valeur, l'isolation par l'intérieur peut constituer la seule solution pour améliorer les performances thermiques. Il existe différents statuts patrimoniaux, avec des implications spécifiques :

- les bâtiments qui bénéficient du statut de **bien classé** ont une très grande valeur. À ce titre, ils sont soumis à des règles juridiques strictes visant à garantir leur conservation. Par ailleurs, lors d'une demande de permis, la commune reçoit un avis (autorisation patrimoniale) de la Région qui conditionne la délivrance des permis, encadre les travaux et en fixe les conditions
- les bâtiments inscrits dans l'**Inventaire régional** (liste plus exhaustive) ne nécessitent pas l'obtention d'une

autorisation patrimoniale. En revanche, la commune doit demander un avis simple des autorités compétentes lors de l'octroi des permis

- dans le cas des bâtiments soumis à des **règles d'urbanisme locales**, la conservation de l'aspect de la façade peut être imposée, même si le bien ne figure pas dans l'Inventaire des bâtiments patrimoniaux.

## A.2 Inspection des finitions extérieures existantes

L'inspection des finitions extérieures existantes doit au moins porter sur :

- le type et l'état de la finition extérieure
- la perméabilité à la vapeur d'eau
- le niveau de protection contre la pluie.

Ces paramètres influencent en effet la charge d'humidité et les possibilités de séchage de la façade. Idéalement, la finition extérieure devrait combiner une bonne résistance aux pluies battantes et une ouverture à la diffusion de vapeur afin de faciliter l'évacuation de l'humidité qui s'infiltré ou se condense dans la façade.

La détermination de la nature et des caractéristiques des finitions extérieures existantes peut toutefois poser des difficultés. En cas de doute quant à leur compatibilité avec le système d'isolation par l'intérieur, il convient de les remplacer par une nouvelle finition.

### A.2.1 Peintures de façade

La perméabilité à la vapeur d'eau et l'absorption d'eau d'une peinture de façade varient fortement en fonction du type utilisé (voir [tableau 2.2, p. 20](#)). De plus, toute modification dans la composition d'une peinture de façade (liants, pigments, charges, additifs, etc.) peut entraîner de légères différences de perméabilité à la vapeur d'eau, même au sein d'une même catégorie. Enfin, la perméabilité à la vapeur d'une peinture de façade diminue à mesure que le nombre de couches appliquées augmente.

Le type de peinture peut être identifié *in situ* au moyen d'essais d'orientation impliquant de l'eau, une flamme, des acides ou des solvants ou encore à partir de l'évaluation de certaines caractéristiques visuelles (voir § 4.3 de la [NIT 249 \[B8\]](#)). Cette méthode demande toutefois de l'expertise. Les essais doivent être réalisés sur l'ensemble des couches présentes, révélées à l'aide d'un scalpel. Cela peut toutefois être difficile lorsque ces couches sont étroitement collées entre elles.

Sauf preuve du contraire, les systèmes de peinture existants doivent être considérés comme fermés à la

diffusion de vapeur, même s'il s'agit de variantes ouvertes à la diffusion de vapeur, comme les peintures à la chaux ou aux silicates. Il est en effet difficile de déterminer les caractéristiques des peintures existantes et le nombre de couches appliquées. On évitera également de prendre en compte leur étanchéité à la pluie, car cette dernière peut s'infiltrer par de (petites) fissures.

**Tableau A.2** Caractéristiques de certains types de peinture fréquemment utilisés. Les variantes en rouge nécessitent une attention particulière.

Type de peinture	Perméabilité à la vapeur d'eau	Protection contre la pluie
Peinture à la chaux	Très bonne	Limitée
Peinture aux silicates	Très bonne	Bonne
Peinture au siloxane	Très bonne	Bonne
Peinture acrylique (en phase aqueuse)	Bonne	Bonne
Peinture à l'huile de lin	Limitée	Bonne
Peinture alkyde	Limitée	Bonne

### A.2.2 Enduits extérieurs

Les enduits à base de liants fortement hydrauliques, tels que les enduits au ciment (voir [figure 2.7, p. 17](#), à droite), disposent généralement d'une faible perméabilité à la vapeur d'eau. Leur retrait peut provoquer des fissures qui, au-delà de 0,2 mm de large, sont susceptibles d'entraîner des infiltrations d'eau. Ces enduits offrent toutefois une bonne protection contre les pluies battantes lorsqu'ils sont en bon état et régulièrement contrôlés. Les murs recouverts d'enduits à la chaux (voir [figure 2.7, p. 17](#), à gauche) présentent habituellement une forte perméabilité à la vapeur d'eau.

Aujourd'hui, on rencontre fréquemment des produits industriels composés de ciment (et/ou de chaux), de sable et d'additifs ayant pour but d'améliorer leurs caractéristiques (ouvrabilité, p. ex.). Les enduits minces actuellement utilisés dans les systèmes ETICS sont généralement des enduits au ciment modifiés par des résines synthétiques. Ces types d'enduits ont moins tendance à se fissurer.

Il est essentiel d'identifier correctement l'enduit pour déterminer les caractéristiques du système d'enduit extérieur. Cela est toutefois difficile à faire *in situ*. En cas de doute, des analyses en laboratoire peuvent être envisagées. Certains éléments peuvent cependant fournir des indices :

- **la couleur** : les enduits gris sont généralement à base de ciment, tandis que les enduits blancs ou ocre sont à base de chaux. Leur identification peut toutefois être compliquée par la présence de couches de peinture

ou, plus exceptionnellement, de liants, tels que le ciment blanc

- **la période de construction** : jusqu'au milieu du 19<sup>e</sup> siècle, les enduits étaient principalement à base de chaux (hydraulique). L'utilisation du ciment s'est généralisée par la suite, bien que les mélanges à base de différentes sortes de ciments et de chaux soient restés populaires jusqu'en 1950
- **la présence de fissures** : une fissuration généralisée témoigne souvent de l'utilisation d'un liant fortement hydraulique.

Il importe également de s'assurer que l'enduit est en bon état. Pour ce faire, l'inspection commencera par la recherche de fissures et de dommages en surface liés, par exemple, aux sels, au gypse ou au gel. Une fois cette étape terminée, on évaluera l'adhérence de l'enduit en le tapotant à la main ou avec un marteau léger. La résistance au gel est déterminée à partir de l'inspection des zones les plus exposées. Cette étape est particulièrement importante pour les enduits présentant une faible perméabilité à la vapeur d'eau et une faible absorption d'eau. Elle est également nécessaire lorsque l'enduit comporte des fissures de retrait ou d'autres ouvertures pouvant entraîner des infiltrations d'eau, susceptibles d'aggraver les dégâts de gel, les problèmes d'adhérence et les fissures.

### A.2.3 Hydrofugation de surface

Une hydrofugation de surface consiste à appliquer un produit incolore dans les pores situés dans les premiers millimètres de la façade afin de réduire fortement son absorption capillaire.

Utilisés depuis la fin des années 1960, ces traitements sont généralement invisibles à l'œil nu. Pour détecter leur présence, on peut soit effectuer un test à la pipe de Karsten (de préférence par une comparaison avec une surface non traitée), soit appliquer quelques gouttes d'eau sur le support à l'aide d'une pipette, d'un vaporisateur ou d'une seringue pour voir à quelle vitesse elles sont absorbées. Cette dernière méthode est toutefois peu fiable, car l'effet perlant, qui empêche les gouttes de pénétrer dans le support, diminue rapidement après un traitement.

Avec le temps, une hydrofugation perd en efficacité, principalement sous l'influence des rayons UV. De plus, ce traitement n'est pas toujours appliqué de manière uniforme, ce qui entraîne des différences d'efficacité d'une zone à l'autre. Après de fortes pluies, les parties non traitées ou insuffisamment protégées sont facilement reconnaissables à leur aspect différent des parties (correctement) traitées.

Lorsque la façade n'est pas cohérente ou lorsqu'elle présente des impuretés ou de nombreuses fissures, il convient de vérifier si elle a été hydrofugée en menant un test à la pipe de Karsten (de préférence par une comparaison

avec une surface non traitée). Une hydrofugation est généralement peu efficace sur ce type de façades, car les fissures favorisent les infiltrations d'eau de pluie. Ces dernières peuvent passer inaperçues lorsque les possibilités de séchage de la façade sont suffisantes. Elles peuvent toutefois s'aggraver après une isolation par l'intérieur. Dans ce cas, il convient d'installer une nouvelle protection contre la pluie avant l'isolation.

Si la façade a déjà été hydrofugée et se trouve en bon état, il est recommandé de renouveler le traitement (voir § 3.2, p. 27) afin de conserver la protection contre la pluie.

Dans les grandes villes, les façades sont parfois protégées par des traitements antigraffiti. Dans ce cas, il est recommandé de demander l'avis d'un expert. En effet, ces produits ne sont généralement appliqués qu'au rez-de-chaussée et leur impact sur le séchage de la façade et le degré d'absorption d'eau n'est pas toujours connu.

### A.2.4 Revêtements durs adhérents

Les revêtements durs adhérents (voir figure 2.8, p. 18, à droite) – tels que les plaques de pierre naturelle appliquées au mortier ainsi que les carreaux ou les mosaïques en céramique – sont généralement étanches à l'eau, ce qui n'exclut pas le risque d'infiltration d'eau de pluie par le mortier de jointoiement ou par de petites fissures. Leur étanchéité à la vapeur limite l'évacuation de cette dernière. Elle s'accumule par conséquent derrière le revêtement. Étant donné que l'isolation par l'intérieur ralentit le séchage de la façade et augmente l'effet du gel (voir § 1.4.2, p. 10), le risque de problème d'humidité et de décollement des finitions extérieures est réel.

Lorsque ces revêtements sont uniquement appliqués localement (plinthes en pierre naturelle, p. ex.), le risque de ralentissement du séchage est considérablement réduit.

### A.2.5 Briques émaillées

L'utilisation des briques émaillées dans les façades (voir figure 2.8, p. 18, à gauche) a connu son apogée dans la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle en raison du caractère épuré, brillant et coloré de ce matériau. L'émail résulte généralement de la cuisson d'un matériau vitreux. Depuis les années 1930, un autre type de matériau est utilisé, à savoir l'engobe. Celui-ci est habituellement moins brillant que l'émail, ce qui le rend plus difficile à identifier.

La présence d'une couche d'émail sur la face visible des briques influence fortement leur comportement vis-à-vis de l'humidité. Lorsqu'elle est en bon état, cette couche bloque le transport d'humidité, de sorte que l'humidification et le

séchage de la maçonnerie s'effectuent uniquement par les joints. Cette situation n'a généralement pas d'impact sur les murs creux, mais elle peut ralentir le séchage des murs massifs et entraîner des problèmes. Les risques sont toutefois limités lorsque les briques ou les carrelages émaillés ne décorent que certaines parties de la façade.

## A.2.6 Bardages ventilés

Les bardages ventilés peuvent être réalisés dans différents matériaux, tels que les ardoises, les profilés synthétiques et les bardages en bois. Dans les bâtiments anciens, on rencontre souvent des ardoises en amiante-ciment, qui nécessitent des précautions particulières.

Le revêtement de façade doit être en bon état et ne présenter aucun problème d'infiltration d'eau de pluie. La coulisse située derrière celui-ci doit être ventilée. Si le revêtement est retiré, il convient d'évaluer, lors de la conception des travaux de rénovation, la nécessité de prévoir une autre protection contre les pluies battantes.

## A.3 Inspection des finitions intérieures existantes

L'isolation par l'intérieur crée un environnement plus froid et humide au niveau de la finition intérieure existante, c'est-à-dire entre le mur et la future couche d'isolant. Cette situation peut entraîner le développement de moisissures ou la dégradation de la finition. Il est donc nécessaire de vérifier si celle-ci peut être conservée en tenant compte des points suivants :

- **le type d'enduit et sa sensibilité à l'humidité.** Les enduits à base de plâtre et d'argile peuvent perdre leur cohésion lorsqu'ils sont exposés à l'humidité, tandis que les enduits à base de ciment et de chaux sont généralement plus résistants. Il convient de souligner que les systèmes d'enduits comportent souvent plusieurs couches (enduit à la chaux recouvert d'une mince couche d'enduit à base de plâtre, p. ex.). Bien qu'il soit généralement recommandé d'éliminer les enduits sensibles à l'humidité, ceux-ci peuvent être conservés dans certains cas (voir § 3.3, p. 30)
- **la présence de contre-cloisons.** Il convient de les éliminer, car elles masquent souvent des problèmes. De plus, elles empêchent un contact direct entre l'isolant et le mur existant
- **la présence de couches fermées à la diffusion de vapeur,** telles que les papiers peints, certains types de peintures ou les carrelages. Ces couches ont généralement un effet néfaste sur la régulation de l'humidité au sein du mur. Il est donc fortement recommandé de les éliminer. La présence de membranes d'étanchéité

à l'eau sur le mur est souvent le signe d'un problème d'humidité ascensionnelle, d'infiltration d'eau de pluie ou de sels hygroscopiques

- **l'état, la stabilité et la cohésion de l'enduit intérieur.** Pour évaluer l'état de l'enduit intérieur, on peut le tapoter ou effectuer un contrôle visuel. La présence de dommages est souvent due aux efflorescences salines, à des problèmes d'adhérence, à une exposition prolongée à l'humidité ou à des développements biologiques.

## A.4 Autres éléments de construction

Outre les façades, il convient également d'inspecter :

- les planchers (voir § A.4.1)
- la toiture (voir § A.4.2, p. 78)
- les menuiseries (voir § A.4.3, p. 78)
- les seuils (voir § A.4.4, p. 78)
- les conduites d'eau et d'électricité (voir § A.4.5, p. 79).

Cette intervention vise à :

- vérifier que l'isolation par l'intérieur n'a pas d'impact négatif sur les autres parties du bâtiment
- identifier et traiter les problèmes existants dans les autres parties du bâtiment avant l'isolation par l'intérieur (en particulier les infiltrations d'humidité)
- passer en revue les détails constructifs à isoler pour garantir une conception correcte (voir chapitre 6, p. 53).

### A.4.1 Planchers

L'inspection consiste à déterminer le type et l'état des planchers du bâtiment, la structure porteuse pouvant varier d'un étage à l'autre.

#### A.4.1.1 Solives en bois

Il est essentiel d'inspecter les planchers en bois, en particulier lorsqu'ils se prolongent jusqu'aux murs à isoler.

En règle générale, les solives sont disposées dans le sens de la portée la plus courte. Il existe toutefois des exceptions, notamment pour des raisons acoustiques ou de sécurité incendie. Dans ce cas, les extrémités des solives sont encastrées dans les façades avant et arrière. Les solives peuvent également être posées sur une poutre de rive intégrée dans le mur ou placée contre celui-ci. Dans le cas de planchers en bois situés au-dessus de vides sanitaires ou de caves, l'inspection revêt une importance particulière en raison du risque lié à l'air humide provenant de ces espaces.

Lorsque les solives en bois sont encastrées dans la façade, il y a lieu d'évaluer leur état au moyen d'un sondage local ou d'une endoscopie. En effet, le taux d'humidité d'une façade peut augmenter après une isolation par l'intérieur (voir [figure 2.9, p. 19](#)).

Si l'on constate des dégradations, il est indispensable d'en identifier la cause afin d'éviter que le problème ne réapparaisse après les travaux d'isolation ou ne s'étende à d'autres solives.

En cas de soupçon de pourrissement du bois ou d'attaque de ce dernier par des moisissures, des champignons ou des insectes, il y a lieu de procéder à une suppression locale de la maçonnerie ou de l'enduit afin de mener une inspection approfondie. Celle-ci portera notamment sur la présence de taches, d'odeurs de moisi ou de trous d'envol. Il convient toutefois de noter que tous les dommages ne sont pas visibles à l'œil nu. Les dégâts situés en profondeur peuvent être mis en évidence par l'insertion d'un poinçon dans le bois (voir [figure 2.10, p. 18](#)) ou par la mesure du taux d'humidité des extrémités des solives à l'aide d'un humidimètre électrique (mesures de résistance).

Les solives en mauvais état doivent être réparées ou remplacées. Pour en savoir plus sur la réparation des extrémités des solives, consultez la bibliographie [V2].

Les solives en bois peuvent être encastrées dans le mur ou fixées à celui-ci au moyen d'ancrages. Ces derniers peuvent être visibles sur la façade, sous la forme de barres verticales, de croix ou de rosaces, ou être dissimulés dans la maçonnerie. Étant donné que les fissures et ouvertures autour des points de fixation favorisent les infiltrations d'eau de pluie, il est important de les obturer. Les ancrages doivent par ailleurs faire l'objet d'un contrôle régulier et être remplacés si nécessaire (avec ou sans étaie temporaire).

### A.4.1.2 Poutres en métal

À la fin du 19<sup>e</sup> siècle, il était courant d'intégrer des éléments porteurs en acier (profilés en I) dans les façades afin de soutenir les voûtes en maçonnerie. Bien que ces éléments étaient généralement traités contre la corrosion, le risque de dégâts ne peut jamais être totalement écarté. Il convient donc d'inspecter tous les éléments structurels en acier des façades avant la mise en œuvre de l'isolation par l'intérieur, en accordant une attention particulière à ceux qui sont encastrés dans les murs. Les problèmes sont plus souvent marqués dans les caves, où l'humidité permanente et les sels peuvent accélérer la corrosion. Si l'inspection révèle des signes de corrosion, il y a lieu de faire appel à un expert.

### A.4.1.3 Planchers lourds

Les voûtes en maçonnerie massive et les sols en béton peuvent former des ponts thermiques importants après une isolation par l'intérieur. Le [§ 6.3.4 \(p. 64\)](#) présente quelques solutions à ce problème.

Les sols en béton armé peuvent être composés d'un large éventail d'éléments préfabriqués ou semi-préfabriqués coulés sur site. L'[article Buildwise 2020/02.02 \[D7\]](#) décrit la procédure de base pour l'évaluation des structures existantes en béton, tandis que la [NIT 231 \[B38\]](#) propose une vue d'ensemble des méthodes de réparation et de protection.

La majorité des planchers à poutres et entrevous sont des systèmes hybrides à base de béton armé et d'éléments en céramique. L'inspection doit donc se concentrer principalement sur l'état des tirants en acier situés sous les poutres, plutôt que sur la couche de compression située au-dessus de celles-ci. Dans les systèmes plus récents, les poutres sont généralement constituées d'éléments préfabriqués précontraints, qui présentent un faible risque de corrosion.

## A.4.2 Toiture

Avant de raccorder une toiture (plate) aux murs extérieurs, il convient de prêter attention aux fuites d'eau (au niveau des couvre-murs, p. ex.), aux dommages au niveau de l'étanchéité de la toiture, aux taches d'humidité ou encore aux altérations au niveau de la gouttière, de la descente d'eau ou de la rive de toiture. Ces problèmes sont généralement plus faciles à détecter pendant ou après une averse.

## A.4.3 Menuiseries

En cas de conservation des menuiseries existantes, il est nécessaire de vérifier la présence de taches d'humidité à leur périphérie. Celles-ci peuvent en effet révéler une étanchéité insuffisante des joints à la pluie. Il convient également de s'assurer que l'espace disponible permet d'isoler correctement les embrasures (voir [§ 6.3.2, p. 61](#)).

## A.4.4 Seuils

Les seuils protègent la façade contre l'eau qui ruisselle sur les menuiseries. Idéalement, ils sont en matériau compact (pas en maçonnerie), inclinés, suffisamment saillants, munis d'un larmier en sous-face situé à au moins 30 mm de la façade et équipés de rehausses latérales.

Si ces conditions ne sont pas réunies, mais que les seuils sont peu exposés à la pluie ou protégés par un balcon ou un autre élément architectural, aucune adaptation particulière n'est nécessaire. Dans les autres cas, il est recommandé de vérifier la présence d'infiltrations, de traces d'humidité ou de dégradations sous la fenêtre et d'adapter le seuil si l'on constate des problèmes.

## A.4.5 Conduites d'eau et d'électricité

Si la façade comporte des conduites ou d'autres installations techniques, celles-ci seront exposées à des températures plus basses et à de fortes variations de température après l'isolation par l'intérieur. Il convient donc de prêter une attention particulière aux conduites sensibles au gel, comme les conduites d'eau et de chauffage.

Lors de l'inspection, il est essentiel de déterminer l'implantation de toutes les conduites d'eau (conduites d'alimentation des points de puisage ou de chauffage) situées à proximité ou dans le mur et destinées à être utilisées après les travaux de rénovation. Ces conduites doivent être déplacées pour éviter les dégâts dus au gel. Les conduites d'eau qui ne seront plus utilisées doivent être vidangées et colmatées pour empêcher les fuites d'air. Les conduites âgées de plus de 40 ans ou présentant des signes de dommages ne doivent plus être utilisées. Cela vaut également pour les conduites de distribution d'eau en plomb, car celles-ci peuvent nuire à la santé.

Les installations techniques insensibles au gel, aux basses températures ou aux variations de température peuvent être conservées à leur emplacement d'origine. Il convient toutefois d'accorder une attention particulière aux percements causés par exemple par les installations électriques, susceptibles de provoquer des fuites d'air. Ces percements conduisent souvent à la perforation du système d'isolation par l'intérieur. Le traitement de ces détails doit être décidé lors de la phase de conception.

## A.5 Humidité ascensionnelle

L'humidité ascensionnelle touche principalement les bâtiments anciens, car ceux-ci sont rarement équipés d'une barrière anticapillaire en pied de mur (voir figure A.1). Cette humidité contient généralement des concentrations élevées de sels solubles à l'origine de différents dommages.

L'objectif de l'inspection est de détecter la présence d'humidité ascensionnelle avant l'isolation par l'intérieur. En effet, cette technique freine le séchage du mur, ce qui peut aggraver les problèmes d'humidité existants.

Bien que l'humidité ascensionnelle puisse être repérée lors d'une inspection visuelle, il est recommandé de recourir à des méthodes de mesure plus précises pour deux raisons :

- éviter un diagnostic erroné. Certains problèmes d'humidité, tels que les sels hygroscopiques, les projections d'eau ou le pontage d'une membrane anticapillaire par la couche d'enduit peuvent présenter des motifs similaires
- détecter l'humidité ascensionnelle avant qu'elle ne devienne visible. L'isolation par l'intérieur ralentit en effet le séchage du mur, ce qui peut aggraver le problème.

Pour en savoir plus sur les différentes techniques de mesure et les traitements possibles contre l'humidité ascensionnelle (pose d'une barrière anticapillaire ou injection de produits hydrofuges, p. ex.), consultez la [NIT 252 \[B25\]](#).



Fig. A.1 Façade endommagée par l'humidité ascensionnelle.

## A.6 Sels

Les sels solubles peuvent être naturellement présents dans les matériaux de construction ou être transportés dans la maçonnerie par l'humidité ascensionnelle, les infiltrations d'eau ou encore certaines activités industrielles ou agricoles.

On distingue deux types de sels :

- les sels efflorescents (généralement des sulfates ou des carbonates), qui forment des cristallisations salines
- les sels hygroscopiques (généralement des nitrates et des chlorures), qui absorbent l'humidité de l'air et peuvent former des taches d'humidité en fonction du type de sel et de l'environnement.

La présence de sels peut accentuer les problèmes d'humidités existants, provoquer la formation de taches d'humidité (voir [figure A.2, p. 80](#), à gauche), empêcher le séchage de la façade ou endommager la maçonnerie

et les revêtements. Lorsque des problèmes d'humidité ou des dégâts dus à ces sels sont détectés (pulvérisation, voir figure A.2, à droite), il est nécessaire d'effectuer un contrôle à l'aide de bandelettes indicatrices.

En principe, l'isolation par l'intérieur n'aggrave pas les dégâts dus aux sels. Le risque de dommages après les travaux de rénovation est donc limité s'il n'y a pas de problèmes existants. Étant donné que la façade doit être en bon état pour une isolation par l'intérieur, il convient de traiter les pathologies existantes avant la mise en œuvre de celle-ci.

Si le mur présente une forte concentration de sels, il est déconseillé de coller le système d'isolation en raison du risque de dégradation de la couche de colle. De même, l'installation d'un système hygroscopique perméable à la diffusion de vapeur est déconseillée en raison du risque de migration des sels vers la surface intérieure.

Pour en savoir plus sur cette problématique et sur les traitements possibles, consultez la [NIT 252 \[B25\]](#) et la [fiche Pathologies 111 \[L2\]](#).



**Fig. A.2** Taches d'humidité dues aux sels hygroscopiques (à gauche), altération par pulvérisation d'un joint de mortier en raison d'une cristallisation fréquente de sels efflorescents (à droite).





# Bibliographie

## B

### Buildwise (Zaventem, Buildwise, [www.buildwise.be](http://www.buildwise.be))

- B1** Conception et dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude. Méthode de dimensionnement 14 (2013).
- B2** Couvertures et bardages métalliques à joints debout et à tasseaux. Note d'information technique 266 (2022).
- B3** Des façades-manteaux préfabriquées multifonctionnelles. Une technique innovante pour la rénovation. Innovation Paper 34 (2019).
- B4** Détails de référence pour ETICS avec enduit. Constructions neuves. Note d'information technique 274 (2020).
- B5** Détails de rénovation des toitures à versants par le procédé sarking. Note d'information technique 294 (2025).
- B6** Enduits sur isolation extérieure (ETICS). Note d'information technique 257 (2016).
- B7** Exécution des maçonneries. Note d'information technique 271 (2020).
- B8** Guide de bonne pratique pour l'exécution des travaux de peinture. Note d'information technique 249 (2013).
- B9** Guide de l'entretien pour des bâtiments durables. Innovation Paper 39 (2023).
- B10** Guide pour la restauration des maçonneries. 2<sup>e</sup> partie : sels et humidité ascensionnelle. Innovation Paper 2.2 (2003).
- B11** Guide pratique des systèmes de ventilation de base des logements. Note d'information technique 258 (2016).
- B12** Hydrofugation de surface. Note d'information technique 224 (2002).
- B13** Injection des maçonneries contre l'humidité ascensionnelle. NIT Recap 13 (2016).
- B14** Installations d'évacuation gravitaire des eaux pluviales des bâtiments. Conception et dimensionnement. Note d'information technique 270 (2019).
- B15** Isolation acoustique entre habitations. Note d'information technique 281 (2022).
- B16** Jointoiement des maçonneries. Note d'information technique 297 (2025).
- B17** La stabilité en phase de chantier. Édition thématique. Buildwise Magazine 1/2022.
- B18** La toiture plate. Note d'information technique 280 (2022).
- B19** Les enduits extérieurs sur maçonnerie et béton. Note d'information technique 289 (2023).
- B20** Les enduits intérieurs. Note d'information technique 284 (2022).
- B21** L'étanchéité à l'air des bâtiments. Note d'information technique 255 (2015).
- B22** Les ouvrages de raccord des toitures plates : principes généraux. Note d'information technique 244 (2021).
- B23** Les revêtements de façade en bois et en panneaux à base de bois. Note d'information technique 243 (2011).
- B24** Les revêtements extérieurs verticaux en matériaux pierreux naturels de mince épaisseur. Note d'information technique 146 (1983).

- B25** L'humidité dans les constructions. Particularités de l'humidité ascensionnelle. Note d'information technique 252 (2014).
- B26** Le traitement curatif du bois dans le bâtiment. Note d'information technique 180 (1990).
- B27** Mur plein et toiture à versant isolés par l'intérieur : raccord au pied de toiture. Détails constructifs 1434 (2022).
- B28** Mur plein isolé par l'intérieur (système fermé à la diffusion de vapeur) : raccord à une menuiserie. Détails constructifs 1426 (2022).
- B29** Mur plein isolé par l'intérieur (système fermé à la diffusion de vapeur) : raccord d'un pied de mur avec une dalle sur cave voûtée. Détails constructifs 1424 (2022).
- B30** Mur plein isolé par l'intérieur (système fermé à la diffusion de vapeur) : raccord d'un pied de mur avec une dalle sur terre-plein. Détails constructifs 1423 (2022).
- B31** Mur plein isolé par l'intérieur (système ouvert à la diffusion de vapeur) : raccord à une menuiserie. Détails constructifs 1427 (2022).
- B32** Mur plein isolé par l'intérieur (système ouvert à la diffusion de vapeur) : raccord d'un pied de mur avec une dalle sur terre-plein. Détails constructifs 1425 (2022).
- B33** Nettoyage des façades. Note d'information technique 296 (2025).
- B34** Pierres naturelles. Note d'information technique 228 (2006).
- B35** Postisolation des murs creux par remplissage de la coulisse. Note d'information technique 246 (2012).
- B36** Problèmes d'humidité dans les bâtiments. Causes des dégradations. Ponts thermiques. Climat intérieur. Données pour la conception et l'exécution des bâtiments. Conditions d'occupation des bâtiments. Note d'information technique 153 (1984).
- B37** Rénovations : quand les détails font la différence. Édition thématique. Buildwise Magazine 1/2025.
- B38** Réparation et protection des ouvrages en béton (bâtiment et génie civil). Note d'information technique 231 (2007).
- B39** Revêtements durs sur isolation extérieure (ETICS avec revêtements durs). Note d'information technique 279 (2021).
- B40** Systèmes de ventilation innovants pour les logements en rénovation. Innovation Paper 41 (2023).
- B41** Toiture sarking : pied de toiture (raccord avec un mur plein isolé par l'intérieur). Détails constructifs 1575 (2025).

## Bureau de normalisation (Bruxelles, NBN, [www.nbn.be](http://www.nbn.be))

- B42** NBN B 27-009:1983 Produits céramiques pour parements de murs et de sols. Gélivité. Cycles de gel-dégel (retiré).
- B43** NBN EN 772-22:2019 Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie. Partie 22 : détermination de la résistance au gel/dégel des éléments de maçonnerie en terre cuite.
- B44** NBN EN 998-1 : 2016 Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie. Partie 1 : mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs.
- B45** NBN EN 1062-1:2004 Peintures et vernis. Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs. Partie 1 : classification.
- B46** NBN EN 12371:2010 Méthodes d'essai pour pierres naturelles. Détermination de la résistance au gel.
- B47** NBN EN 15101-1: 2013+A1: 2019 Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment. Isolation thermique formée en place à base de cellulose (LFCI). Partie 1 : spécification des produits en vrac avant la mise en œuvre.
- B48** NBN EN 15824:2017 Spécifications pour enduits de maçonnerie organiques extérieurs et intérieurs.
- B49** NBN EN 16302:2013 Conservation des biens culturels. Méthodes d'essai. Mesurage de l'absorption d'eau par la méthode à la pipette.

- B50** NBN EN 17886:2023 Produits isolants thermiques. Évaluation de la sensibilité au développement de moisissures. Méthode d'essai de laboratoire.
- B51** NBN EN ISO 846:2019 Plastiques. Évaluation de l'action des microorganismes (ISO 846:2019).
- B52** NBN EN ISO 6946:2017 Composants et parois de bâtiments. Résistance thermique et coefficient de transmission thermique. Méthodes de calcul.
- B53** NBN EN ISO 9972:2015 Performance thermique des bâtiments. Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments. Méthode de pressurisation par ventilateur (ISO 9972:2015).
- B54** NBN EN ISO 10456:2008 Matériaux et produits pour le bâtiment. Propriétés hygrothermiques. Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles.
- B55** NBN EN ISO 10211:2017 Ponts thermiques dans les bâtiments. Flux thermiques et températures superficielles. Calculs détaillés.
- B56** NBN EN ISO 12572:2016 Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment. Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau. Méthode de la coupelle.
- B57** NBN EN ISO 13788:2013 Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments. Température superficielle intérieure permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse. Méthodes de calcul.
- B58** NBN EN ISO 15148:2003 Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment. Détermination du coefficient d'absorption d'eau par immersion partielle.
- B59** NBN S 01-400-1:2022 Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation.
- B60** NBN S 01-400-2:2012 Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires.

## C

### Cailleux E., Lor M., Pollet V., De Buck H., Déthune B et Tanson G.

- C1** Compatibilité des peintures. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2010-02.12.

### Cnudde C., Harotin J.-J., Majot J.-P. et Louis M.

- C2** Pierres et marbres de Wallonie. AAM Archives d'Architecture Moderne, 1987.

## D

### De Geetere L.

- D1** Impact acoustique des systèmes d'isolation par l'intérieur. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2018-02.13.
- D2** Rénovation acoustique des planchers en bois. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2017-04.14.

### Deltour J.

- D3** Mesurer la performance thermique de l'enveloppe ? C'est pour bientôt ! Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2019-05.03.

### De Mets T. et Tilmans A.

- D4** Evaluation of the risk of decay of wooden beams embedded in internally insulated walls by long-term measurements. 12 th Nordic Symposium on Building Physics, E3S Web of Conferences, Volume 172, 2020.

## De Mets T., Tilmans A. et Loncour X.

- D5** Hygrothermal assessment of internal insulation systems of brick walls through numerical simulation and full-scale laboratory testing. 11 th Nordic Symposium on Building Physics, Energy Procedia, Volume 132, pp. 753-758, 2017.

## Desta T.Z., Langmans J. et Roels S.

- D6** Experimental data set for validation of heat, air and moisture transport models of building envelopes. Building and Environment, Volume 46, pp. 1038-1046, 2011.

## Dooms B.

- D7** Évaluation de l'état des ouvrages en béton : pourquoi, quand et comment ? Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2020-02.02.

## Douquet E. et Poncelet B.

- D8** Impact environnemental et circularité des enduits intérieurs. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2022-03.03.

## Dusar M., Dreesen R. et De Naeyer A.

- D9** Renovatie & restauratie. Natuursteen in Vlaanderen, versteend verleden. Mechelen, Kluwer, 2009.

## E

### Eeckhout S.

- E1** Condensation superficielle. Zaventem, Buildwise, Fiche Pathologies 5 (2004).  
**E2** Formation de moisissures dans les habitations. Zaventem, Buildwise, Fiche Pathologies 3 (2004).  
**E3** Taux d'humidité hygroscopique des matériaux. Zaventem, Buildwise, Fiche Pathologies 4 (2004).

## G

### Gerin O., Flamant G. et Heijmans N.

- G1** Capacité thermique des isolants et risque de surchauffe. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2010-03.06.

### Grégoire Y. et Smits A.

- G2** Choix des mortiers de maçonnerie. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2011-02.03.

# H

## Hantazi K.

- H1** Humidification d'un parement en briques de terre cuite. Zaventem, Buildwise, Fiche Pathologies 88 (2020).

## Herinckx S. et Vanhellemont Y.

- H2** Traitement des maçonneries chargées en sels : nouvelles techniques ? Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2011-02.02.

# I

## Ingelaere B.

- I1** L'isolation acoustique des planchers en bois (Pratique). Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2001-01.36.

# J

## Jasienski A. et Van Laecke W.

- J1** Pavages en béton autour des bâtiments. (Pratique). Zaventem, Buildwise, article Buildwise 1994-04.17.

# K

## Knoops I. et Caluwaerts F.

- K1** Pose de bardages réalisés dans des matériaux autres que le bois. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2014-04.08.

# L

## Lignian M.

- L1** Expulsion du mortier de jointoiment des maçonneries extérieures. Zaventem, Buildwise, Fiche Pathologies 110 (2022).
- L2** Taches d'humidité sur les murs intérieurs en raison de la présence de sels hygroscopiques. Zaventem, Buildwise, Fiche Pathologies 111 (2022).

## Loncour X., Tilmans A., Steskens P. et Roels S.

- L3** Isolation des murs existants par l'intérieur : systèmes et dimensionnement. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2013-02.04.

## Loutz S. et Dinne K.

- L4** Salissures et altérations des matériaux pierreux par les microorganismes. (Recherches & Etudes). Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2000-02.3.

## M

### Mahieu E.

- M1** Infiltrations d'eau au pied des murs creux. Zaventem, Buildwise, Fiches Pathologies 7 (2004).

## N

### Nguyen E.

- N1** La fixation mécanique comme solution pour les panneaux de bardage en fibres-ciment. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2024-02.07.

## S

### Service public fédéral Économie, PME, classes moyennes et énergie (Bruxelles, SPF Économie, [www.economie.fgov.be](http://www.economie.fgov.be))

- S1** STS 04 Bois et panneaux à base de bois. STS 04.3 Traitements du bois. Bruxelles, SPF Économie, Spécifications techniques unifiées, 2009.

### Service public fédéral Intérieur (Bruxelles, SPF Intérieur, [www.ibz.be](http://www.ibz.be))

- S2** Arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Bruxelles, SPF Intérieur, Direction générale sécurité civile, Moniteur belge du 26 avril 1995, et ses modifications.
- S3** Arrêté royal du 18 septembre 2008 déterminant la procédure et les conditions suivant lesquelles les dérogations aux normes de prévention de base sont accordées. Bruxelles, SPF Intérieur, Direction générale sécurité civile, Moniteur belge du 16 octobre 2008.
- S4** Interprétation. Arrêté royal du 7 juillet 1994. Hauteur conventionnelle des bâtiments. Bruxelles, SPF Intérieur, Direction générale sécurité civile, 15 septembre 2011.

## T

### Tilmans A. et Van Herreweghe J.

- T1** Température intérieure, isolation thermique des détails et ventilation : le trio magique pour éviter les moisissures. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2024-05.08.

## V

### Vanderauwera A., Huybrechts N. et Maertens J.

- V1** Fissuration dans les bâtiments due au retrait ou au gonflement des sols plastiques. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2021-05.10.

### Vanhellemont Y., Van Peer W. et Vernimme N.

- V2** Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie. Module balkkopherstel. Agentschap Onroerend Erfgoed, 2015.

### Vanwelde V.

- V3** Maintenir le confort thermique en été. Zaventem, Buildwise, Article Buildwise 2017-04.13.

### Verbeke S.

- V4** Thermal inertia in dwellings. Quantifying the relative effects of building thermal mass on energy use and overheating risk in a temperate climate (PhD). Faculty of Applied Engineering. Research group Energy and Materials in Infrastructure and Buildings, Universiteit Antwerpen, 2017.

### Vercoutere H.

- V5** Décollement d'une peinture sur maçonnerie historique. Zaventem, Buildwise, Fiche Pathologies 74 (2019).

### Vereecken E., Van Gelder L., Janssen H. et Roels S.

- V6** Interior insulation for wall retrofitting. A probabilistic analysis of energy savings and hygrothermal risks. Energy and Buildings, Volume 89, pp. 231-244, 2015.

### Vereecken E. et Roels S.

- V7** Wooden beam ends in combination with interior insulation. An experimental study on the impact of convective moisture transport. Building and Environment, Volume 148, pp. 524-534, 2019.

## W

### Wastiels L. et Delem L.

- W1** Les matériaux biosourcés au sein de l'économie circulaire. Zaventem, Buildwise, article Buildwise 2020-01.03.

### Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (WTA)

- W2** Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden, Merkblatt 6-4 Ausgabe: 10/2016/D.



# Z

## Zhou X., Kubilay A., Derome D. et Carmeliet J.

- Z1** Comparison of wind-driven rain load on building facades in the urban environment and open field. A case study on two buildings in Zurich, Switzerland. Building and Environment, Volume 233, 2023.



Une édition de Buildwise (ex-Centre scientifique et technique de la construction),  
établissement reconnu en application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947.

Éditeur responsable : Olivier Vandooren

Buildwise, Kleine Kloosterstraat 23

B-1932 Zaventem.

ISSN 0528-4880

Publication à caractère scientifique visant à faire connaître les résultats des études et recherches menées  
dans le domaine de la construction en Belgique et à l'étranger.

La reproduction ou la traduction, même partielles, des textes et des illustrations  
de la présente publication n'est autorisée qu'avec le consentement écrit  
de l'éditeur responsable.

### **Buildwise Zaventem**

#### **Siège social et bureaux**

Kleine Kloosterstraat 23

B-1932 Zaventem

Tél. 02/716 42 11

E-mail : [info@buildwise.be](mailto:info@buildwise.be)

Site Internet : [buildwise.be](http://buildwise.be)

- Avis techniques – Publications
- Gestion – Qualité – Techniques de l'information
- Développement – Valorisation
- Agréments techniques – Normalisation

### **Buildwise Limelette**

Avenue Pierre Holoffe 21

B-1342 Limelette

Tél. 02/655 77 11

- Recherche et innovation
- Formation
- Bibliothèque

### **Buildwise Brussels**

Rue Dieudonné Lefèvre 17

B-1020 Bruxelles

Tél. 02/716 42 11

Après plus d'un demi-siècle d'existence, le Centre scientifique et technique de la construction (CSTC) fait désormais place à Buildwise. Ce nouveau nom porte en lui une orientation nouvelle, davantage axée sur l'innovation, sur la collaboration et sur une approche pluridisciplinaire plus intégrée. Buildwise étant principalement financé par les redevances de quelque 117.000 entreprises de construction belges, celles-ci contribuent ainsi à motiver son action, notamment en définissant ses priorités et en pilotant ses travaux par le biais des Comités techniques.

### **Votre centre de recherche devient centre d'innovation**

Fort des connaissances qu'il a acquises au fil des années, Buildwise s'est imposé comme le centre de référence et d'expertise du secteur de la construction. Buildwise se tient aux côtés de tous les acteurs impliqués dans l'acte de bâtir. Notre objectif ? Transmettre des connaissances qui améliorent réellement la qualité, la productivité et la durabilité, et ouvrir la voie à l'innovation sur chantier et dans l'entreprise.

### **Dynamiser le partage des connaissances et les interconnexions**

Compte tenu de la grande complexité et de la forte fragmentation du processus de construction, Buildwise se doit de renforcer son rôle fédérateur. Nous ne pourrions relever les défis sectoriels et sociétaux qu'en mobilisant le secteur tout entier et en repensant nos modèles d'entreprise et notre façon de collaborer.

### **De la multidisciplinarité à la transdisciplinarité**

Notre spécificité tient à notre approche pragmatique et multidisciplinaire. Nous adoptons une démarche intégrée, alliant technologie, durabilité, savoir-faire, processus de construction et gestion d'entreprise. Cette synergie nous permet de développer des solutions globales et durables face aux défis du secteur de la construction.