



# Buildwise

Magazine

Édition  
Enveloppe



---

mars-avril  
2024

P04. Étanchéité des caves en béton

P12. Mortier isolant sur toiture plate

P20. Garde-corps : révision des spécifications

# Sommaire

## Buildwise Magazine mars-avril 2024

---



**04**

Caves en béton : vers une meilleure définition des classes d'étanchéité



**06**

Réutiliser le sable extrait localement pour produire du béton circulaire ?



**08**

Toitures à versants : comment isoler la tête d'un mur mitoyen ?



**10**

Veillez à positionner correctement la gouttière d'une toiture à versants



**12**

Toitures plates : ne remplacez pas la couche d'isolation par un mortier isolant



**14**

Qualité de l'eau de pluie récupérée sur les toitures plates



**16**

Fixation mécanique des panneaux de bardage en fibres-ciment



**18**

Bruits de claquement dans les menuiseries en aluminium



**20**

Révision des spécifications relatives aux garde-corps



**22**

La massification de la rénovation énergétique



**24**

FAQ



**25**

Focus



**26**

Connection Tour



**27**

Salons et événements

---

# Les Valorisation Managers, des chaînons indispensables

Nous nous trouvons à un moment charnière où toutes les forces doivent s'unir pour relever les défis auxquels nous sommes confrontés. Cela fait un peu plus d'un an que nous avons adopté **notre nouveau nom, symbole de notre ADN et de notre ambition d'apporter plus de valeur ajoutée aux entrepreneurs**. Transmettre nos connaissances et les mettre en pratique sur chantier et dans les entreprises ouvre la voie à l'innovation et à la modernisation du secteur.



A handwritten signature in blue ink, reading 'Y. Martin'.

Yves Martin,  
Communication Director

## Mettons en pratique ce que nous prônons !

Collaborer et favoriser la transversalité pour conjuguer le meilleur des différentes disciplines et centrer inlassablement nos actions vers le client : ces principes, nous les appliquons dans l'organisation interne de Buildwise. Les défis du secteur – et de nos membres entrepreneurs, en particulier – orientent nos activités de recherche et les services que nous proposons. Il est essentiel pour nous d'**intégrer la communication et la mise en pratique à chacun de nos nombreux projets**.

Pour atteindre cet objectif, nous avons fondamentalement revu notre organisation au profit d'une approche plus agile laissant davantage d'espace à l'initiative et à la collaboration pour, *in fine*, avoir **un impact plus important sur le secteur et les entreprises de construction**.

Quatre collaborateurs de Buildwise ont ainsi été nommés Valorisation Managers. Leur mission principale consiste à relayer et à valoriser les connaissances développées au sein

de Buildwise auprès des entreprises de construction, dont les attentes peuvent être très différentes selon leur type ou leur taille. La traduction cohérente des besoins du secteur et des objectifs de Buildwise en **un programme de travail efficace et concret pour les Comités techniques** relève de leur responsabilité.

La mission principale des Valorisation Managers consiste à relayer et à valoriser les connaissances développées au sein de Buildwise auprès des entreprises de construction.

Cette synergie entre le secteur et les équipes chargées des recherches doit garantir que **nos actions et initiatives reflètent la réalité du terrain**, mais aussi qu'**elles stimulent l'innovation et le progrès**.





# Caves en béton : vers une meilleure définition des classes d'étanchéité

La réalisation d'un sous-sol entraîne trop souvent encore des discussions concernant d'éventuelles infiltrations d'eau au travers des murs et des dalles en béton. La définition de la notion d'étanchéité s'avérant généralement ambiguë, le maître d'ouvrage doit spécifier dès le départ la classe d'étanchéité aux liquides souhaitée.

B. Vanhauwere, P. Van Itterbeeck, S. Vercauteren, Buildwise

Avant de réaliser une cave en béton, le maître d'ouvrage, le concepteur et le constructeur doivent savoir exactement quelles sont les performances attendues en matière d'étanchéité. Ils doivent également savoir comment les atteindre et quelles sont les ressources financières nécessaires. En effet, il ne faut pas considérer l'étanchéité aux liquides comme un énième label attribué un ouvrage : il s'agit d'un **paramètre essentiel dont il faut tenir compte dès le départ** pour calculer la structure en béton.

## Définir la classe d'étanchéité aux liquides

Le maître d'ouvrage doit choisir une classe d'étanchéité aux liquides, conformément à la norme NBN EN 1992-3 (Eurocode). Il ne suffit donc pas de demander 'une cave (parfaitement) étanche', cette formulation étant imprécise et ne permettant pas une vérification objective.

Il incombe aux concepteurs d'aider le maître d'ouvrage à choisir la classe la plus appropriée et de l'informer des conséquences de son choix. Une classe supérieure se traduit en général par des coûts plus élevés et des délais d'exécution plus longs (voir l'article [Buildwise 2023/02.02](#)). En revanche, une classe inférieure est susceptible de restreindre l'utilisation de la cave et/ou le choix des finitions.

L'actuelle révision de la [NIT 247](#) vise à faciliter ce choix. La classe d'étanchéité des caves y recevra ainsi une attention particulière. Une définition plus claire des différentes classes permettra d'**évaluer l'étanchéité de manière**

**plus objective** lors de la livraison (voir le tableau à la page suivante).

## Alternative à la classe d'étanchéité 2

Pour obtenir une étanchéité aux liquides de classe 2, l'Eurocode ne stipule pas que l'ouvrage en béton doit être conçu de manière à éviter toute formation de fissures traversantes. Nous pensons qu'un résultat similaire pourrait être obtenu en traitant le béton comme s'il appartenait à la classe 1 et **en réparant les fissures éventuelles par injection**. Afin de faciliter l'inspection et les injections, il est essentiel que le béton reste accessible tout au long de la phase d'utilisation de l'ouvrage.

Si, dès la phase de conception, on projette d'atteindre la classe d'étanchéité souhaitée grâce à ces injections, le maître d'ouvrage doit en tenir compte dans l'estimation de ses coûts et prévoir un poste budgétaire spécifique.

## Armature minimale

Il est à souligner que les treillis d'armature #150/150/8/8 ne conviennent pas pour des dalles et des murs de 30 cm d'épaisseur, même en cas de classe 0.

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Eurocodes structuraux' subsidiée par le SPF Économie.

Soyez prudent en employant des expressions telles que '**ouvrage en béton étanche à l'eau**'. En effet, 'étanche' ne renvoie qu'aux caractéristiques du béton. Puisque le béton se fissurera inévitablement, l'eau pourra toujours s'infiltrer par les fissures. Un 'ouvrage en béton étanche à l'eau' ne signifie donc pas qu'il est effectivement étanche à l'eau.

**A** Clarification des classes d'étanchéité aux liquides pour les sous-sols en béton.

	Classe d'étanchéité aux liquides			
	0	1	2	3
<b>Exigences en matière de fuite (1)</b>	Un certain débit de fuite est autorisé ou la fuite de liquide est sans conséquences.	Les fuites doivent être limitées à un faible débit. Quelques taches d'humidité en surface sont admises.	Débit de fuite minimal. Les taches d'humidité n'altèrent pas l'aspect.	Aucune fuite n'est autorisée.
<b>Explication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'eau peut s'infiltrer au travers de l'ouvrage en béton.</li> <li>• Si nécessaire, cette eau doit être collectée et évacuée, afin de ne pas compromettre l'utilisation normale du local.</li> <li>• Aucune finition sensible à l'humidité n'est autorisée directement sur le béton.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cas d'infiltration au travers d'une paroi, des gouttes peuvent se former sur le doigt lorsqu'une pression est exercée sur une tache d'humidité.</li> <li>• L'eau infiltrée peut être recueillie dans une gouttière d'évaporation.</li> <li>• En cas d'infiltration au travers d'une dalle de plancher, la formation de flaques d'eau est autorisée.</li> <li>• Aucune finition sensible à l'humidité n'est autorisée directement sur le béton.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cas d'infiltration au travers d'une paroi, aucune goutte ne peut se former sur le doigt lorsqu'une pression est exercée sur une tache d'humidité.</li> <li>• En cas d'infiltration au travers d'une dalle de sol, aucune flaque d'eau n'est autorisée.</li> <li>• Les taches d'humidité de taille limitée sont autorisées.</li> <li>• Aucune finition sensible à l'humidité n'est autorisée directement sur le béton.</li> </ul>	Aucune trace d'humidité due à des infiltrations n'est autorisée (3).
<b>Exemples d'application (2)</b>	Parking souterrain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atelier</li> <li>• Parking souterrain où il est impossible d'évacuer l'eau infiltrée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salle de fitness</li> <li>• Atelier</li> <li>• Espaces de vie (sous réserve d'un choix approprié des matériaux)</li> <li>• Lieu de stockage pour les matériaux sensibles à l'humidité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salle d'exposition</li> <li>• Tous les locaux dont les finitions sont sensibles à l'humidité</li> </ul>
<b>Illustration</b>				

(1) En plus de ces exigences en matière de débit de fuite, il convient de toujours respecter les exigences relatives à la largeur maximale des fissures de l'Eurocode 2.

(2) Les exemples d'application ne sont donnés qu'à titre illustratif. Le maître d'ouvrage et les concepteurs sont libres de prescrire une classe d'étanchéité plus ou moins stricte en fonction des circonstances.

(3) Les traces d'humidité dues à la condensation superficielle ne sont pas liées à la classe d'étanchéité.





# Réutiliser le sable extrait localement pour produire du béton circulaire ?

Environ 215.000 tonnes de sable naturel seront nécessaires pour produire le béton destiné à la réalisation d'un deuxième bassin à marée dans le port d'Anvers. Dans le cadre du projet PIONEERS, subsidié par le programme de recherche Horizon 2020, nous examinons la possibilité d'utiliser le sol sablonneux extrait durant l'excavation du bassin. Les partenaires du projet souhaiteraient ainsi réduire le transport de sable en provenance de la mer du Nord ou de nos pays voisins.

N. Hulsbosch, Buildwise

## Construction d'un nouveau bassin à marée

Pour faire face à l'activité croissante des conteneurs, le port d'Anvers-Bruges envisage la réalisation d'un nouveau bassin à marée et le développement de nouvelles infrastructures. Ce projet requiert notamment la construction de murs de quai sur plus de trois kilomètres, ce qui représente environ 360.000 mètres cubes de béton. Outre le ciment et les granulats, quelque 215.000 tonnes de sable sont nécessaires pour produire le béton. En principe, le sable est extrait de

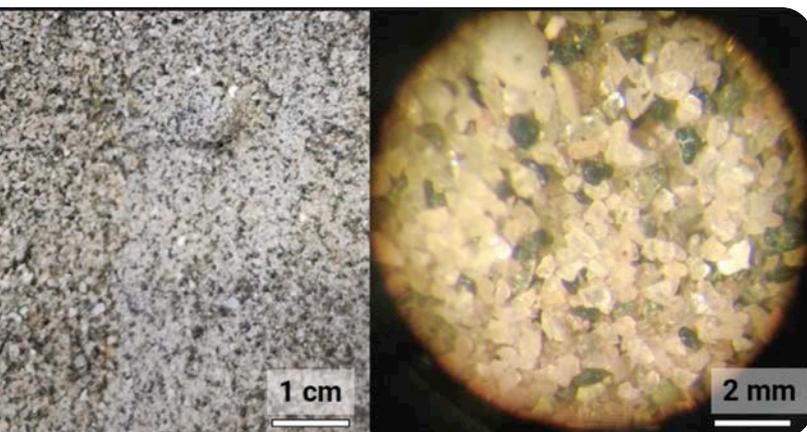
la mer du Nord ou importé depuis nos voisins (Allemagne ou Pays-Bas). Une autre approche est désormais envisagée. Elle consiste à utiliser des **ressources locales** telles que le sable que l'on retrouve dans le sol excavé à l'occasion de la réalisation du bassin à marée.

## Utilisation du sable extrait localement

L'excavation du nouveau bassin à marée libérera environ 30 millions de mètres cubes de sol très hétérogène et contenant du sable fin, du limon, de l'argile, de la tourbe et des coquillages. Initialement, une certaine quantité de ce sol est utilisée pour des applications telles que la réalisation de remblais, mais la majeure partie est destinée à d'autres usages (stockage ou remblayage d'anciennes carrières, par exemple).

Les sables marins issus de la zone portuaire sont très fins (0/0,5 mm - 0/1 mm) et caractérisés par la présence de **glaucinite**, un minéral sous forme de grains vert foncé (voir figure 1). Ceux-ci ont presque la même taille que les autres grains présents dans le sable (\*). La glaucinite est toutefois nettement plus molle que les grains de quartz, car elle est composée de minéraux argileux. Par conséquent, les grains de glaucinite peuvent être facilement déformés et broyés, ce qui influence considérablement leurs propriétés techniques. Utiliser du sable contenant de la glaucinite pour des applications importantes nécessitant du béton de qualité supérieure pose donc certains **défis technologiques**.

- 1 Présence de glaucinite (minéraux verts) dans les sables marins de la zone portuaire.



(\*) Le sable utilisé dans le béton a une granulométrie de 0,063 mm à 4 mm (NBN EN 12620). En combinant différentes tailles de grains, il est possible d'obtenir une distribution optimale des grains dans le béton et d'assurer ainsi une bonne compacité, une bonne ouvrabilité, une bonne résistance et une bonne durabilité. En Belgique, on utilise principalement des sables de quartz d'origine alluviale (rivière) ou marine.



## 2 Réalisation d'un essai de durabilité du béton en conditions réelles.

### Projet PIONEERS

Dans le cadre du projet PIONEERS, subsidié par le programme de recherche Horizon 2020, Buildwise, VITO et le port d'Anvers-Bruges se sont donné pour objectif de remplacer jusqu'à 40 % de la masse de sable initialement destinée à la production du béton par du sable extrait localement et contenant de la glauconite. Une étude détaillée a été effectuée pour évaluer la faisabilité technique de ce projet. Il a ainsi fallu :

- sélectionner les couches de sable géologiques les plus adéquates, sur la base de données historiques
- échantillonner, caractériser et éventuellement valoriser le sable contenant de la glauconite
- optimiser et tester mécaniquement et de façon approfondie diverses compositions de bétons et de mortiers en variant les types de ciments et le taux de remplacement du sable
- réaliser des essais de durabilité du béton, tant en laboratoire que sur chantier, afin d'établir un modèle de durée de vie. Depuis décembre 2023, des éléments en béton sont testés en conditions réelles dans le Deurganckdock, le premier bassin à marée du port d'Anvers, où ils sont donc exposés aux marées et à l'eau de mer (voir figure 2).

Le béton a fait l'objet d'essais approfondis suivant la norme NBN B 15-105, laquelle décrit une méthodologie visant à démontrer l'aptitude à l'emploi de matières premières inertes dans le béton. Nous avons étudié les propriétés du béton frais (ouvrabilité dans le temps, teneur en air, ...), ses propriétés mécaniques (résistance en compression, résistance à la traction par fendage, ...) et ses propriétés en matière de durabilité (résistance à la carbonatation, résistance à la pénétration des chlorures, ...). Nos essais ont démontré qu'il était possible de **produire un béton de haute qualité avec 30 à 40 % de sable contenant de la glauconite**, conformément aux exigences des normes NBN EN 206 et NBN B 15-001, et que ce béton pouvait être utilisé pour les travaux d'infrastructure dans les zones exposées aux marées et aux éclaboussures (c'est-à-dire les classes d'environnement ES4-EA1).

Enfin, nous procéderons, d'une part, à une analyse du cycle de vie pour quantifier **les gains environnementaux visés** par rapport au scénario initial et, d'autre part, à une analyse de marché, entre autres, pour vérifier si le total des coûts de production est comparable à celui du scénario initial.

### Projet de démonstration

Les essais en laboratoire montrent déjà que 30 à 40 % de la masse de sable peut être remplacée sans compromettre l'ouvrabilité, les propriétés mécaniques et la durabilité du béton (classe de résistance à la compression C35/45 et classe de consistance S4 répondant aux exigences des classes d'environnement ES4-EA1). Les premiers résultats des essais sur chantier seront disponibles en juin 2024. Il sera alors possible de déterminer si le sable extrait localement peut être envisagé comme une alternative au sable naturel pour la production de béton destiné à des applications maritimes. Le projet PIONEERS se penchera également sur l'aspect économique de ce modèle pour d'autres projets de construction et apportera des informations utiles dans le cadre de la certification et de l'assurabilité.

**Les premiers résultats de l'étude s'avèrent d'ores et déjà prometteurs.** Pour les entrepreneurs, le projet PIONEERS est important dans la mesure où il leur permettra de réduire l'impact environnemental du béton, de limiter les émissions de carbone liées à son transport, d'atteindre la rentabilité et de contribuer à l'innovation dans le secteur belge de la construction. 

Cette recherche relève du projet PIONEERS subsidié par Horizon 2020, le programme de recherche et d'innovation initié par l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention 101037564.

# Toitures à versants : comment isoler la tête d'un mur mitoyen ?

L'isolation extérieure de la toiture à versants d'une maison mitoyenne doit impérativement comprendre une isolation soignée de la partie supérieure du mur mitoyen, afin de limiter efficacement les déperditions thermiques et de réduire le plus possible les ponts thermiques. De manière générale, il est recommandé d'isoler l'entièreté de la tête de mur pour garantir une performance thermique optimale.

D. De Bock, Buildwise  
J. Vincent, Build & Law

## Pourquoi est-il si important d'isoler la tête d'un mur mitoyen ?

Lorsqu'il s'agit d'isoler par l'extérieur la toiture à versants d'une maison mitoyenne, la partie supérieure du mur mitoyen représente souvent un point sensible, dans la mesure où l'on peut y observer de potentiels ponts thermiques. Isoler cette tête de mur permet de créer une barrière thermique continue, ce qui entraînera :

- **une réduction considérable des déperditions thermiques**, et donc de la consommation d'énergie nécessaire pour chauffer la maison, ce qui se traduira par des économies substantielles sur la facture de chauffage
- **l'élimination des ponts thermiques potentiels**, ce qui réduira la condensation et les risques de développement de moisissures.

## Simulations thermiques convaincantes

Des simulations thermiques démontrent l'impact positif de l'isolation complète de la tête du mur mitoyen (voir tableau ci-contre). Si l'on applique ces simulations à une toiture formée par deux versants de 6 m de large (maison A), on constate que **les pertes de chaleur par l'ensemble de la toiture augmentent de 27 % si l'isolant s'arrête à la ligne mitoyenne** (c'est-à-dire à la moitié du mur mitoyen), comparativement à une toiture dont l'isolant couvre toute l'épaisseur du mur.

Les résultats obtenus démontrent également que le voisin (maison B) a tout intérêt à accepter l'isolation sur toute l'épaisseur du mur mitoyen s'il souhaite réaliser des économies d'énergie. En effet, si l'on effectue une analyse similaire pour la maison B (en partant de l'hypothèse que les versants de sa toiture sont isolés conformément à la valeur minimale de la PEB), on constate que les déperditions thermiques seront 14 % supérieures si l'isolant est interrompu à la ligne mitoyenne.

**A** Comparaison du coefficient de transmission thermique linéaire selon que le mur mitoyen est isolé jusqu'à la ligne mitoyenne ou sur toute son épaisseur.

Déperdition thermique par le mur mitoyen	Coefficient de transmission thermique linéaire psi [W/mK]	
	Jusqu'à la ligne mitoyenne	Sur toute l'épaisseur du mur mitoyen
Depuis la maison A	0,254	0,074
Depuis la maison B	0,265	0,056
Déperdition totale	0,519	0,130

## Aspects juridiques

Les travaux d'isolation par l'extérieur ne sont pas toujours compatibles avec la notion juridique de propriété. Ainsi, **le bon sens technique est confronté à la réalité juridique** que le professionnel ne peut ignorer. Le nouveau Code civil (voir extrait à la page suivante) spécifie que l'on ne peut construire au-delà de la ligne mitoyenne sans l'accord du voisin.

Dans le cas présent, cet accord prendra la forme d'un **droit de superficie** signé entre les parties et valable, par

## Extrait de l'article 3.62 du nouveau Code civil (entré en vigueur le 1<sup>er</sup> septembre 2021)

§ 1<sup>er</sup>. Si un ouvrage est réalisé en partie sur, au-dessus ou en dessous du fonds du voisin, ce dernier peut en exiger l'enlèvement, sauf si cet empiètement est fondé sur un titre légal ou contractuel. (...)

Si des ouvrages sont réalisés sur, au-dessus ou en dessous du fonds du voisin sur la base d'un titre légal ou contractuel et sont une composante inhérente d'un ouvrage appartenant au propriétaire empiétant, ils appartiennent à ce dernier par accession pour la durée de ce titre.

exemple, pour la durée de vie de la toiture (à déterminer dans l'accord). Lorsque le maître d'ouvrage décide d'isoler la tête de mur sur toute son épaisseur, il doit recevoir du couvreur toutes les informations utiles lui permettant d'apprécier les conséquences juridiques de son choix.

Les exécutants doivent avoir conscience qu'ils travaillent dans un cadre juridique nouveau, ce qui signifie :

- qu'il n'existe **pas encore de cas de jurisprudence**
- qu'une certaine place est laissée à l'**appréciation subjective**.

Dans ce contexte, on veillera notamment à ce que rien n'entrave le fait que le voisin puisse ultérieurement isoler sa toiture par l'extérieur (voir figure 1). Dès lors, il paraît préférable de mettre en œuvre une **rive à tasseau** (voir figure 2) plutôt qu'un raccord avec tuile de rive (voir figure 3), à moins qu'un accord sur l'aspect de la rive soit passé avec le voisin.

Au moindre doute, nous invitons les exécutants et concepteurs à consulter un conseiller juridique. Les membres d'Embuild peuvent aussi contacter leur service d'assistance juridique.

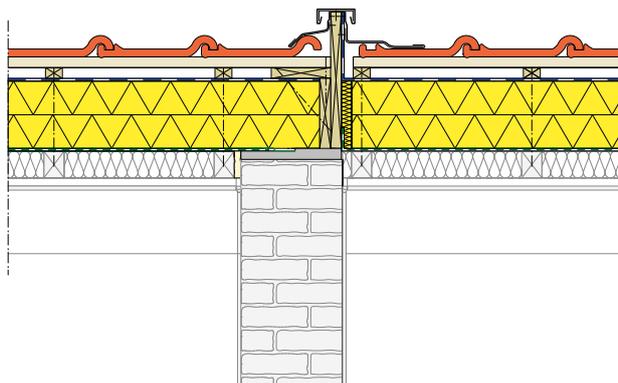
## Gestion des eaux pluviales

La séparation des gouttières ou des chéneaux entre les maisons mitoyennes se fait souvent au niveau de la ligne mitoyenne, il est préférable de **dévier l'écoulement de l'eau** qui se fait sur les tuiles habillant la rive et de l'amener vers la gouttière du propriétaire concerné. Dans la pratique, cela est possible en dépliant, par exemple, une bavette en plomb au bas du versant pour qu'elle serve de déflecteur.

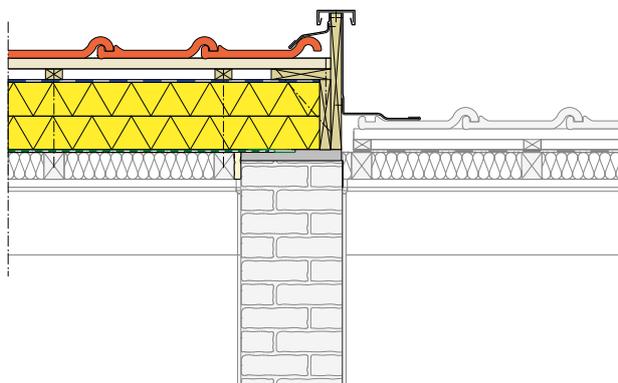
## Exigences complémentaires

Dans la figure 1, où le mur mitoyen serait recouvert d'un isolant rigide et combustible, on veillera :

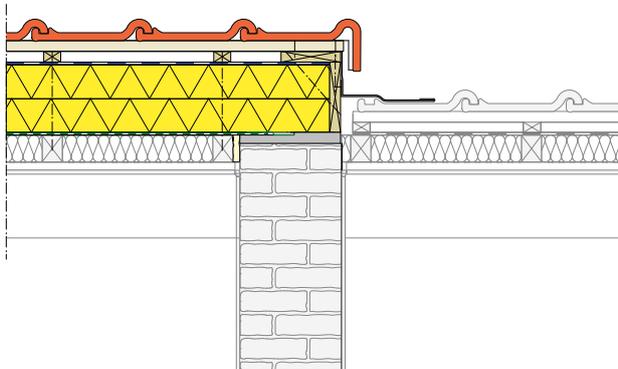
- à ce que le tasseau ait une épaisseur minimale de 38 mm sur toute l'épaisseur de l'isolant, afin de limiter la vitesse de propagation d'un incendie par la toiture
- à ce qu'il n'y ait aucun contact rigide entre les deux toitures (à l'exception du solin sur la tuile), pour ne pas atténuer l'isolation acoustique.



1 Isolation de la toiture de la maison voisine effectuée ultérieurement.



2 Rive à tasseau.



3 Raccord avec tuile de rive.

# Veillez à positionner correctement la gouttière d'une toiture à versants

Les règles empiriques développées pour le positionnement de la gouttière d'une toiture à versants précisent que la couverture doit surplomber la gouttière sur un tiers de la largeur de cette dernière (répartition 1/3-2/3). Dans le cadre du projet Rainroof II, nous avons testé différentes compositions de toitures, notamment les toitures 'sarking', lesquelles ont un impact sur le positionnement de la gouttière.

B. Michaux, Buildwise

Si une toiture est isolée par l'extérieur en appliquant la méthode 'sarking', le niveau de la couverture peut être jusqu'à 25 cm plus élevé par rapport à celui d'une toiture 'traditionnelle' isolée par l'intérieur. Ceci influe sur la manière dont les eaux pluviales s'écoulent vers la gouttière.

## Le déplacement de la gouttière : une solution à privilégier

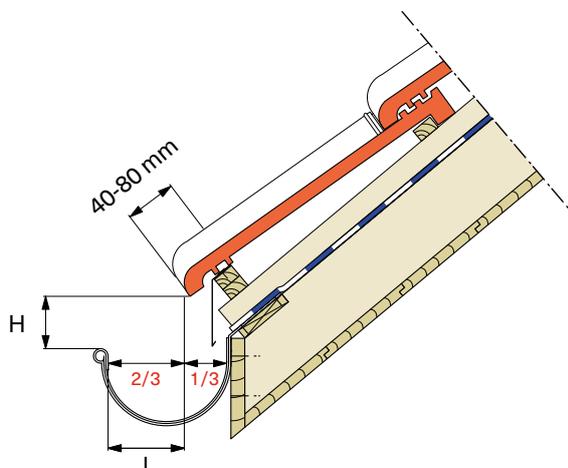
Le déplacement de la gouttière, comme illustré à la figure 1, est la solution à privilégier pour gérer efficacement l'évacuation des eaux pluviales et respecter ainsi les règles

empiriques précitées (répartition 1/3-2/3), de sorte qu'idéalement :

- les tuiles en pied de versant couvrent la gouttière sur environ 1/3 de sa largeur
- ces tuiles dépassent de 40 à 80 mm la première latte à la base du versant
- la hauteur H, définie comme la différence de niveau entre le bas de la tuile de pied de versant et le bord 'extérieur' de la gouttière, soit inférieure à 100 mm.

Nous avons déjà attiré l'attention sur cette solution dans l'article [Buildwise 2020/06.02](#).

En outre, il est recommandé de **renforcer le pied de versant au moyen de chevrons supplémentaires**, les-

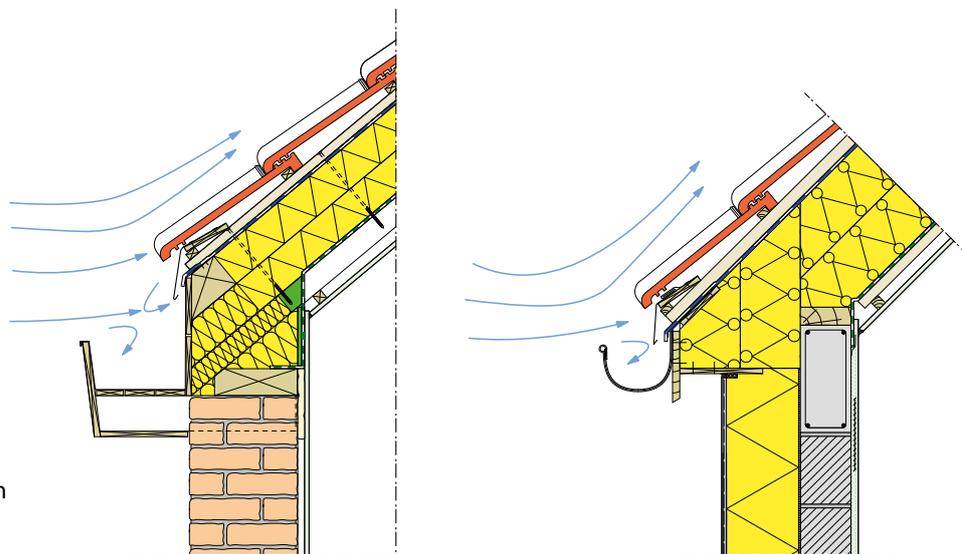


1 Règles empiriques de positionnement de la gouttière.



2 Chevronnage de pied de versant.

**3** Représentation des turbulences en fonction de la position de la gouttière.



quels pourront supporter les charges éventuelles (voir figure 2). Ce chevronnage reprend les fixations des lattes de pieds de versant ainsi que la planche de rive/ finition et la gouttière. Cette structure ancrée dans la charpente de la toiture permet de poser les crochets de gouttière sous la sous-toiture, ce qui facilite l'écoulement des eaux récoltées par la sous-toiture vers la gouttière.

Par ailleurs, en l'absence de vent, les projections d'eau sont susceptibles de dépasser les gouttières. On adaptera donc les règles de dimensionnement de la gouttière. Le projet Rainroof II a également permis de préciser ces règles (voir tableau A). Le dimensionnement complet des gouttières est repris dans l'article [Buildwise 2016/02.13](#). Les règles de dimensionnement ne peuvent néanmoins pas être adaptées si la toiture présente des **concentrations d'écoulements**, telles que des noues. Dans ce cas, la solution consiste à remonter la gouttière.

**Si la hauteur de gouttière ne peut être modifiée**

Lorsqu'il s'avère impossible de déplacer la gouttière existante, notamment pour des raisons urbanistiques, l'évacuation des eaux pluviales ne sera pas optimale.

La pose d'une **bande préformée** empêchant les remontées d'eau sous la couverture est indispensable lorsque le pied de versant est exposé ou lorsque la hauteur H est supérieure à 100 mm. Nos essais ont en effet démontré qu'en l'absence de cette bande, les remontées et projections d'eau pouvaient atteindre plus d'un mètre.

Dans le cadre du projet Rainroof II, nous avons positionné la gouttière à des hauteurs diverses et les avons soumises à **l'action du vent et de la pluie**. Les phénomènes de turbulence de l'air apparaissent à mesure que l'écart entre la gouttière et les tuiles augmente (voir figure 3). Ces turbulences dispersent les écoulements des eaux pluviales.

Si la hauteur H est supérieure à 250 mm, la pose d'un déflecteur au-dessus des tuiles devient indispensable pour orienter les eaux vers la gouttière. Ce dispositif requiert néanmoins un entretien plus contraignant. 

**A** Dimensionnement de la gouttière en fonction du type de couverture et de l'écart entre la gouttière et les tuiles (voir figure 1 à la page précédente).

Hauteur H (*)	Largeur minimale l de la gouttière	
	Tuiles galbées ou pente > 40°	Tuiles plates, ardoises
≤ 100 mm	La position de la gouttière respecte la répartition 1/3-2/3	
120 mm	> 130 mm	> 120 mm
160 mm	> 160 mm	> 150 mm
200 mm	> 185 mm	> 165 mm
240 mm	> 200 mm	> 185 mm

(\*) La hauteur H ne peut dépasser 250 mm sans dispositifs complémentaires (pose d'un déflecteur).



# Toitures plates : ne remplacez pas la couche d'isolation par un mortier isolant

Des entrepreneurs contactent régulièrement Buildwise pour savoir s'il est possible de remplacer les panneaux d'isolation thermique d'une toiture plate chaude par un mortier isolant. Le Comité technique 'Étanchéité' déconseille cette solution en raison de l'épaisseur importante de la couche de mortier et de son taux d'humidité élevé.

E. Mahieu, Buildwise

## Qu'est-ce qu'un mortier isolant ?

Les mortiers isolants sont composés soit de **béton mousse** à base de ciment soit d'un **mélange** de ciment, de granulats isolants (granulats d'EPS, mais parfois de la vermiculite ou de la perlite), de sable, d'eau et d'adjuvants permettant notamment d'améliorer l'ouvrabilité et la pompabilité du mortier. En général, ils sont utilisés comme sous-couches dans les complexes planchers (pour lesquels ils peuvent en outre disposer d'une attestation d'aptitude à l'emploi) ou comme formes de pente dans les toitures plates (sous le pare-vapeur). Le § 5.2.3 de la [NIT 280](#) stipule que **ces formes de pente, malgré qu'elles soient un peu isolantes, ne peuvent pas remplacer la couche d'isolation d'une toiture plate.**

## Pourquoi déconseille-t-on de remplacer la couche d'isolation d'une toiture plate par un mortier isolant ?

Les couches liées au ciment peuvent contenir **une quantité considérable d'humidité de construction** lors de leur mise en œuvre (ne serait-ce que pour leur pompage) (voir la [NIT 280](#) et l'[article Buildwise 2014/02.05](#)). Si l'on compte uniquement sur le mortier isolant pour assurer l'isolation thermique de la toiture, il est nécessaire de prévoir une couche de mortier très importante (voir figure 1 à la page suivante). Or, plus cette couche est épaisse, plus elle contiendra de l'humidité. Par ailleurs, les mortiers isolants sont bien souvent assez poreux et susceptibles d'absorber beaucoup d'humidité en cas d'averse survenant durant ou juste après la pose.

L'humidité de construction doit s'évacuer, ce qui peut être à l'origine :

- de problèmes d'humidité
- de problèmes d'adhérence des couches supérieures
- d'incertitudes concernant les performances thermiques de la couche d'isolation.

Les mortiers isolants ne peuvent donc **pas être utilisés comme couche d'isolation à part entière sur une toiture plate**. Nous recommandons l'utilisation de panneaux

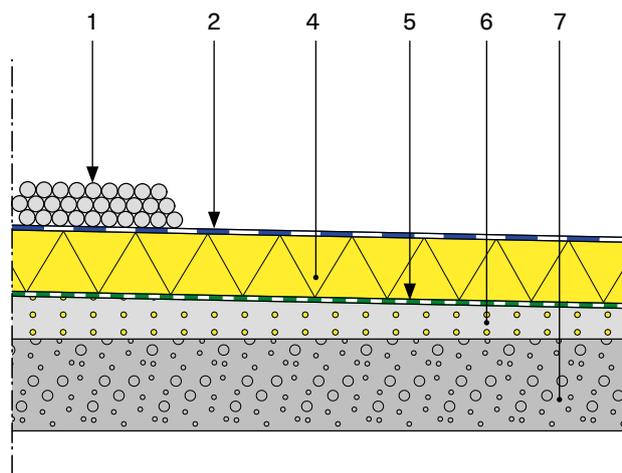
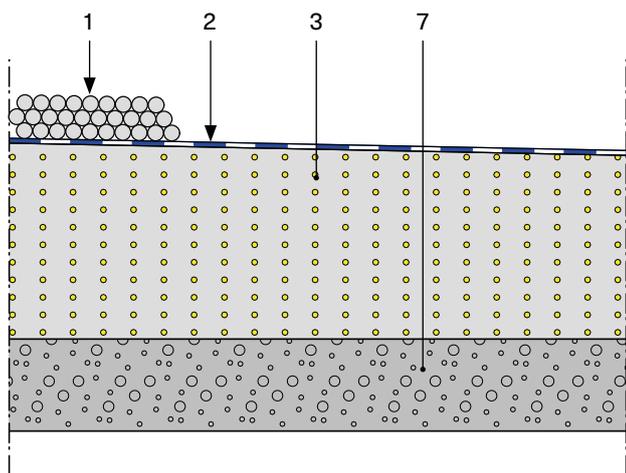
isolants qui, comme mentionné dans la [NIT 280](#), disposent d'une **attestation d'aptitude à l'emploi** (tel qu'un ATG) pour l'application sur une toiture plate. En effet, ces panneaux présentent des propriétés contrôlées et sont garantis pour l'application envisagée.

## Problèmes d'humidité

Lorsque l'on remplace l'isolation thermique d'une toiture plate par un mortier isolant, ce dernier doit être mis en œuvre directement (sans couche de séparation ni pare-vapeur) sur le support de toiture (généralement en béton), et ce pour éviter l'inclusion d'humidité et permettre un séchage vers l'intérieur. Toutefois, d'après le tableau 14 de la [NIT 280](#), un support en béton neuf doit être muni d'un pare-vapeur de classe E3 au minimum pour limiter la condensation interne due à la présence d'humidité de construction dans le béton. Cela signifie que les fabricants de mortiers isolants, d'une part, comptent sur l'étanchéité à la vapeur de la structure en béton pour éviter les problèmes de condensation, mais, d'autre part, qu'ils considèrent également que le séchage de l'humidité de construction présente dans la couche de mortier se fera par le béton.

En principe, l'humidité de construction emprisonnée ne peut sécher que très progressivement vers le bas et via les relevés de toiture et les détails. En effet, la toiture dispose d'un revêtement étanche à la vapeur. Les relevés de toiture (maçonnerie isolante, par exemple) étant habituellement constitués de matériaux plus perméables à la vapeur que le support de toiture, l'humidité de construction s'évacuera davantage en empruntant cette voie. Par conséquent, des couches à base de ciment d'une telle épaisseur mettront beaucoup de temps pour sécher, ce qui peut engendrer des problèmes d'humidité dus à la condensation inversée et/ou des problèmes de condensation dans les relevés de toiture.

Le problème de la **condensation inversée** dans les toitures plates est abordé dans l'[article Buildwise 2017/02.05](#). Si le risque de condensation inversée est pratiquement inexistant dans les formes de pente en ciment, lesquelles sont placées sous le pare-vapeur et une couche d'isolation, il en va autre-



- |                                   |                                    |                       |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1. Couche de lestage (éventuelle) | 4. Isolation de toiture en PIR     | 7. Support de toiture |
| 2. Étanchéité de toiture          | 5. Pare-vapeur                     |                       |
| 3. Mortier isolant                | 6. Forme de pente à base de ciment |                       |

**1** Comparaison entre deux toitures ayant la même valeur U, mais constituées, pour l'une, d'un mortier isolant (à gauche) et, pour l'autre, d'un isolant PU (à droite).

ment lorsque ces couches rétentrices d'humidité ne sont plus recouvertes de couches d'isolation supplémentaires : le gradient de température au-dessus des couches rétentrices d'humidité devient alors beaucoup plus important.

Le séchage par les relevés de toiture peut entraîner l'apparition de condensation lorsque ceux-ci sont constitués d'une maçonnerie isolante (voir [Pathologie n° 118](#)).

## Problèmes d'adhérence

Des problèmes d'adhérence de l'étanchéité au mortier d'isolation peuvent également survenir. La **cohésion en surface** de la couche de mortier supérieure doit être suffisante et le système ne peut pas avoir été endommagé par les cycles de gel-dégel. Un taux d'humidité trop élevé est notamment susceptible d'affecter la cohésion en surface. Une pose en adhérence de l'étanchéité n'est donc pas toujours possible (voir l'article [Buildwise 2014/02.05](#)). De même, une fixation mécanique semble peu indiquée, car l'étanchéité doit être fixée jusqu'au support de toiture, ce qui, au vu de l'épaisseur des mortiers isolants, nécessite des fixations très longues.

## Valeur d'isolation effective incertaine

En raison de la présence d'humidité de construction et du temps de séchage considérable, la valeur d'isolation effective du mortier isolant est incertaine. En effet, celle-ci dépend fortement du **taux d'humidité** du mortier, lui-même influencé par de nombreux facteurs et donc difficile à estimer. La conductivité thermique (valeur  $\lambda$ ) d'un mortier isolant en milieu humide peut être 25 à 50 % plus élevée.

Si l'on devait alors estimer cette valeur d'isolation sur une toiture plate, nous pensons, pour des raisons de sécurité,

qu'il faudrait recourir à la valeur  $\lambda$  dans des conditions humides (valeur  $\lambda_h$ ), valeur que les fabricants ne déterminent généralement pas.

## Épaisseur et poids

Les mortiers isolants ont **une valeur d'isolation plus faible et une masse volumique plus élevée** que les panneaux d'isolation couramment utilisés en toitures plates. Par conséquent, pour obtenir la même valeur d'isolation, il convient d'augmenter l'épaisseur et le poids de la couche de mortier, ce qui a des conséquences sur le dimensionnement du plancher du toit, mais qui affecte aussi l'impact environnemental des matériaux concernés : la couche de mortier isolant elle-même et le support de toiture potentiellement plus lourd.

## Systèmes d'isolation constitués d'un mortier isolant et de panneaux d'isolation intégrés

Cette variante de la toiture chaude, dans laquelle les panneaux d'isolation sont intégrés dans la couche de mortier isolant (de sorte que le mortier se trouve sous, entre et sur les panneaux), est abordée dans la [NIT 280](#), dans la partie consacrée aux compositions de toiture requérant une attention particulière en raison de l'humidité de construction emprisonnée dans le système.

Pour limiter la pénétration de l'humidité et assurer les performances du système, il faut respecter des **conditions d'exécution strictes** et adapter la composition du mortier.

Lorsque l'on opte pour ce type de système, il est recommandé de consulter la documentation technique ainsi que l'attestation d'aptitude à l'emploi. 



# Qualité de l'eau de pluie récupérée sur les toitures plates : des possibilités supplémentaires ?

L'utilisation des eaux pluviales récupérées sur les toitures plates pour des applications courantes telles que l'alimentation des toilettes et l'arrosage des plantes se fait avec succès depuis des années. Dans le contexte actuel de pénurie d'eau, cette pratique gagne encore en pertinence et mérite d'être encouragée. Une étude réalisée par Pieter-Jan De Buyck (VITO, ex-UGent) va plus loin en explorant la possibilité d'utiliser les eaux pluviales pour d'autres applications, avec des conclusions encourageantes moyennant certaines conditions.

E. Noirfalisse, Buildwise, sur la base des travaux de Pieter-Jan De Buyck, VITO (\*)

Le chapitre 2 de la [NIT 280](#) traite de la récupération des eaux pluviales sur les toitures plates, des éléments susceptibles de s'y trouver et des conséquences de leur présence (coloration, odeur, dépôts, ...).

L'étude de Pieter-Jan De Buyck apporte des compléments scientifiques à cette NIT en se focalisant sur l'identification et la quantification des micropolluants présents dans l'eau de pluie à la suite de son contact avec les matériaux d'étanchéité de toiture. Son étude a pour objectif de **déterminer leur provenance** et de **proposer des traitements pour leur élimination** en vue d'une utilisation plus large nécessitant une eau de qualité supérieure (vision à plus long terme).

Le Comité technique 'Étanchéité' de Buildwise s'est intéressé à cette étude et a apporté son aide pour le choix des matériaux d'étanchéité à étudier. Dès lors, les essais ont pu être effectués sur **un éventail représentatif du marché belge** incluant des membranes bitumineuses et synthétiques de divers types et de finitions variées ainsi que des étanchéités posées à l'état liquide.

## Description de l'étude

L'étude visait à analyser la **lixiviation de matériaux d'étanchéité**, c'est-à-dire à identifier les substances pouvant être libérées par les matériaux au contact de l'eau. Divers matériaux pertinents sur les marchés belge et européen ont

été soumis, dans un premier temps, à des tests en laboratoire et, dans un second temps, à des expériences pilotes en conditions réelles pour inclure les facteurs extérieurs (dépôts atmosphériques, conditions météorologiques).

Les seize matériaux étudiés comprennent :

- diverses **membranes bitumineuses** plastomères (APP) ou élastomères (SBS), toutes couvertes d'une finition (sable, paillettes d'ardoises ou granulats), certaines résistantes aux racines
- des **membranes synthétiques** (EPDM, EPDM sous-facé de bitume élastomère, PVC, TPO et EVA)
- des **étanchéités posées à l'état liquide** (PU).

Les tests effectués en laboratoire donnent déjà une idée des substances susceptibles d'être libérées par les échantillons.



(\*) Roof runoff quality in view of its utilization and discharge: the effect of material leaching and treatment possibilities. P.-J. De Buyck, PhD dissertation, Ghent University, 2022.

Les expériences pilotes en conditions réelles extérieures ont été menées sur des maquettes d'une superficie d'un mètre carré. Cela a notamment permis de constater une lixiviation plus importante durant les périodes sèches et ensoleillées caractérisées par une forte exposition solaire.

Les **polluants** considérés comprennent une sélection de métaux lourds, de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), de phtalates et de biocides. Le pH, la conductivité et la demande chimique en oxygène (teneur en matière organique) ont également été examinés.

Plusieurs techniques de traitement de l'eau ont ensuite été sélectionnées et leur efficacité évaluée à l'échelle du laboratoire.

## Résultats de l'étude

Les résultats de l'étude révèlent des différences entre les matériaux ainsi que des fluctuations de la qualité de l'eau en fonction des conditions météorologiques.

Les membranes bitumineuses ont libéré la plus grande quantité d'aluminium, en particulier celles contenant des particules de finition colorées. Les membranes synthétiques et les étanchéités posées à l'état liquide ont montré des concentrations en métaux très faibles, voire sous le seuil de détection, tandis que les membranes en EPDM ont révélé la présence de zinc. La plupart des membranes bitumineuses ont présenté des traces de contaminants organiques (HAP). L'analyse des membranes en PVC et en EVA a révélé la présence de certains phtalates, suggérant la lixiviation de plastifiants. Ces membranes se sont distinguées par un effet acidifiant, contrairement à la plupart des autres matériaux dont l'effet se révélait alcalinisant. Les matériaux bitumineux se sont démarqués par leur haute conductivité, influencée de manière significative par le type de finition de surface. Enfin, une coloration a été observée pour des membranes en EPDM et, dans une moindre mesure, pour les membranes bitumineuses recouvertes de granulats colorés.



**La qualité de l'eau récupérée sur les toitures plates fluctue au fil du temps.** Elle est moins bonne durant la période initiale (lorsque la toiture vient d'être installée) et est en outre susceptible de se détériorer lors de périodes sèches et ensoleillées, en raison d'une lixiviation accrue et d'une accumulation de dépôts atmosphériques.

Des **technologies de traitement de l'eau relativement simples**, telles que la filtration à l'aide de sable ou de charbon actif granulaire et la nanofiltration ont démontré en laboratoire leur capacité à réduire efficacement les contaminants des eaux évacuées. Ainsi, il ressort des mesures réalisées que la combinaison du filtre à sable et du filtre à charbon actif permet déjà de réduire de plus de 70 % la teneur en matières organiques, de plus de 80 % celle en métaux et de plus de 95 % celle en HAP.

Néanmoins, **la rentabilité économique** de ces méthodes de traitement dépend de la taille de la toiture. Ceci les rend plus pertinentes pour les toitures de plus de 500 m<sup>2</sup>.

## Conclusions et recommandations pratiques

Cette étude démontre qu'**il est possible d'étendre l'usage des eaux pluviales récupérées sur les toitures plates à des applications plus variées** que celles actuellement en pratique.

La qualité des eaux est toutefois affectée par la lixiviation des matériaux d'étanchéité et la nature des polluants, laquelle diffère selon les matériaux et les conditions météorologiques. Elle varie également au fil du temps. C'est notamment le cas durant la période qui suit la mise en œuvre de la toiture, les eaux récupérées sur la toiture étant potentiellement plus chargées en contaminants. Ainsi, si l'on envisage d'utiliser des eaux pluviales pour des applications plus exigeantes, il sera recommandé de les évacuer vers les égouts durant cette période initiale ou de les déverser dans un cours d'eau plutôt que de les réutiliser.

Des traitements adéquats (filtration à l'aide de sable ou de charbon actif, nanofiltration) ont montré en laboratoire que l'on pouvait **obtenir une eau convenant à des applications de haute qualité**. Vu les nombreuses évolutions des matériaux, il se peut en outre que les fabricants veillent à faire diminuer la quantité de ces polluants en modifiant leurs produits (formulation) ou leurs procédures de fabrication (rinçage en usine avant distribution, par exemple).

En attendant, l'utilisation des eaux pluviales pour l'alimentation des toilettes et l'arrosage des plantes, entre autres, reste très utile et encouragée, tant pour les grands bâtiments que pour les habitations unifamiliales. Les filtres à tamis et à charbon actif peuvent être utilisés pour obtenir une eau convenant à cet usage (pour lequel il n'existe pas de réglementation). Rappelons qu'il est indispensable d'entretenir ces filtres régulièrement, afin de limiter des inconvénients tels qu'une odeur désagréable, une coloration de l'eau, ainsi que les risques d'obstruction de l'installation. 



# La fixation mécanique comme solution pour les panneaux de bardage en fibres-ciment

Les multiples cas de décollement des panneaux en fibres-ciment posés par collage et le danger que constitue ce phénomène nous conduisent à privilégier une fixation mécanique. La pose par collage doit, selon nous, se limiter exclusivement au rez-de-chaussée ou au premier étage.

É. Nguyen, Buildwise

## Origines de la pathologie

La plupart des cas de décollement rencontrés par les ingénieurs de Buildwise sont dus à une **rupture adhésive** à l'interface entre la colle et le primaire appliqué sur la structure en bois ou à l'interface entre la colle et le primaire appliqué sur le panneau.

Cependant, quelques rares cas de **ruptures cohésives** ont également été observés. La rupture se produisait effectivement au sein du panneau, sous la couche de primaire. Des observations microscopiques ont permis de trouver la

cause de ce manque de cohésion, à savoir la présence de fissures au sein du panneau.

## Paramètres à prendre compte

Des recommandations relatives aux conditions de conception de bardages dans des matériaux autres que le bois avaient déjà été formulées dans l'[article Buildwise 2014/04.08](#). Dans le cas des panneaux en fibres-ciment collés sur un support en bois, notre expérience démontre que des paramètres spécifiques participent à la durabilité de ce système de pose. Les paramètres susceptibles d'influencer le niveau de sollicitation ou les performances d'adhérence sont :

- la **hauteur du bâtiment** à revêtir, qui détermine le niveau de sollicitation ainsi que les conséquences d'un éventuel décollement
- les **variations dimensionnelles** des panneaux de bardage
- les **conditions de mise en œuvre** sur chantier par rapport à celles exigées par les fabricants.

## Hauteur du bâtiment

En raison du danger que représente la chute de panneaux, la pose par collage de ces derniers sur une ossature en bois doit, selon nous, se limiter au rez-de-chaussée ou au premier étage. La **pose au moyen de fixations mécaniques** est à privilégier pour des hauteurs de façade plus importantes. Il convient dans ce cas précis d'évaluer le dimensionnement de ces fixations en tenant compte des sollicitations du vent.

Le dimensionnement au vent est du ressort du concepteur (éventuellement par le biais d'un bureau d'études). Afin de s'assurer de la résistance des façades à l'action du vent,



cette dernière est calculée selon la norme NBN EN 1991-1-4 et son annexe nationale qui définissent notamment les zones de vent en Belgique et les catégories de rugosité de terrain. Des modules de calculs sont également disponibles sur le site Internet de Buildwise :

- l'**outil Clnt (Category Interactive)** : aide à déterminer la catégorie de rugosité de terrain
- l'**outil WInt (Wind Interactive)** : permet de calculer l'action du vent.

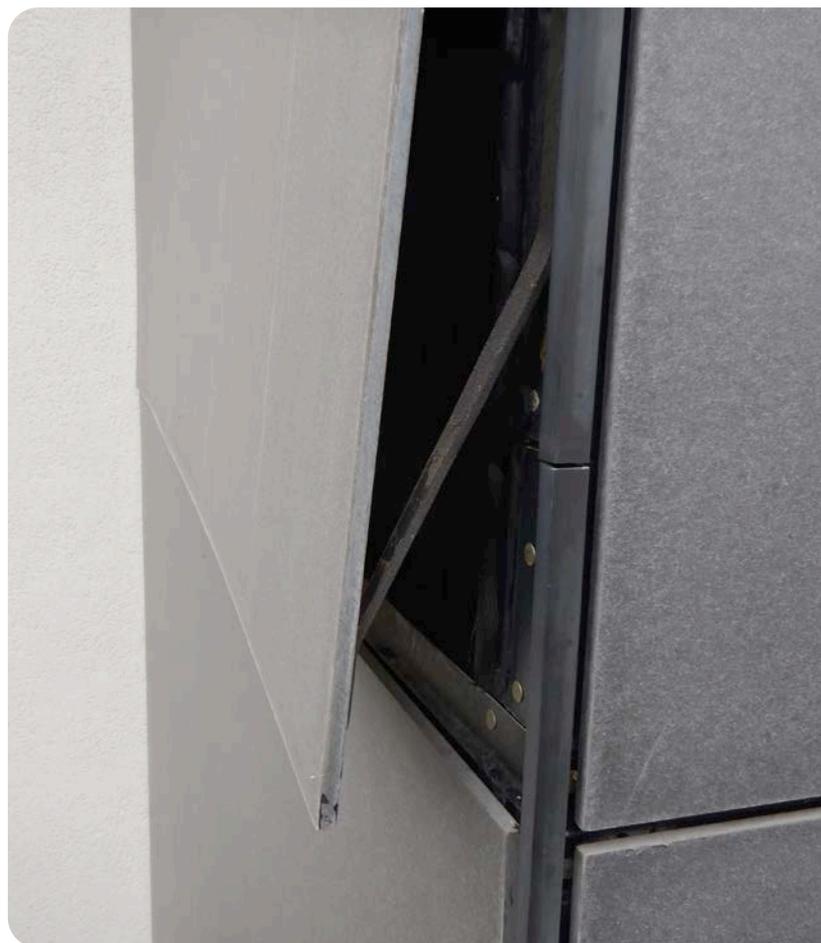
## Variations dimensionnelles

L'exposition des bardages aux **actions climatiques** a pour conséquence que les panneaux subissent des variations dimensionnelles d'origine hygrothermique. De telles déformations provoquent des tensions de cisaillement au droit des cordons de colle qui favorisent le décolllement du panneau.

## Conditions de mise en œuvre

Les recommandations des fournisseurs de systèmes de bardages collés sur une ossature en bois stipulent entre autres que :

- le **taux d'humidité du bois** utilisé pour l'ossature doit s'élever à  $17\% \pm 2\%$ . Ce taux ne peut être atteint que si le bois est conservé dans une ambiance caractérisée par une température de l'air comprise entre 0 et 20 °C et une humidité relative comprise entre 75 et 85 %. Or, il s'agit de conditions climatiques qui ne peuvent pas toujours être réunies dans une ambiance extérieure et qui font que la stabilité dimensionnelle du bois, qui constitue une autre exigence, ne peut pas être garantie
- outre les opérations de préparation des plaques de bardage et du lattage (ponçage, dépoussiérage, par exemple), il convient d'appliquer des **couches de primaire** avant de procéder au collage des panneaux. Un primaire spécifique sera mis en œuvre sur le bois de structure, tandis qu'un autre le sera au dos du panneau de bardage sous forme de bandes de 10 à 15 cm de largeur correspondant à la zone de collage. Il faut être attentif aux recommandations de mise en œuvre de ces produits avant l'encollage du panneau ainsi qu'à la compatibilité du primaire pour le bois avec le traitement de préservation
- le collage proprement dit requiert le respect de **conditions strictes** valant aussi bien pour les bandes adhésives double face que pour les cordons de colle, notamment en matière de délais, de conditions climatiques et de pression exercée. Il n'est pas toujours possible de satisfaire à ces conditions sur chantier
- en outre, il est capital que la sous-structure soit **fixée de manière stable** (il ne peut y avoir de mouvement dû à un jeu ou à une déformation des fixations mécaniques) et que sa **planéité** soit respectée scrupuleusement. En effet, en cas de défaut de planéité, la pression exercée lors de la pose des plaques provoquera un cintrage de ces dernières qui sollicitera davantage le collage.



## La fixation mécanique comme solution

Comme pour tous les panneaux de façade, la pose de ce type de revêtement sur une ossature en bois se fera de préférence au moyen de fixations mécaniques (vis ou systèmes invisibles). Cette solution est par ailleurs de plus en plus adoptée puisqu'elle est recommandée et reprise dans les prescriptions de pose les plus récentes de nombreux fabricants.

Si une pose collée est malgré tout souhaitée, il est recommandé de **limiter la hauteur** à laquelle les panneaux sont fixés ou d'opter pour un système 'fermé ou complet' (colle + primaire + panneau) collé en atelier sur une sous-structure en aluminium et évalué sur son aptitude à l'emploi (Agrément technique, par exemple). Il existe aussi des systèmes collés munis de dispositifs de retenue. Comme pour la technique du collage en atelier, il convient d'utiliser des systèmes ayant démontré leurs performances. Afin de délivrer un agrément, on vérifie notamment les performances sous sollicitations à hautes températures et humidité et sous sollicitations par fatigue en cisaillement. La compatibilité de la colle avec le ruban adhésif double face est également évaluée dans le cadre de cet agrément.





# Bruits de claquement dans les menuiseries en aluminium

Les menuiseries en aluminium – et dans une moindre mesure en PVC – peuvent générer des bruits de claquements lorsqu'elles sont soumises à de fortes variations de température. Ces bruits proviennent d'une dilatation ou d'une rétraction thermique entravée. Nos analyses en laboratoire ont montré que les fixations et les calages du châssis étaient déterminants dans l'apparition de ce phénomène.

C. Galloy, S. Lesoinne, Buildwise

Lorsqu'ils sont soumis à de fortes variations de température, les châssis en aluminium subissent une dilatation ou une rétraction de leurs profilés. Si ces mouvements sont entravés, les châssis emmagasinent de l'énergie, laquelle est susceptible de se relâcher soudainement en produisant **un bruit intense et de courte durée**. Lorsque la charge acoustique, autrement dit l'intensité et la fréquence de ces bruits de claquement, est élevée, la gêne pour les occupants du bâtiment peut s'avérer importante.

Afin de dégager des pistes de solutions, nous avons étudié ce phénomène en laboratoire en développant un poste d'essai qui permet de simuler les cycles d'échauffement et de refroidissement.

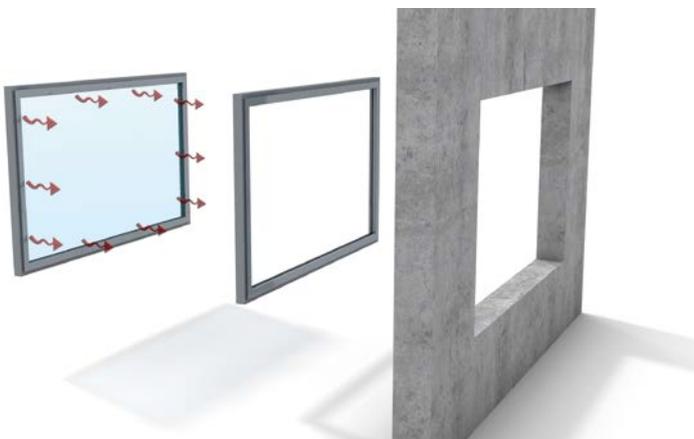
## Poste d'essai

Notre poste d'essai est composé d'une série de radiants disposés comme à la figure 1. Afin de valider les bruits de claquement des profilés, nous avons placé des accéléromètres sur la face non chauffée des châssis. Nous nous sommes ensuite servis d'une caméra acoustique pour localiser la source du bruit et d'un sonomètre pour en mesurer l'intensité et quantifier ainsi la charge acoustique.

## Résultats des campagnes d'essais

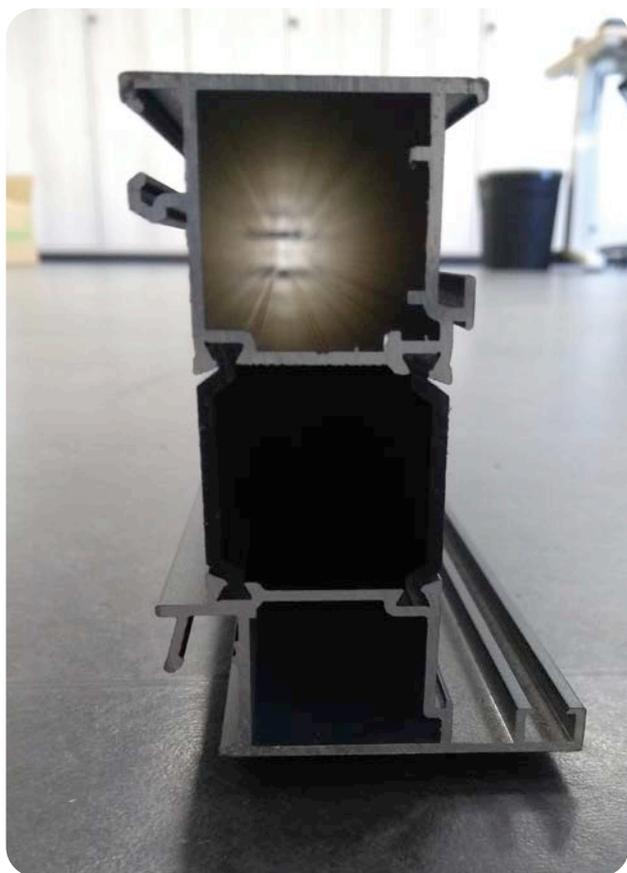
Les essais effectués confirment que **la fixation et le calage du châssis**, à savoir le calage du vitrage et le calage de liaison avec la baie, sont des éléments déterminants et que certaines mises en œuvre entraînent une charge acoustique élevée.

Nous avons également pu déterminer que **les profilés en aluminium à rupture thermique testés (voir figure 2 à la page suivante) n'étaient pas eux-mêmes à mettre en cause**. En effet, un profilé à barrette thermique non entravé n'engendre aucun bruit de claquement alors qu'il est soumis à une différence de température de plus de 50 °C entre la face exposée au soleil et la face non exposée. Il se peut aussi qu'un cadre de châssis non calé et formé de ces mêmes profilés ne produise aucun bruit. Ce résultat est remarquable, car il permet de ne pas devoir chercher de nouvelles solutions techniques de fabrication du châssis lui-même (\*).



**1** Châssis en aluminium soumis à des variations de température.

(\*) Du moins, pour les châssis que nous avons étudiés, constitués d'un cadre fixe simple formé de quatre profilés.



2 Section d'un profilé en aluminium à coupe thermique.

Enfin, lors de nos tests, il est arrivé fréquemment que la charge acoustique s'intensifie ou diminue lors de la répétition du cycle d'échauffement et de refroidissement dans des conditions identiques. Au vu de l'ensemble des essais, il est très probable que le châssis se 'mette en place', avec renforcement ou libération de contraintes mécaniques de calage ou de fixation.

## Conseils de pose

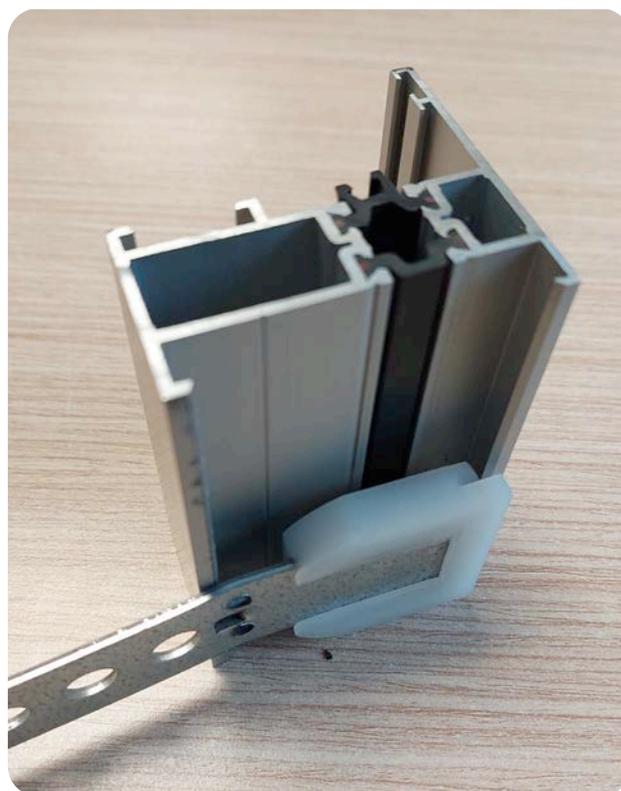
Nous pouvons dégager quelques conseils de pose :

- **la fixation du châssis doit entraver uniquement le mouvement perpendiculaire au plan du châssis** (reprise des charges de vent). Cette fixation peut être réalisée :
  - en utilisant des pattes en Z coulissantes dans le profilé aluminium (voir figure 3). Bien qu'il s'agisse d'une solution prometteuse, de telles pattes ne sont pas disponibles sur le marché à l'heure actuelle. Elles devraient cependant être développées et soumises à des tests lors d'une prochaine campagne
  - en optant pour des fixations directes, au moyen de vis à béton ou de vis avec chevilles. Des pistes de solutions pratiques sont à l'étude

- **il faut absolument éviter que la face exposée au soleil et la face intérieure aient une liaison mécanique capable de créer une entrave.** On évitera donc de poser le châssis sur un support rigide continu sur toute la profondeur du profilé. Toutefois, une pose sur un appui réparti tout le long de blocs de béton cellulaire ou de matériaux isolants ne semble pas poser de problèmes sur chantier
- **le châssis doit disposer de cales uniquement aux endroits indispensables** (cales du vitrage, cales de support du poids, cales pour redresser un châssis). En cas de pathologie, il faut comprendre que ces cales constituent, tout comme les fixations, des sources potentielles de bruits de claquement. Une solution consiste à modifier l'agencement des cales autour du châssis. Une analyse plus détaillée fera l'objet d'un futur article.

## Pistes futures

La plupart du temps, les bruits de claquements ne produisent aucune gêne particulière. Dans le cas contraire, il importe de savoir quelle charge acoustique peut être considérée comme gênante ou très gênante et si des facteurs autres que l'intensité sonore et le nombre de claquements influencent cette gêne.



3 Exemple de patte en Z coulissante montée sur profilé (mais qui n'est plus disponible sur le marché actuellement).



# Révision des spécifications relatives aux garde-corps

Les garde-corps sont essentiels pour éviter les chutes dans le vide et garantir ainsi la sécurité des personnes. En Belgique, leur conception se fait selon la norme NBN B 03-004, étant donné l'absence de spécification européenne en la matière. Les Eurocodes fournissent toutefois un certain nombre d'éléments qui pourraient être pris en compte, notamment les classes de conséquences et les catégories d'usage des bâtiments.

É. Dupont, Buildwise

Les classes de conséquences et les catégories d'usage des bâtiments devraient être intégrées dans une future révision de la norme belge NBN B 03-004. Cette dernière permettrait ainsi d'**être conforme aux spécifications des Eurocodes**, sans changer de manière significative les habitudes du secteur de la construction lorsqu'il s'agit d'installer des garde-corps dans des bâtiments résidentiels et des immeubles de bureaux.

Par ailleurs, les garde-corps en verre étant constitués principalement de verre feuilleté, l'effet de la température en situation anticyclonique estivale devrait être pris en compte afin d'obtenir un résultat fiable.

## Classes de conséquences

Les classes de conséquences des Eurocodes expriment la **probabilité de rupture acceptable d'un ouvrage de construction**, compte tenu des conséquences économiques et humaines d'une telle défaillance. Le projet d'Eurocode 1 FprEN 1990:2022 établit cinq classes, allant de CC0 (minimale) à CC4 (maximale). Des coefficients partiels de sécurité sont définis en fonction de la classe.

## Catégories d'usage des lieux

Les catégories d'usage des lieux figurant dans les Eurocodes sont définies en fonction de la destination (maison unifamiliale, bureau, théâtre, ...), du type d'activités humaines (sportives, culturelles, ...) et de l'organisation des locaux.

En ce qui concerne les garde-corps, les Eurocodes spécifient les charges nominales horizontales et verticales ainsi que la combinaison de ces charges, et ce pour chaque catégorie d'usage.



## A Choix de la classe de conséquences d'un ouvrage en fonction de sa catégorie d'usage.

Catégories d'usage	Classes de conséquences
Bâtiment résidentiel et activités domestiques	<b>CC1-faible</b> : conséquences faibles en termes de pertes de vies humaines et conséquences économiques négligeables
Espaces non susceptibles d'être surpeuplés tels que les bureaux, les toilettes et les lieux d'archivage	
Lieux de réunion tels que des espaces équipés de tables, de siège fixes ou non, permettant des activités physiques ou commerciales et étant dès lors susceptibles d'être surpeuplés	<b>CC2-normale</b> : conséquences moyennes en termes de pertes de vies humaines, mais considérables sur le plan économique

### Conséquences pour la norme NBN B 03-004

Certains aspects de la norme NBN B 03-004 devraient être mis à jour en tenant compte des Eurocodes.

### Choix des classes de conséquences

Si les conséquences économiques dues à la rupture d'un garde-corps restent négligeables (classe CC0), peut-être en est-il autrement sur le plan humain. Il conviendrait donc d'appliquer les classes de conséquences figurant dans le tableau A ci-dessus et déterminées en fonction des catégories d'usage des lieux.

### Charges de vent

Les **coefficients de pression** servent à calculer l'action du vent sur une surface. Plus la surface exposée au vent constitue un obstacle difficile à franchir par ce dernier, plus le coefficient est élevé.

Le coefficient de 2 est souvent utilisé pour les garde-corps constitués de panneaux, qui correspondent à un mur plein vertical isolé en terrain découvert. Néanmoins, un tel coefficient ne concerne que les dispositifs installés sur une toiture, au dernier étage d'un bâtiment ou en zone de bordure. Ce coefficient n'est pas non plus applicable aux garde-corps barreaudés ou ajourés, pour lesquels un équilibre de part et d'autre de l'obstacle se produit d'autant plus vite que le garde-corps est perméable à l'air.

### Combinaisons de charges

Les combinaisons de charges et les coefficients qui y sont appliqués pourraient également être revus pour être plus conformes à la réalité.

### Garde-corps en verre

En ce qui concerne les garde-corps en verre, la norme NBN S 23-002 spécifie le verre feuilleté de type de casse 1B1. Le projet d'Eurocode 10, dédié aux structures en verre, propose une nouvelle approche de calcul, plus précise, pour le verre feuilleté en termes de coefficient de transfert du cisaillement de l'intercalaire, de prise en compte de la température et de durée de charge.

Une approche de calcul respectant les principes des Eurocodes et tenant compte des arguments rationnels exposés ci-dessus s'avère donc possible. 

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Menuiserie et vitrerie' subsidiée par le SPF Économie.





# La massification de la rénovation énergétique

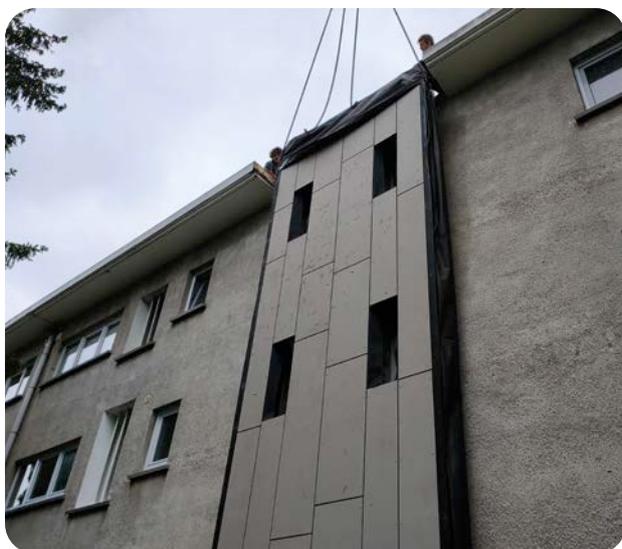
La massification de la rénovation énergétique nécessite une approche industrialisée. Cet article s'intéresse ainsi au projet Modul'Air, qui permet une transformation rapide des façades et encourage les partenariats d'innovation. Il sera également question de l'optimisation des tâches grâce aux trains de rénovation de RENO+ et de la démarche européenne Energiesprong, qui intègre tous les aspects de la rénovation industrialisée.

C. Flécheux, S. Dubois, M. Guisset, Buildwise

Pour que nos trois Régions puissent atteindre les objectifs de la politique énergétique et climatique qu'elles se sont fixés, elles doivent accélérer le rythme des rénovations énergétiques profondes de leur parc immobilier. Or, de nombreux obstacles se dressent sur leur chemin :

- les maîtres d'ouvrages ont besoin d'**un meilleur accompagnement**
- **les situations sont diverses et parfois complexes** (en milieu urbain dense et avec des bâtiments occupés, par exemple)
- **les solutions innovantes sont freinées** par les contraintes de l'urbanisme et des marchés publics ainsi que par les modèles économiques et d'affaires traditionnels (segmentation par acteurs, segmentation par projet).

1 Installation d'une façade-manteau préfabriquée.



Il est donc nécessaire de mieux organiser l'offre et la demande.

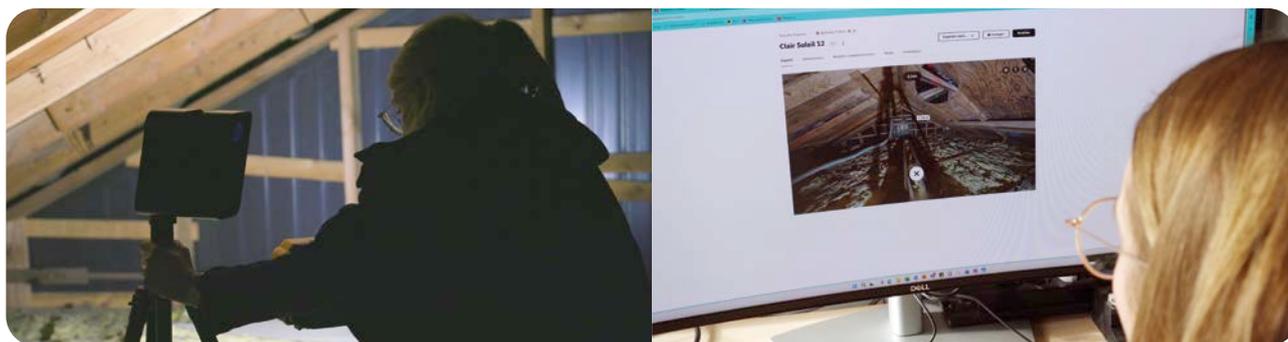
Comme l'illustre l'[Innovation Paper 40](#), qui constitue une analyse de tendances et d'impact dans le secteur belge de la construction, l'industrialisation de la rénovation est une réponse à ces défis. Elle se traduit :

- d'une part, **par l'industrialisation des solutions techniques**, tant dans leur fabrication, avec notamment la préfabrication des éléments de construction, que dans leur conception, avec la création de produits standardisés, mais modulables selon les besoins
- d'autre part, **par la standardisation des processus** du côté des maîtres d'ouvrage (préparation et lancement de l'appel d'offres) et du côté des entrepreneurs (réponses aux appels d'offres, commandes, planification, achats, réalisation et maintenance) (voir aussi l'[Innovation Paper 35](#) dédié au *Lean Construction*). Un cadre de travail standardisé favorise une meilleure collaboration entre les acteurs du projet, lesquels peuvent dès lors se consacrer à des activités à forte valeur ajoutée.

## Modul'Air : préfabrication à haute valeur ajoutée

Afin de développer des méthodes de rénovation énergétique globales, rapides et reproductibles pour des immeubles occupés, le projet [Modul'Air](#) a permis d'expérimenter la **technique innovante des façades-manteaux préfabriqués** (voir l'[Innovation Paper 34](#) et la figure ci-contre).

Ce projet, inscrit dans l'appel à projets 'Brussels Retrofit Living Labs 2017', a pour but de créer une nouvelle enveloppe extérieure en bois qui viendrait se superposer à l'enveloppe existante et qui intégrerait divers équipements techniques. Les éléments constitutifs de cette enveloppe



## 2 RENO+ : le relevé 3D *in situ* est suivi par un diagnostic technique complet.

seraient fabriqués hors site, réduisant ainsi la phase de chantier et les nuisances pour les habitants (rapidité d'exécution, moins d'intrusions, de bruits, de poussière, ...) tout en garantissant une meilleure qualité d'exécution et une solution globale aux problèmes existants.

Un immeuble bruxellois de douze appartements a été sélectionné pour tester cette technique. Le 'partenariat d'innovation' a été choisi comme formule de marché, afin de donner plus de liberté aux architectes et entrepreneurs et de leur permettre d'inclure une phase de recherche et de développement (R&D) dans leur offre de rénovation.

### RENO+ : trains de rénovation

RENO+ est un projet innovant visant à tester un 'guichet unique' (ou *one-stop shop*) pour la rénovation énergétique de logements particuliers au moyen, notamment, d'un '**train de rénovation**', concept désignant un regroupement de rénovations énergétiques réalisées sur un territoire donné et dans une plage de temps déterminée. Ce projet porté par Buildwise, Embuild Wallonie et Greenwin est actuellement testé sur la commune de Braine-l'Alleud, afin de valider cette nouvelle approche.

RENO+ poursuit deux objectifs principaux. Le premier consiste à **offrir un accompagnement complet au propriétaire du logement à rénover, ainsi qu'à tous les acteurs impliqués dans le processus de rénovation** (entrepreneurs et auditeurs, par exemple). Grâce à une simplification des tâches administratives et une réduction des déplacements, chaque acteur d'un projet de rénovation a la possibilité d'optimiser son temps et de se concentrer sur son activité. Concrètement, l'équipe de RENO+ commence par une visite du logement à rénover. Cette étape a pour but de procéder à un relevé 3D à l'aide d'une caméra, d'établir un diagnostic technique du logement et de collecter les documents nécessaires pour les demandes de primes. Grâce à ces informations, les différents intervenants pourront exécuter une partie

de leurs tâches à distance, ce qui entraîne une économie de temps et d'argent pour tous.

Le second objectif est de **regrouper au sein d'un 'train de rénovation' des projets de rénovations énergétiques similaires dans une même zone géographique**, afin de favoriser une approche de massification de ce type de travaux. En combinant une multitude de petites rénovations individuelles en chantiers de plus grande ampleur, il est possible de réduire les coûts et la durée des travaux.

### Energiesprong : la garantie zéro-énergie

Buildwise participe à deux projets européens (**GigaRegio-Factory** et **COSME Reno**) visant à développer en Belgique une approche similaire à la démarche Energiesprong dont ils s'inspirent. Cette démarche, lancée aux Pays-Bas en 2012 et déployée notamment en France, en Allemagne, au Royaume-Uni, en Italie, au Canada et en Californie, met en pratique tous les aspects de la rénovation industrialisée. Elle se fonde sur un cahier des charges exigeant qui garantit :

- une performance 'zéro énergie'
- une grande satisfaction des occupants
- une rapidité d'intervention sur site
- une rentabilité à long terme des opérations.

Plus de 15.000 logements ont été rénovés selon cette approche et 30.000 sont en cours de planification. Le secteur des logements de service public, qui profite de la répétitivité architecturale et de la gestion centralisée du parc immobilier, est le premier visé. Cette démarche s'étend également progressivement aux écoles, bâtiments publics et du tertiaire.

Vous souhaitez en savoir plus ou vous investir dans la thématique avec nous ? N'hésitez pas à nous contacter. [➡](#)

Cet article a été rédigé dans le cadre des projets GigaRegioFactory et COSME Reno subsidiés par l'Union européenne, du projet RENO+ subsidié par la Wallonie, et de la Guidance technologique C-Tech subsidiée par la Région de Bruxelles-Capitale (Innoviris).

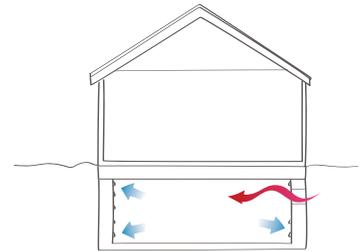


# FAQ

Les trois questions-réponses  
les plus consultées  
sur le thème de l'enveloppe

Pourquoi la condensation superficielle apparaît-elle parfois dans une cave et comment l'éviter ?

La condensation superficielle au sous-sol est un phénomène courant qui se produit surtout en été. Lorsque l'air extérieur chaud et humide entre en contact avec les parois plus froides de la cave, de la condensation peut apparaître à leur surface. Pour limiter le phénomène, il est recommandé de ne pas ventiler de trop le sous-sol en période estivale. L'utilisation d'un déshumidificateur peut aussi s'avérer efficace.



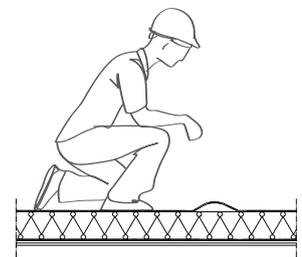
Peut-on fixer un garde-corps dans la paroi extérieure d'un mur creux ?



Non. Un garde-corps doit être fixé dans une structure ayant une fonction portante (paroi intérieure du mur creux) ou dans un élément apte à reporter les charges à la structure portante (menuiserie correctement ancrée).

Le cloquage de l'étanchéité d'une toiture plate constitue-t-il un problème ?

Non. D'ordinaire, le cloquage constitue davantage un problème d'ordre esthétique que fonctionnel. Ce n'est que lorsqu'il affecte une grande partie de la toiture qu'il doit être considéré comme problématique.



Pour en savoir plus et découvrir  
des **FAQ** similaires relatives à votre activité.



# Focus

## sur l'Innovation Paper dédié aux *smart buildings*

### Comprendre les bases des *smart buildings* Entretien avec Thomas Verstaen (EEG Group)

Buildwise vient de publier un Innovation Paper intitulé 'Comprendre les bases des *smart buildings*'. Cette nouvelle publication s'appuie sur l'expérience de professionnels du secteur de la construction. Thomas Verstaen, collaborateur au sein d'EEG Group, a participé activement à sa réalisation. À l'occasion d'un entretien, il a partagé son expérience et expliqué pourquoi les entrepreneurs et les installateurs devraient absolument lire ce document.

#### Que fait EEG Group et quel rôle y jouez-vous ?

"EEG Group est un groupe spécialisé dans les techniques de construction qui opère partout la Belgique. Je suis responsable de l'équipe Digital Building Solutions, laquelle est principalement composée de programmeurs dont la mission consiste à intégrer des systèmes pour garantir un fonctionnement optimal des bâtiments."



#### Les bâtiments deviennent 'plus intelligents'. Comment vous adaptez-vous à cette évolution ?

"Jusqu'à présent, bon nombre de fonctionnalités des bâtiments étaient cloisonnées. Désormais, le marché exige l'intégration de diverses techniques ayant en outre la possibilité d'interagir entre elles. Ce besoin représente un challenge durant la phase de projet, mais il apporte une valeur ajoutée significative lors de la phase d'utilisation. Le client en profite, mais il en va de même pour l'entrepreneur et l'installateur, qui peuvent ainsi proposer un service supplémentaire et de meilleure qualité. Cette évolution ouvre également d'importantes perspectives en matière de transition énergétique et d'entretien des bâtiments basé sur les données. La pénurie de main-d'œuvre constitue par ailleurs un puissant moteur en faveur de l'automatisation."

#### Pourquoi les entrepreneurs et les installateurs devraient-ils lire cet Innovation Paper ?

"Cet Innovation Paper dresse non seulement un état des lieux précis basé sur des connaissances objectives; il propose aussi un guide pratique illustré de cas concrets. De nombreux échanges ont lieu sur le terrain, mais ils ne s'appuient pas toujours sur des informations correctes. Il faut être dans le coup, d'autant plus que les clients en demandent de plus en plus. Avoir une vision claire de ce qu'est un bâtiment intelligent, et ce qui ne l'est pas, permet à une entreprise de faire de bons choix."

#### Dans quelle mesure EEG Group et vous avez-vous pu contribuer à cette publication ?

"Nous avons participé au groupe de travail au sein du Comité technique 'Smart & Sustainable Constructions'. Pour ma part, j'ai apporté des retours basés sur notre expérience de terrain. Il est important de partager nos connaissances ! Ce n'est pas un sujet facile, mais nous sommes vraiment contents du résultat final !"

Téléchargez ici l'**Innovation Paper**  
dédié aux *smart buildings*.



Exclusivement  
pour les entrepreneurs

# Connection tour



## Comment améliorer la rentabilité de mon entreprise de construction ?

- 22/08 Namur (Temploux)
- 29/08 Spa-Francorchamps
- 03/09 Bastogne
- 05/09 Diepenbeek (avec New Vista)
- 10/09 Saint-Nicolas (Flandre-Orientale)
- 11/09 Courtrai
- 12/09 Alost
- 13/09 Le Roeulx
- 17/09 Bruges
- 24/09 Louvain
- 25/09 Herentals
- 26/09 Genk
- 01/10 Malines
- 03/10 Zaventem



# Salons et événements



## Le Belgian Roof Day prépare votre entreprise au monde de demain !

L'événement de l'année pour les professionnels du secteur de la toiture aura lieu le vendredi 11 octobre. Venez vous familiariser avec l'avenir de la toiture grâce à **des démonstrations de drones, des présentations techniques, des documents de référence** et bien plus encore. **Posez toutes vos questions** aux spécialistes de Buildwise et guidez votre entreprise en toute connaissance de cause vers l'avenir.

Shutterstock

### 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. 02/233 81 00

### Colophon

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

Revue d'information générale visant à faire connaître les résultats des études et des 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 revue n'est autorisée qu'avec le consentement écrit de l'éditeur responsable.

Révision linguistique : M. Brixhe, J. D'Heygere et A. Ntumnou

Traduction : J. D'Heygere

Mise en page : J. Beauclercq, J. D'Heygere et A. Ntumnou

Illustrations : G. Depret, R. Hermans et D. Rousseau

Photos de Buildwise : M. Sohie et al.

# Également intéressés par les éditions 'Finitions' ou 'Installations techniques' ?

## Édition 'Finitions'

Publiée en juin et en décembre, elle sera exclusivement envoyée aux :

- parqueteurs et carreleurs
- peintres et poseurs de revêtements souples
- entreprises de pierre naturelle
- plafonneurs et enduiseurs

Les entreprises générales et les menuisiers recevront cette édition également.



## Édition 'Installations techniques'

Publiée en août, elle sera exclusivement envoyée aux :

- entreprises de chauffage, de climatisation et de ventilation
- sanitaristes

Les entreprises générales recevront cette édition également.

