



Réaction alcali-silice

p4-5

Angle sans profilé
entre deux vitrages

p12-15

Chauffe-eau
thermodynamiques

p26-27

Sommaire

2019/4

Les entrepreneurs à la manœuvre3



La réaction alcali-silice : de nouvelles mesures de prévention4



Toitures en tuiles et aéroports : un voisinage difficile ? 6



Comportement au feu des toitures plates : les ATG pour sortir de l'impasse 8



Quelles membranes pour les raccords de fenêtres ? 10



Comment réaliser un angle entre deux vitrages sans profilé de menuiserie ? 12



Accessoires pour ETICS : utilité des bandes d'étanchéité précomprimées 16



Le point sur les joints de structure et de fractionnement 18



Appliquer un primaire d'abord et carreler ensuite ?20



Mettre en œuvre un sol résineux sur une chape ? C'est possible !.....22



Zoom sur les chaufferies et cheminées.....24



Succès croissant pour les chauffe-eau thermodynamiques26

FAQ.....28

Pleins feux.....30





Les entrepreneurs à la manœuvre

A l'heure où des défis sociétaux d'envergure nous attendent, il demeure primordial d'unir nos forces. Le secteur de la construction est en effet caractérisé par de très nombreuses entreprises de petite taille – on compte près de **72.000 artisans en Belgique** – qui n'ont pas toujours la capacité de faire à elles seules de la recherche et de l'innovation, alors que ces deux piliers sont essentiels au développement de toute branche d'activité et au bien-être de l'ensemble de la société.

Aidé par l'infrastructure du CSTC, l'expertise de ses collaborateurs et de ses **Comités techniques**, le secteur dispose d'un atout majeur. Ces Comités sont composés principalement d'entrepreneurs, mais également d'industriels, de représentants des pouvoirs publics, d'auteurs de projet, ... Au nombre de 15, les Comités couvrent la quasi-totalité des métiers de la construction. S'appuyant sur les besoins concrets des entreprises, ils guident les actions de recherche et de normalisation du CSTC ainsi que celles liées aux formations et aux publications. Ces dernières sont établies par des groupes de travail placés sous l'égide d'un ou de plusieurs Comités. Cette approche permet de bénéficier du soutien d'**un vaste panel de professionnels représentant le secteur** et concourt à ce que les actions du Centre soient toujours en adéquation avec les besoins du plus grand nombre.

C'est ce principe de fonctionnement, où les activités sont orientées par les desiderata du secteur et où les connaissances sont mises au profit de tous, qui fait l'essence du CSTC. ◆



La réaction alcali-silice : de nouvelles mesures de prévention

La réaction alcali-silice est un phénomène de dégradation du béton peu fréquent, mais aux très lourdes conséquences. Une nouvelle version de la norme NBN B 15-001 a été publiée en 2018. Cette version prévoit de nouvelles mesures de prévention.

V. Dieryck, ir., chef de projet senior, division 'Géotechnique, structures et béton', CSTC
V. Pollet, ir., coordinatrice de la direction 'Recherche et développement', CSTC

Mécanisme de la réaction alcali-silice

Par 'réaction alcali-silice', on entend en réalité un ensemble de réactions entre :

- les alcalis présents dans le béton (ciment, adjuvants, eau de gâchage, ...) ou amenés de l'extérieur (eau de mer, sel de déverglaçage, ...)
- la silice réactive, c'est-à-dire sensible aux alcalis, que l'on peut retrouver dans certains granulats.

Ces réactions provoquent la formation de produits expansifs et notamment d'**un gel d'alcali-silice capable d'absorber l'eau et donc de gonfler**. Il en résulte des contraintes de traction internes à l'origine d'une fissuration du béton.

Les fissures dues notamment au retrait et aux cycles de gel-dégel augmentent l'humidité dans le béton, ce qui peut déclencher plus rapidement la réaction alcali-silice. En l'absence d'examen complémentaire, le risque est grand d'attribuer cette dégradation, à tort, à d'autres phénomènes. L'analyse au microscope de lames minces de béton permet toutefois de prouver l'existence d'une telle réaction.

En Belgique, le premier cas de réaction alcali-silice a été constaté en 1984. A l'heure actuelle, environ 3 % des ouvrages d'art sur notre territoire (ponts, par exemple) sont touchés par ce phénomène entraînant des réparations coûteuses, voire la démolition et le remplacement de l'ouvrage.

Mesures préventives

Les mesures préventives en vigueur, qui font l'objet d'une annexe informative dans la norme NBN B 15-001, sont déterminées en fonction du niveau de prévention et de la catégorie d'exposition :

- le **niveau de prévention (PREV)** classe les éléments de construction selon l'impact économique et sociétal que

Structure en béton touchée par une réaction alcali-silice.



3 conditions

Les conditions suivantes doivent être réunies pour qu'une réaction alcali-silice se produise :

- la présence de granulats potentiellement réactifs
- une humidification permanente ou régulière de la structure
- une teneur suffisamment élevée du béton en alcalis.



Mesures à adopter en fonction du niveau de prévention et de la catégorie d'exposition à la réaction alcali-silice.

		Catégorie d'exposition AR			
		AR1	AR2	AR3	
		Environnement intérieur, sans exposition à des sources externes d'humidité	Environnement intérieur humide et extérieur, immergé ou en contact avec un sol non agressif	Environnement humide et exposé à des alcalis (sel de déverglaçage, p. ex.) ou à des variations d'humidité dues à des cycles mouillage-séchage	
		Classe d'environnement			
		E0, E1	EE1, EE2, EE3, ES1, ES2, ES3, EA1, EA2, EA3	EE4, ES4	
Niveau de prévention PREV	PREV1	Eléments non armés, remplaçables (caillebotis, béton revêtu d'un coating, ...)	Aucun	Aucun	Aucun
	PREV2 (par défaut)	<ul style="list-style-type: none"> Béton de structure, infrastructures routières Revêtement de route à trafic faible ou moyen 	Aucun	Mesure 1, 2, 3 ou 4	Mesure 1, 2, 3 ou 4
	PREV3	<ul style="list-style-type: none"> Béton de structure pour grands ouvrages et travaux d'infrastructure (ponts, tunnels, ...) Revêtement de route à trafic important 	Aucun	Mesure 1, 3 ou 4	Mesure 1, 3+ ou 4+
Mesures envisageables <ol style="list-style-type: none"> Utilisation de granulats avec déclaration attestée de non-réactivité. Utilisation d'un ciment LA conforme à la norme NBN B 12-109 sans calcul d'un bilan alcalin. Limitation de la teneur en alcalis du béton à une valeur spécifiée (bilan alcalin). Mesure 3 avec des exigences plus sévères. Réalisation d'un essai de gonflement visant à confirmer la durabilité de la composition d'un béton en matière de réaction alcali-silice. Mesure 4 avec des exigences plus sévères. 					

pourrait entraîner la réaction alcali-silice. Si le prescripteur ne communique pas cette information, le producteur de béton doit tenir compte du niveau de prévention par défaut, à savoir PREV2

- la **catégorie d'exposition (AR)** indique l'environnement auquel est exposé le béton. Si elle n'est pas explicitement prescrite, elle peut être déterminée en fonction des classes d'exposition et d'environnement du béton.

Plus le niveau de prévention et la catégorie d'exposition sont élevés, plus les mesures sont importantes. Ainsi, comme l'indique le tableau ci-dessus, l'utilisation d'un ciment LA (*low alkali*) n'offre pas une protection suffisante dans le cas d'un ouvrage d'art. On remarque également que, pour des parois extérieures, il est pratiquement indispensable

d'utiliser un ciment LA en l'absence de certitude concernant la non-réactivité des granulats.

Spécification du béton

Le niveau de prévention et la catégorie d'exposition doivent être mentionnés dans les données complémentaires de la spécification du béton (voir l'Antenne Normes 'Béton-mortier-granulats' sur www.cstc.be). Ainsi, dans le cas d'un immeuble de grande taille, les mesures de prévention PREV3/AR2 seront spécifiées. Il faudra dès lors veiller à appliquer l'une des trois mesures indiquées dans la case correspondante du tableau ci-dessus (à savoir 1, 3 et 4). ◆





Toitures en tuiles et aéroports : un voisinage difficile ?

La réalisation d'une toiture en tuiles à proximité d'un aéroport nécessite de prendre en compte certains aspects spécifiques. Arrachement des tuiles et nuisances sonores sont en effet parfois à déplorer lorsque les avions volent à basse altitude. Cet article explique comment éviter de tels problèmes.

L. Geerts, ing., conseiller principal, division 'Avis techniques et consultancy', CSTC

1 Arrachement des tuiles

1.1 Comment se fait-il que des tuiles soient arrachées lors du passage d'un avion ?

Les avions volant à basse altitude provoquent **des tourbillons ou des vortex** susceptibles d'arracher les tuiles d'une toiture (voir figure 1). Ces vents en spirales, qui se forment à l'extrémité des ailes et des ailerons de l'appareil, tourbillonnent dans les airs et se dirigent progressivement vers le sol. Ils poursuivent ensuite leur trajectoire latéralement, s'éloignant de celle de l'avion. Habituellement, il faut compter environ trois minutes avant que ces vents ne s'affaiblissent.

Le tourbillon (ou le vortex) atteint d'abord le faite de la toiture où il se 'brise' en deux et se dirige vers la gouttière. Bien souvent, il aura toutefois pratiquement 'disparu' avant d'atteindre la gouttière.

Bien que la force du tourbillon soit influencée par de nombreux facteurs, on retiendra en général que plus l'avion est lourd et plus il vole lentement, plus le tourbillon est important. En principe, un tourbillon exerce **aussi bien une**

pression qu'une dépression sur une grande partie de la couverture. Bien que ces forces soient faibles d'un point de vue structurel, elles peuvent déplacer les tuiles qui ne sont pas fixées ou qui ne le sont pas suffisamment.

1.2 Où le risque d'arrachement des tuiles est-il le plus élevé ?

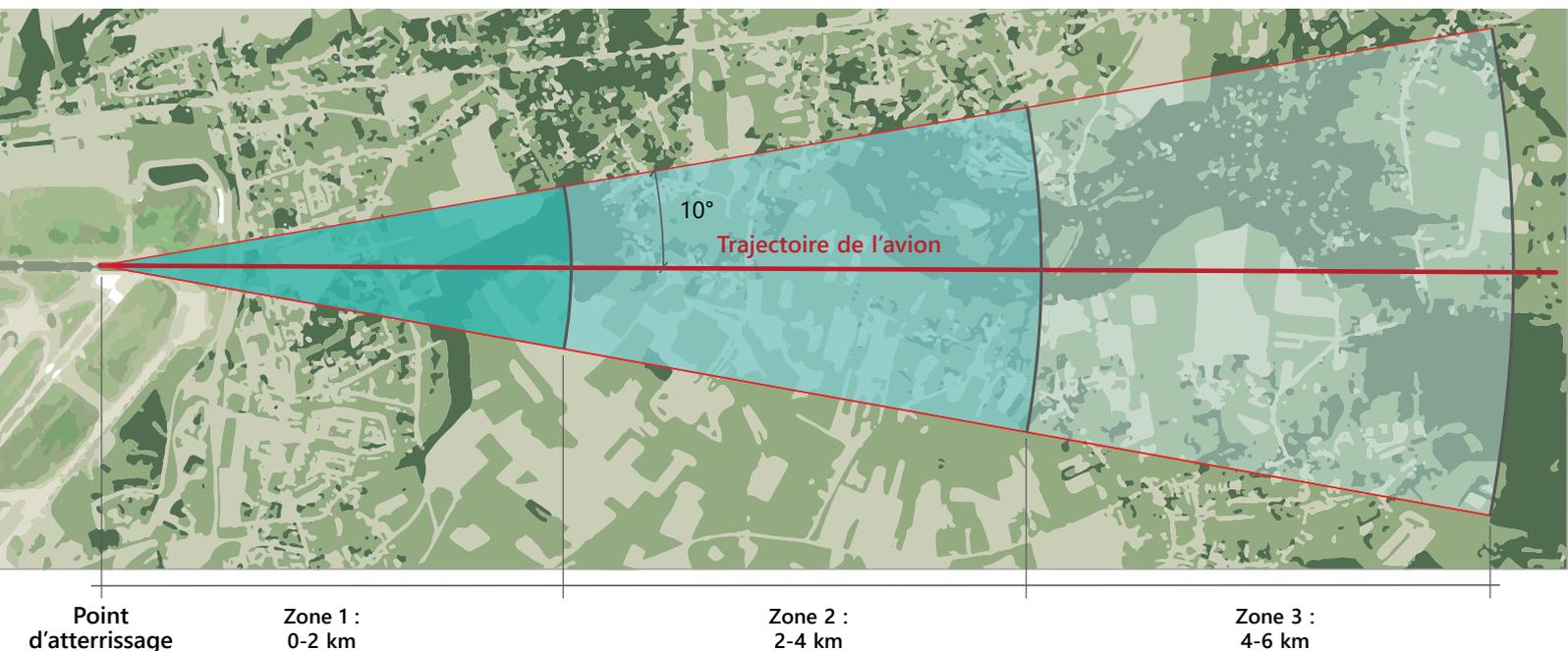
La zone à risque peut être représentée par un triangle dont le sommet correspond au point d'atterrissage et dont les deux côtés forment un angle de 10° de part et d'autre de la trajectoire d'atterrissage (voir figure à la page suivante). Ce triangle peut être subdivisé en trois zones avec une diminution des risques de dommages à mesure que l'on s'éloigne du point d'atterrissage :

- zone 1 : de 0 à 2 km
- zone 2 : de 2 à 4 km
- zone 3 : de 4 à 6 km.

Il est donc important de signaler que les bâtiments risquent de subir des dégâts, même s'ils ne sont pas situés juste sous la trajectoire des avions.



1 | Des tourbillons se forment à l'extrémité des ailes et des ailerons des avions.



1.3 Comment les tuiles doivent-elles être fixées ?

Concernant les bâtiments situés dans les zones 1 et 2, il faut veiller à **fixer toutes les tuiles**, et ce non seulement dans les zones de rive, mais aussi – et surtout – en partie centrale de la toiture, là où l'effet du tourbillon se fait le plus ressentir.

De plus, pour les immeubles situés en zone 1, toutes les tuiles doivent être munies de deux fixations pour éviter que le tourbillon ne les soulève et ne les fasse ensuite pivoter. Cette double fixation peut être réalisée au moyen :

- d'un clou et d'un crochet
- de deux clous
- de deux vis.

Etant donné que le risque d'arrachage des tuiles par des tourbillons est très limité dans la zone 3, il suffit d'y appliquer les directives de fixation classiques décrites dans la [NIT 240](#).

2 Nuisances sonores

2.1 Quel type de nuisances sonores les avions provoquent-ils ?

Les avions causent principalement des nuisances sonores au moment du décollage. Ils émettent un son de basse fréquence à un volume élevé. C'est précisément ce type de son qui est perçu comme une gêne et pour lequel les toitures en tuiles se révèlent moins performantes.

2.2 Que peut-on faire pour réduire ces nuisances sonores ?

Afin de réduire autant que possible les nuisances sonores causées par les avions sur les toitures en tuiles, les recom-

mandations suivantes servent de lignes directrices :

- réaliser une structure à double paroi et à performances élevées. Pour ce faire, il est préférable d'avoir recours à un bureau d'études spécialisé
- l'utilisation de panneaux sandwichs composés de mousse rigide est à proscrire, car ceux-ci offrent généralement une faible isolation acoustique
- la finition intérieure se compose de préférence de deux plaques de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur ou d'un enduit appliqué sur un support fixé à des profilés métalliques légers. Ces profilés doivent à leur tour être fixés à des parois intérieures plutôt qu'à la charpente du toit. Il est également possible d'utiliser un système de suspension amortissant les vibrations, bien que le résultat final ne soit pas aussi bon. Les systèmes de suspension ordinaires affichent néanmoins des performances plus faibles encore
- pour augmenter la masse supérieure, il est recommandé de mettre en œuvre des plaques de sous-toitures lourdes et rigides au lieu de membranes souples
- l'espace entre la sous-toiture et le revêtement intérieur doit, de préférence, être supérieur à 15 cm d'épaisseur et être entièrement comblé à l'aide de laine minérale ou d'un autre isolant acoustique poreux et souple
- si l'on souhaite installer des fenêtres de toit, il est conseillé de les équiper d'un vitrage acoustique ou de recourir à des systèmes de dédoublement. Il faut cependant garder à l'esprit que quelle que soit la solution choisie, la présence de fenêtres en toiture réduit les performances acoustiques de cette dernière. ◆

Les informations présentées ici sont basées sur les articles 'Slate and tile roofs: avoiding damage from aircraft wake vortices' (BRE, 2002) et 'Le confort acoustique dans les habitations : quelle protection contre le bruit d'avions ?' publié dans le CSTC-Magazine 2000/3.

Comportement au feu des toitures plates : les ATG pour sortir de l'impasse

La normalisation en matière de comportement au feu des toitures plates a récemment subi des changements importants. Dès lors, les complexes toitures qui répondaient jusqu'à présent aux exigences réglementaires n'y répondent plus forcément ! Il est donc recommandé de se conformer aux agréments techniques (ATG) des membranes d'étanchéité, lesquels viennent d'être adaptés.

*Y. Martin, ir., coordinateur 'Stratégie et innovation' et coordinateur des Comités techniques, CSTC
S. Eeckhout, ing., chef de projet senior, division 'Acoustique, façades et menuiseries', CSTC
En collaboration avec J.-F. Labrousche, coordinateur secteur toitures, BCCA*

Impasse réglementaire

La réglementation incendie en vigueur en Belgique pour les nouveaux bâtiments, à savoir l'arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, exige que les revêtements de toiture présentent les caractéristiques de la classe $B_{\text{roof}}(t1)$.

En préambule au présent article, nous renvoyons le lecteur aux [Dossiers du CSTC 2014/4.6](#), consacrés au comportement au feu des toitures plates, et rappelons que la classe $B_{\text{roof}}(t1)$ s'applique à un système de toiture complet et non uniquement à sa membrane d'étanchéité.

Selon l'arrêté royal précité, **la performance d'un revêtement de toiture exposé à un feu extérieur doit être attestée par le marquage CE**. Si l'apposition de ce dernier n'est pas obligatoire (absence d'une norme harmonisée pour le produit en question, par exemple), la performance doit être attestée par un rapport de classement basé sur des résultats d'essai (selon la norme NBN EN 13501-5) ou par un ATG.

Les membranes bitumineuses armées et les membranes plastomères et élastomères font l'objet des normes harmonisées NBN EN 13707 et NBN EN 13956. Le marquage CE de ces revêtements est dès lors obligatoire et leur per-

formance vis-à-vis d'un feu extérieur doit en principe être attestée par la déclaration de performance accompagnant ce marquage. Cependant, selon les versions actuelles de ces deux normes, seule la classe $F_{\text{roof}}(t1)$ pourrait être mentionnée dans la déclaration de performance du produit. Théoriquement, il est donc impossible de respecter l'arrêté royal.

En l'attente d'une solution à cette impasse réglementaire et normative, il est recommandé de **suivre les informations reprises dans les ATG des membranes d'étanchéité** ou dans un rapport de classement, même si cette approche n'est pas véritablement conforme à la manière dont il convient d'attester la performance au feu décrite dans l'arrêté royal.

Nouvelles règles d'extrapolation

Etant donné que la performance d'un revêtement de toiture exposé à un feu extérieur concerne le système de toiture complet, et non uniquement sa membrane d'étanchéité, les résultats des essais ne sont normalement valables que pour la configuration de toiture testée. En effet, les composants d'un système de toiture sont divers et les paramètres de chaque composant peuvent être multiples (type, épaisseur, finition, armature, mode de fixation ou

de pose, réaction au feu, ...) et avoir une influence sur le résultat de l'essai.

Afin de limiter le nombre de configurations de toiture à tester, l'Union belge pour l'agrément technique de la construction (UBAtc) avait fixé, il y a plusieurs années, des règles identifiant les configurations à évaluer en fonction du domaine d'application repris dans les ATG (voir le [feuillet d'information 98/1 'Comportement au feu des toitures plates – L'approche ATG'](#)).

Or, la prescription technique européenne CEN/TS 16459 définit des règles d'extrapolation des résultats d'essai de comportement au feu extérieur d'une toiture qui remplacent désormais les règles UBAtc. Ces nouvelles règles sont très différentes de celles que nous connaissons et ont nécessité une mise à jour importante des ATG relatifs aux membranes d'étanchéité de toiture. Les nouvelles versions des ATG viennent d'entrer en vigueur. Il reste cependant de nombreuses configurations à tester.

Des solutions sont recherchées avec le secteur, afin d'ajuster, dans la mesure du possible, l'ancienne approche belge, qui avait fait ses preuves jusqu'à présent, au nouveau cadre européen.

Mode d'emploi des nouveaux ATG

Outre la description des composants et les informations relatives aux performances, les ATG reprennent les consignes de mise en œuvre et les fiches de pose. Ces fiches indiquent les systèmes de toiture autorisés et explicitent davantage les types de membranes ainsi que leurs techniques de pose en fonction du support. Elles indiquent en outre si une application conforme aux exigences incendie est techniquement possible.

Elles sont complétées par l'annexe A, qui détaille les caractéristiques des différents composants de la toiture pour satisfaire aux exigences en matière d'incendie. On y retrouve les conditions des configurations testées :

- type, épaisseur et mode de pose de la membrane
- type, parement, épaisseur et mode de fixation de l'isolant
- présence ou non d'un pare-vapeur
- type de support, ...

Soulignons enfin que l'on considère que les revêtements recouverts par une protection lourde (couche de gravier d'au moins 5 cm, dallage minéral d'au moins 4 cm d'épaisseur, ...) répondent à la classe $B_{roof}(t1)$ sans qu'il soit nécessaire de procéder à des essais. 



SRI Charleroi

Quelles membranes pour les raccords de fenêtres ?

Les membranes utilisées pour assurer l'étanchéité des raccords de fenêtres sont soumises à des normes de produits différentes en fonction de l'utilisation prévue. Une même performance peut donc être déclarée de diverses manières par le fabricant. Il n'est dès lors pas évident pour l'entrepreneur de déterminer quel est le type de membrane le mieux adapté. Cet article a pour but de faire la lumière sur le sujet.

E. Kinnaert, ir, chef de projet senior, division 'Acoustique, façades et menuiserie', CSTC

Les membranes d'étanchéité destinées aux raccords de fenêtres, généralement disponibles sous forme de bandes, peuvent être réparties en deux groupes selon qu'elles conviennent :

- comme barrières d'étanchéité à l'air et/ou à la vapeur, mais également à l'eau
- comme barrières d'étanchéité à l'air et/ou à la vapeur, mais pas à l'eau.

Membranes convenant comme barrières d'étanchéité à l'air et/ou à la vapeur et à l'eau

Ces membranes sont appliquées du côté extérieur du raccord de fenêtre pour empêcher toute infiltration d'eau. Elles doivent satisfaire aux exigences des produits de type A de la norme NBN EN 13984. Leur étanchéité à l'eau doit au moins pouvoir résister à une pression allant jusque 2 kPa.

Néanmoins, les performances reprises dans la norme susmentionnée ne concernent pas les membranes utilisées comme pare-pluie à l'arrière d'un revêtement de façade. Celles-ci doivent répondre aux exigences de la norme de produit harmonisée NBN EN 13859-2 et présenter une per-

méabilité suffisante à la vapeur (valeur μ_d ou $S_d \leq 0,5$ m). Pour plus d'informations à ce sujet, nous vous renvoyons à la [NIT 243](#) (§ 5.3 et § 7.3).

Membranes convenant comme barrières d'étanchéité à l'air et/ou à la vapeur, mais pas à l'eau

Ces membranes doivent satisfaire aux exigences des produits de type B décrites dans la norme NBN EN 13984. Elles peuvent être mises en œuvre de diverses manières, à savoir :

- être collées (photo A ci-dessous)
- être constituées de bandes auto-adhésives (photo B)
- être maintenues dans le plâtre au moyen d'un treillis (photo C)
- être appliquées sous forme liquide (photo D).

Le tableau de la page suivante livre un aperçu des principales exigences performancielles pour ces deux types de membranes en fonction de l'utilisation prévue dans le raccord de fenêtre; les normes de produits et d'essai européennes applicables en la matière sont également précisées. 



Types de membranes d'étanchéité à l'air et/ou à la vapeur destinés aux raccords de fenêtres.

Principales exigences performanciellles pour les membranes d'étanchéité destinées aux raccords de fenêtres en fonction de l'utilisation prévue.

Utilisation prévue		Norme de produit	Type de membrane selon la norme de produit	Performance	Exigence	Norme(s) d'essai	
Barrière d'étanchéité à l'eau	Mur creux	NBN EN 13984	A	Etanchéité à l'eau	Convient si son étanchéité à l'eau résiste à une pression d'eau jusque 2 kPa	Méthode A selon la norme NBN EN 1928	
	ETICS			Résistance à la vapeur	Résistance à la vapeur exprimée en m ² sPa/kg (MDV) (*)	NBN EN 1931	
				Durabilité de la résistance à la vapeur	Convient si la MDV (*) est de ± 50 % après vieillissement	NBN EN 1296 et NBN EN 1931	
	Revêtement de façade	Non ajouré	NBN EN 13859-2	-	Etanchéité à l'eau	Classe : W1 ou W2	<ul style="list-style-type: none"> § 5.2.3 de la norme NBN EN 13859-2 pour la classe W1 § 5.2.4 de la norme NBN EN 13859-2 pour la classe W2
					Durabilité de l'étanchéité à l'eau	Classe : W1 ou W2 après vieillissement	Annexe C de la norme NBN EN 13859-2 avec exposition à la lumière UV pendant 336 heures
					Résistance à la vapeur	< 0,5 m	NBN EN 1931
		Ajouré			Etanchéité à l'eau	Classe : W1	NBN EN 13859-2 (§ 5.2.3)
					Durabilité de l'étanchéité à l'eau	Classe : W1 après vieillissement	Annexe C de la norme NBN EN 13859-2 avec exposition à la lumière UV pendant 5.000 heures
					Résistance à la vapeur	< 0,5 m	NBN EN 1931
					Mur creux	NBN EN 13984	B
ETICS	Durabilité de la résistance à la vapeur	Convient si la MDV (*) est de ± 50 % après vieillissement	NBN EN 1296 et NBN EN 1931				
Revêtement de façade (ajouré ou non)							

(*) MDV signifie *Manufacturer Declared Value*, autrement dit la valeur déclarée par le fabricant.

Comment réaliser un angle entre deux vitrages sans profilé de menuiserie ?

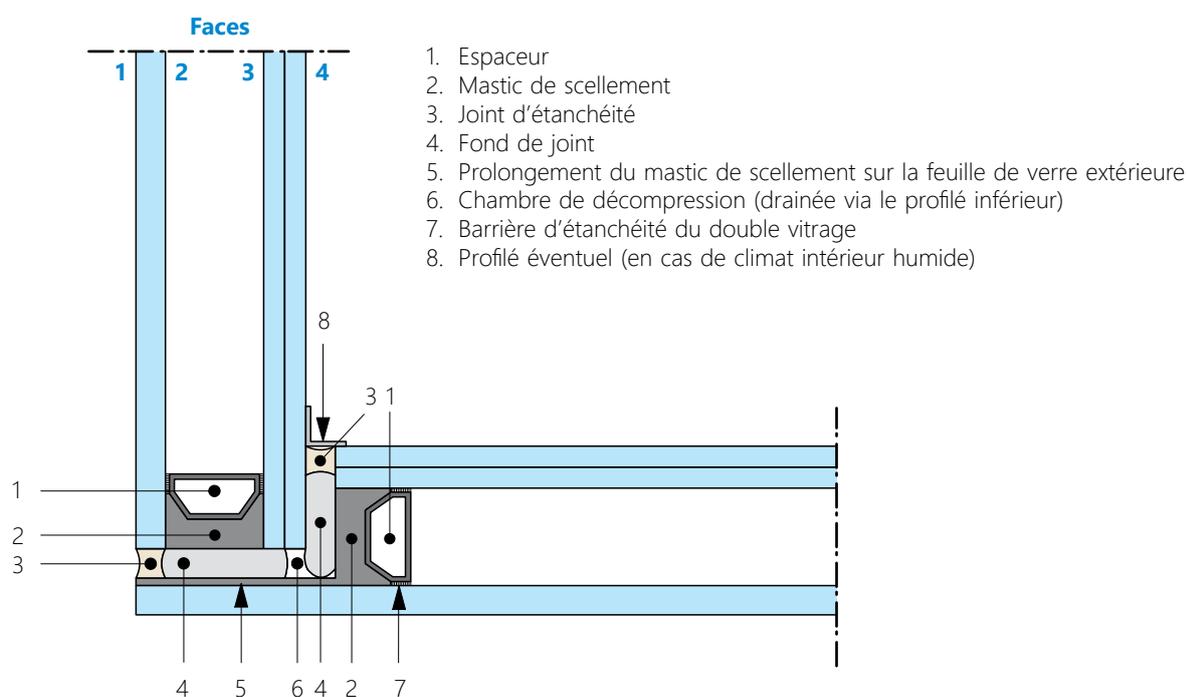
Depuis quelque temps, on observe une forte demande pour des solutions architecturales minimalistes caractérisées par l'absence de profilé au droit de la jonction verticale entre deux vitrages, et en particulier lorsque celle-ci forme un angle. De telles solutions nécessitent cependant une mise en œuvre spécifique, afin d'éviter des problèmes tels qu'une condensation interne ou des imperfections esthétiques.

*F. Caluwaerts, ing., chef adjoint de la division 'Avis techniques et consultancy', CSTC
V. Detremmerie, ir, chef adjoint de la division 'Acoustique, façades et menuiserie', CSTC*

Cet article traite uniquement de la pose de vitrages maintenus, dans leur partie supérieure et inférieure, par un profilé de menuiserie et assemblés les uns aux autres au moyen d'un joint d'étanchéité vertical à base de mastic.

1 Principe d'exécution

Pour réaliser un angle entre deux vitrages sans profilé de menuiserie, il convient généralement de découper l'un de ces deux vitrages de sorte que la feuille de verre extérieure



1 | Réalisation d'un angle entre deux vitrages sans profilé de menuiserie.

soit plus longue que la feuille de verre intérieure. Le second vitrage vient se placer contre la feuille de verre qui se trouve en saillie (voir figure 1).

2 Spécifications

2.1 Aspect

En ce qui concerne l'aspect esthétique, nous pouvons identifier deux problèmes éventuels.

D'une part, la disparition du profilé a pour conséquence que la **barrière d'étanchéité du double vitrage**, est visible sur le côté, ce qui, vu son tracé inégal, peut nuire à l'aspect. D'autre part, en cas de vitrage isolant muni d'un revêtement sur la face 2, le phénomène appelé **edge deletion** (voir encadré) peut être visible (voir figure 2).

Un espaceur noir peut constituer une solution. Il est également possible de prolonger le mastic de scellement (voir figure 1, n° 5) ou d'appliquer une couche d'email (voir figure 3, n° 2). Si l'on opte pour un vitrage émaillé, il est conseillé d'étendre la couche d'email jusqu'à l'espaceur inclus. Dans ce cas, le bord du vitrage doit être soigneusement parachevé pour éviter les irrégularités. La couche d'email ne peut toutefois pas être appliquée sur un revêtement. Lorsque ce dernier est présent en face 2, il y a donc lieu de prévoir un verre extérieur feuilleté dans lequel la couche d'email se trouve sous l'intercalaire PVB.

Nous attirons l'attention sur le fait que l'espaceur et la barrière d'étanchéité du côté intérieur seront toujours visibles. Pour de plus amples informations concernant les tolérances applicables, on consultera la norme NBN EN 1279-1.

2.2 Résistance aux UV

En supprimant le profilé de menuiserie, le bord du vitrage est exposé aux rayons UV. Dès lors, tous les matériaux utilisés pour garantir l'étanchéité du vitrage doivent être suffisamment résistants à ce type de rayonnement. Il est donc nécessaire d'opter pour une **barrière d'étanchéité à base de silicone** au lieu des traditionnels polysulfure ou polyuréthane. Le mastic utilisé pour la barrière doit être choisi conformément à la norme NBN EN 15434.

Si le facteur de transmission UV du vitrage extérieur est très faible (< 1 %), comme c'est le cas pour certaines feuilles de verre extérieures émaillées ou feuilletées, le joint du vitrage isolant est suffisamment protégé et la résistance UV des matériaux ne doit donc pas être prise en compte.

2.3 Compatibilité des matériaux

Puisque les joints d'étanchéité entrent en contact avec les mastic de scellement et l'intercalaire (généralement en PVB), il importe de vérifier la compatibilité entre ces éléments. Il est fortement recommandé de consulter les fiches techniques et/ou de contacter directement les fabricants de mastics.

En cas d'utilisation de feuilles de verre émaillées, il faut veiller à ce que le joint d'étanchéité adhère suffisamment à la couche d'email. Ceci peut être déterminé par un essai préalable.

2.4 Dimensionnement

Pour résister aux charges de vent, les vitrages doivent être dimensionnés selon les principes généraux de la norme NBN S 23-002-2.

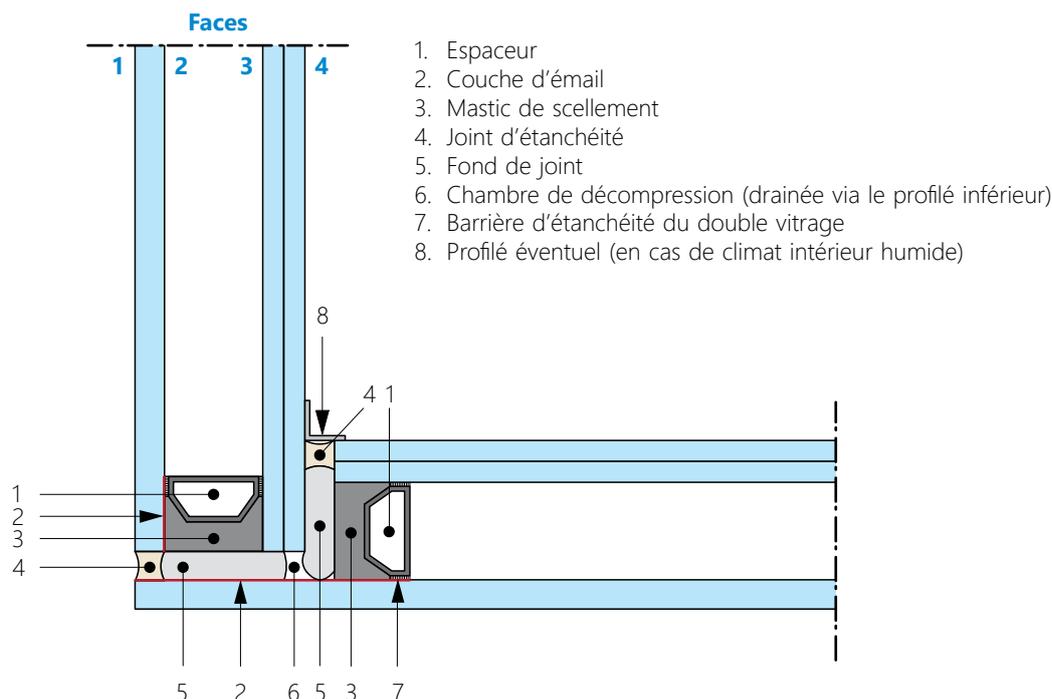
L'assemblage d'angle étant considéré comme un appui continu, le joint d'étanchéité (voir figure 3, n° 4) doit présenter une résistance mécanique suffisante (module d'élasticité et contrainte de calcul adaptés) ainsi que des dimensions conformes au dimensionnement. Pour réaliser ce joint, il convient de choisir un mastic de classe ISO 11600 G 20 HM ou ISO 11600 G 25 HM permettant un transfert de charge.

Edge deletion

Le phénomène du *edge deletion* est lié à l'élimination du revêtement présent sur tout le périmètre de la face 2 de la feuille de verre, afin d'obtenir une meilleure adhérence de la barrière d'étanchéité (voir figure 1, n° 7).

2 | *Edge deletion* visible (ligne orange) dans l'angle entre les deux vitrages.





3 | Application d'une couche d'émail sur la surface de contact entre les deux feuilles de verre extérieures.

Enfin, la résistance aux chocs dans le plan de la feuille de verre doit répondre aux exigences de la norme NBN B 25-002-1 et l'angle doit pouvoir résister à un choc mécanique.

2.5 Choix du verre

Pour empêcher toute casse thermique de la feuille de verre extérieure, il peut s'avérer utile de recourir à du **verre durci ou trempé**. Néanmoins, par analogie avec la norme NBN EN 13022-1 concernant le vitrage extérieur collé (VEC), nous pensons qu'il devrait être possible d'utiliser un vitrage ordinaire (autrement dit, du verre *float*), à condition que le rapport entre la longueur et l'épaisseur du prolongement, siliconé, de la feuille extérieure soit limité à 5. Si tel est le cas, il est aussi conseillé de meuler les bords de la feuille extérieure. En ce qui concerne le verre émaillé, le risque de casse thermique est faible, car ce type de verre est également trempé.

Nous tenons encore à souligner que, si l'on souhaite réaliser un angle avec du triple vitrage, il est difficile de respecter la recommandation susmentionnée dans la pratique. Dès lors, il s'avère souvent nécessaire d'opter pour du verre durci ou trempé.

Remarque

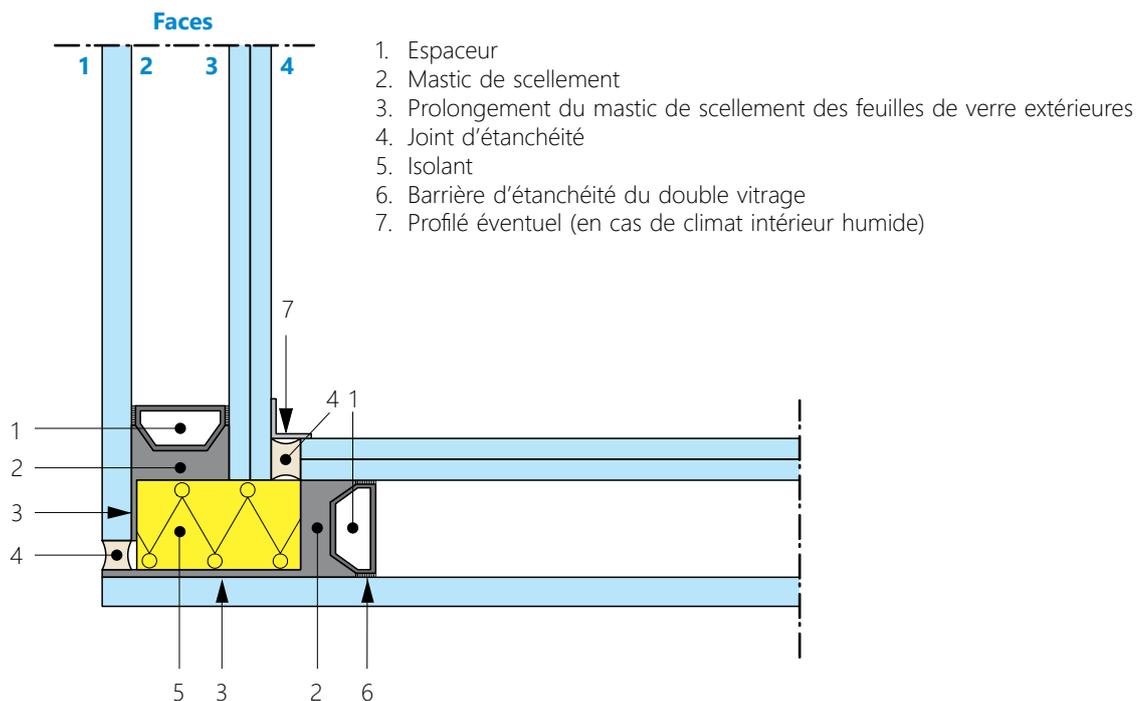
Compte tenu des nombreux avantages qu'il offre, il serait préférable d'opter pour un verre émaillé. Celui-ci est toutefois plus coûteux, car sa mise en œuvre demande quelques étapes supplémentaires.

La norme NBN S 23-002 indique dans quelles situations il convient de faire usage d'un vitrage de sécurité.

2.6 Isolation thermique

Le contact entre la feuille de verre intérieure de l'un des volumes de vitrage et la feuille de verre extérieure de l'autre volume engendre une température de surface moins favorable à cet endroit et, dans certaines conditions, un risque de condensation. Une éventuelle solution consiste à découper la feuille intérieure des deux vitrages isolants, afin d'ajouter un matériau isolant dans l'angle (voir figures 4 et 5).

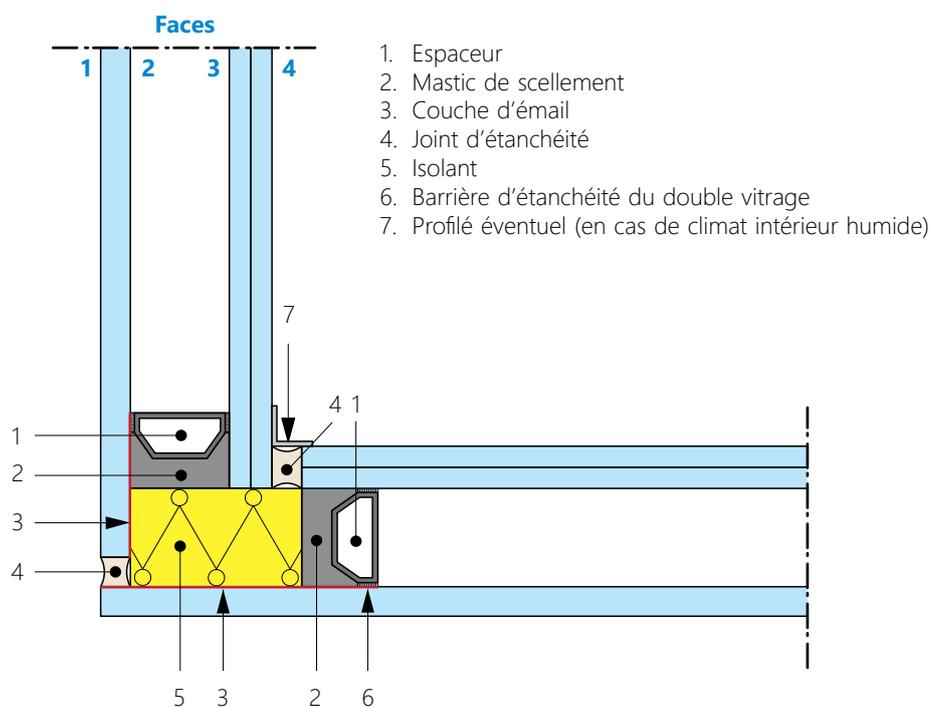
Afin d'éviter la casse thermique de la feuille de verre extérieure, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser du verre durci ou trempé.



4 | Solution thermiquement améliorée pour la réalisation d'un angle entre deux vitrages sans profilé de menuiserie.

Il faut en outre s'assurer que l'étanchéité à l'air est garantie. En cas de climat intérieur humide (piscine, par exemple), il est recommandé de prendre des mesures

visant à garantir l'étanchéité à la vapeur du côté intérieur (application d'un profilé en L dans l'angle intérieur, par exemple). 



5 | Solution thermiquement améliorée pour l'application d'une couche d'émail entre les deux feuilles de verre extérieures.



Accessoires pour ETICS : utilité des bandes d'étanchéité précomprimées

Les recommandations du CSTC relatives aux ETICS avec enduit ⁽¹⁾ et avec revêtement dur ⁽²⁾ soulignent l'importance d'une bonne étanchéité à l'eau entre l'ETICS et les éléments adjacents. A cet égard, elles détaillent la mise en œuvre de bandes précomprimées. On constate toutefois fréquemment des négligences dans la manière dont ces bandes, pourtant importantes, ont été posées.

Y. Grégoire, ir., responsable des publications sectorielles, division 'Publications et documentation', CSTC

La jonction de l'ETICS avec les autres éléments du bâtiment (menuiseries, seuils de fenêtre, ...) doit être rendue étanche à l'eau. Cette étanchéité peut être assurée à l'aide d'une **bande autocollante flexible à base d'une mousse imprégnée de résine**. Disponible en rouleau, cette bande précomprimée prend lentement du volume après avoir été appliquée. Son épaisseur finale ne peut pas dépasser l'épaisseur maximale stipulée par le fabricant, sous peine de ne plus garantir l'étanchéité à l'eau.

En plus de présenter des caractéristiques mécaniques suffisantes, cette bande est :

- étanche à l'eau jusqu'à une pression déterminée (en général 600 Pa)
- perméable à la vapeur d'eau ($\mu d \leq 0,5$ m)
- résistante aux températures extrêmes (-30 °C à +90 °C)
- peu conductrice thermiquement ($\lambda \pm 0,05$ W/m.K).

Il est à noter que ce type de bande ne peut en aucun cas être mis en contact avec des solvants ou des produits chimiques.

Le choix du matériau et sa mise en œuvre sont à effectuer conformément aux instructions et aux informations techniques fournies par le fabricant ou, mieux encore, par l'**agrément technique du système**. Ainsi, la bande doit être choisie en vérifiant que son épaisseur est compatible avec celle de l'espace à calfeutrer. Sa longueur totale est déterminée en comptant 10 mm supplémentaires par mètre à jointoyer.

Une fois le film protecteur lentement retiré, la bande est appliquée sur un support sec, exempt de graisse, de poussière ou de tout autre élément risquant de diminuer l'adhérence. Au droit des interruptions ou des angles, il faut veiller à **bien accoler les embouts de chacune des deux bandes**, afin d'assurer la continuité de l'étanchéité (d'où l'importance des 10 mm supplémentaires par mètre).

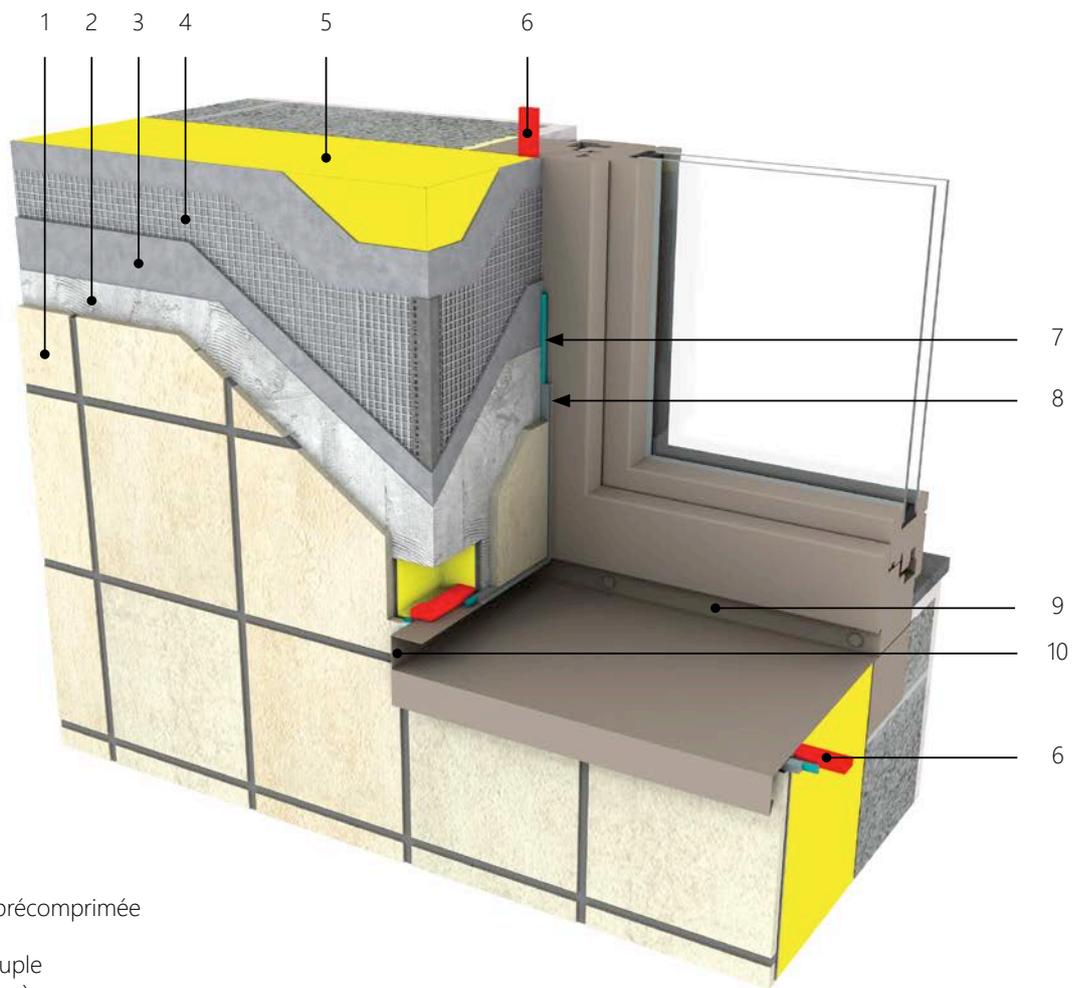


1 | Etanchéification d'un seuil au moyen de bandes précomprimées.

⁽¹⁾ Voir NIT 257.

⁽²⁾ Voir Les Dossiers du CSTC 2015/4.15.

2 | Pose de bandes d'étanchéité précomprimées au droit d'une fenêtre et de son seuil métallique.



1. Revêtement dur
2. Colle à carrelage
3. Enduit de base renforcé (ETICS)
4. Treillis d'armature
5. Isolant
6. Bande d'étanchéité précomprimée
7. Fond de joint
8. Joint d'étanchéité souple
9. Rehausse arrière (talon)
10. Rehausse latérale

L'isolant est posé de sorte que la bande soit fermement calée entre celui-ci et le support (voir figure 1 à la page précédente). Combinée à un joint souple au droit du parachèvement de l'isolant et correctement comprimée, la bande joue un rôle primordial dans l'étanchéité à l'eau au droit de la jonction entre l'ETICS et les éléments adjacents (voir figure 2).

Une pose mal exécutée (voir figure 3) peut être à l'origine d'**infiltrations d'eau** qui entraîneront, à leur tour, d'autres pathologies (détérioration des finitions intérieures et des matériaux sensibles, attaques biologiques, ...).

Le placement correct de ces bandes précomprimées constitue dès lors un prérequis essentiel dans l'exécution des ETICS. 

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet ETICSiv 'Application poussée d'innovations dans le cas d'ETICS avec revêtements durs' subsidié par VLAIO.



3 | Pose inadéquate des bandes d'étanchéité précomprimées : absence de bande à la jonction entre l'isolant et le seuil, et découpe non ajustée de l'isolant.

Le point sur les joints de structure et de fractionnement

Les entreprises spécialisées dans la pose de revêtements en pierre naturelle ou en carreaux céramiques sont souvent confrontées à la présence de joints dont l'appellation et la fonction ne sont pas toujours clairement définies. Il n'est donc pas aisé pour le professionnel de déterminer le rôle exact de ces joints, l'amplitude potentielle de leurs mouvements ainsi que la façon de les traiter.

L. Firket, arch., chef adjoint de la division 'Avis technique et consultancy', CSTC

L'ensemble des joints destinés à permettre un mouvement relatif de la structure du bâtiment ou des chapes et des revêtements de sol non adhérents sont appelés **joints de mouvement** par opposition aux **joints de finition**, qui ont pour but de parachever la surface en remplissant les espaces entre les carreaux ou les dalles. Les joints de finition ne sont pas abordés dans cet article.

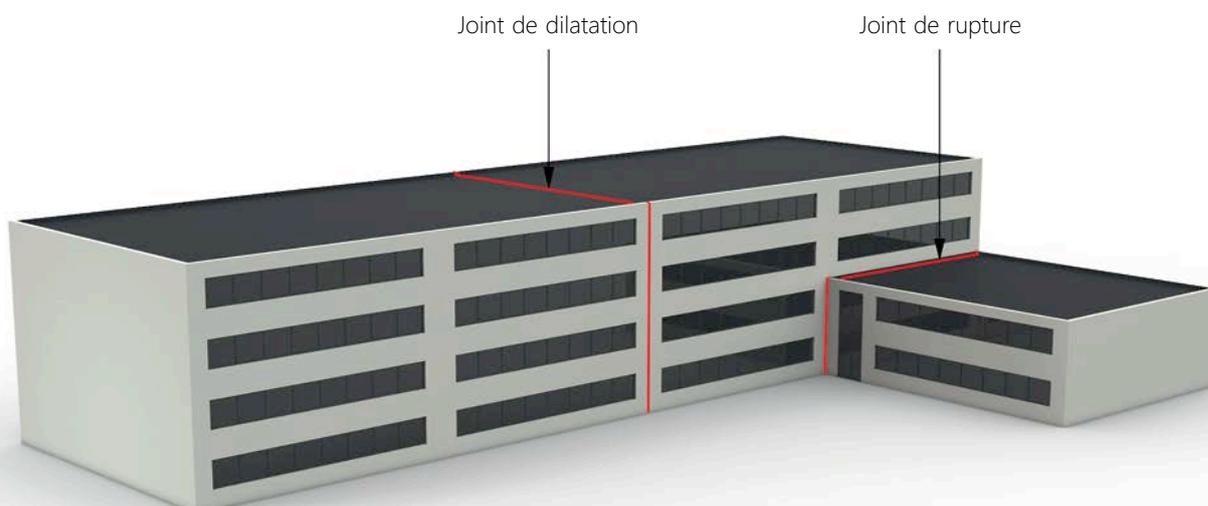
Concernant les joints de mouvement, il convient de distinguer :

- les joints de structure ou de gros œuvre
- les joints de fractionnement.

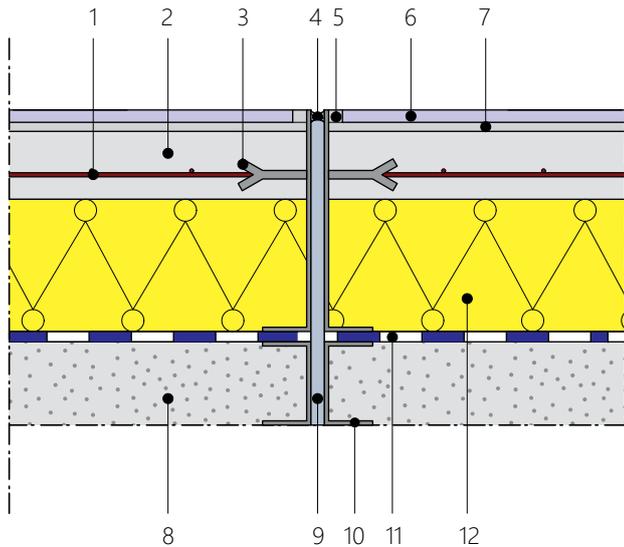
Les joints de structure ou de gros œuvre

On appelle généralement joints de structure ou de gros œuvre l'ensemble des joints qui marquent une **interruption verticale dans la structure portante d'un immeuble**. Leur rôle est de scinder le bâtiment en plusieurs parties indépendantes les unes des autres, afin d'y permettre un mouvement différentiel horizontal ou vertical. Etant donné qu'ils peuvent remplir des fonctions diverses, ces joints sont désignés par des appellations différentes (voir figure 1) :

- on parle habituellement de **joints de dilatation** pour désigner les joints réalisés dans la structure d'un long



1 | Les joints de structure ou de gros œuvre sont de deux types : de dilatation et de rupture.



1. Armature
2. Chape
3. Ancrage
4. Joint souple
5. Joint rigide (mortier)
6. Dallage
7. Mortier-colle
8. Plancher
9. Fond de joint
10. Profilé métallique
11. Membrane de désolidarisation
12. Isolant

2 | Solution à privilégier en cas de circulation intensive sur le revêtement.

bâtiment, pour éviter que les mouvements horizontaux dus à la dilatation thermique ou au retrait (hydraulique ou de séchage) de l'ouvrage n'atteignent des valeurs excessives et provoquent des tensions susceptibles d'entraîner une fissuration. Le mouvement potentiel à reprendre peut être calculé à l'aide de la formule de la variation de la longueur des matériaux (voir [NIT 266](#), § 2.2.2.1). Il est d'usage de prévoir un joint de dilatation lorsque la longueur du bâtiment est supérieure à une trentaine de mètres

- on parle de **joint de tassement ou de rupture** pour désigner les joints réalisés :
 - en cas d'interruption de la structure portante de l'immeuble au droit d'une modification des charges appliquées aux fondations
 - lorsque ces dernières ne sont pas établies à la même profondeur
 - lorsque la portance du sol est différente.

Les mouvements différentiels en cas de tassement sont verticaux, mais leur ampleur ne peut pas être calculée par une simple approche théorique, car elle dépend de la compressibilité du sol. Le bureau d'étude doit dès lors estimer l'ampleur du tassement des diverses parties du bâtiment et donc du tassement différentiel que les joints pourront être amenés à absorber. Contrairement aux mouvements thermiques – cycliques et donc répétitifs –, les mouvements de tassement différentiel sont souvent irréversibles.

Compte tenu de ces différents mouvements potentiels, qui peuvent être orientés dans des directions différentes et dont l'ampleur peut être très variable, il est impératif que le poseur du revêtement de sol prolonge les joints de structure dans la chape et le revêtement sans décalage et sans réduction de la largeur.

Sur la hauteur de la chape et de son revêtement, voire de la couche d'isolation thermique et/ou acoustique

sous-jacente, on applique en général des joints préfabriqués constitués d'une double cornière dont les deux parties sont solidarifiées au moyen d'un élastomère (voir figure 2). Un mastic élastique est ensuite appliqué au droit de la surface.

Les joints de fractionnement

Les joints de fractionnement concernent uniquement le revêtement de sol et la chape sur laquelle celui-ci est posé. Comme l'explique l'[Infofiche n° 46](#), ils ne doivent être prévus que lorsque la chape est flottante (chape mise en œuvre sur une sous-couche thermique et/ou acoustique) ou non adhérente (par interposition d'une feuille de polyéthylène, par exemple).

Leur rôle consiste à **fractionner le sol en surfaces réduites dans le but de réduire les tensions** qui résultent des mouvements thermiques et/ou du retrait (hydraulique ou de séchage) du revêtement et de la chape.

Selon leur fonction ou leur emplacement, leur appellation se veut plus spécifique, à savoir :

- on parle de **joint de retrait, de désolidarisation ou de dilatation** (on entend ici la dilatation de la chape et de son revêtement, et non de la structure), lorsqu'on fait référence à leur fonction
- on parle de **joint périphérique ou de pourtour** quand il est question de leur emplacement.

Lorsque la chape et son revêtement ne sont pas adhérents au support, ces joints doivent être mis en œuvre selon les recommandations des [NIT 179](#), [213](#) et [237](#). Si la chape adhère à son support, il est évidemment inutile, voire néfaste, de réaliser de tels joints, comme l'indique l'[Infofiche précitée](#). ◆



Appliquer un primaire d'abord et carreler ensuite ?

Avant de carreler, il est essentiel de bien préparer le support. Ainsi, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer une couche d'adhérence ou un primaire pour obtenir un résultat final satisfaisant.

T. Vangheel, ir, conseillère principale senior, division Communication et formation, CSTC

1 Contrôle du support

1.1 Planéité, horizontalité et verticalité

Avant d'entamer la pose du carrelage, le carreleur doit vérifier que la planéité, l'horizontalité et la verticalité du support répondent aux exigences. Pour certains supports, il convient également de contrôler le taux d'humidité résiduelle.

Les défauts éventuels sont à signaler – de préférence par écrit – au maître d'ouvrage ou à son représentant. Les mesures adéquates doivent ensuite être prises pour y remédier (égalisation du support, observation d'un temps de séchage plus long, traitement des fissures, pose d'une natte de désolidarisation ou application de produits d'étanchéité à l'eau, par exemple). Ce point n'est toutefois pas développé dans cet article.

1.2 Etat de la surface

Outre les propriétés susmentionnées, le carreleur doit aussi évaluer l'état de la surface du support : est-elle très absorbante, est-elle poussiéreuse ? La réponse à ces questions permet de déterminer s'il est nécessaire d'appliquer un primaire ainsi que le type de produit à utiliser.

1.2.1 Supports très absorbants

Comme les supports de ce type (chapes et enduits à base de ciment ou enduits à base de plâtre) absorbent trop rapidement l'humidité de la colle à carrelage, il se peut que cette dernière n'adhère pas correctement et n'atteigne pas la résistance prévue. De plus, étant donné que le temps ouvert de la colle est réduit, le carreleur dispose de moins de temps pour poser les carreaux. Enfin, vu que les sillons de colle sèchent et durcissent plus rapidement, une pellicule se forme à leur surface et diminue considérablement l'adhérence des carreaux. Les supports très absorbants doivent donc être traités avec **un primaire permettant de réduire leur capacité d'absorption**.

Ce type de primaire est également fortement recommandé sur les supports secs (chapes restées longtemps sans finition).

1.2.2 Supports non absorbants

En présence de supports non absorbants (carrelage sur carrelage, par exemple), souvent aussi très durs et lisses, il est conseillé d'utiliser **une couche d'adhérence**.

Il est important de noter que le carreleur doit éliminer la saleté, la graisse et les couches de cire, à l'origine d'une diminution de l'adhérence, avant d'appliquer cette couche.

Le carreleur doit évaluer l'état de la surface du support pour déterminer s'il est nécessaire d'appliquer un primaire.



Application d'un primaire sur un carrelage existant.

1.2.3 Supports poussiéreux

Les supports poussiéreux (chapes ou couches d'enduit farineuses) présentent, eux aussi, un risque élevé de rupture entre le support et la colle. En effet, cette dernière adhère (ou tente d'adhérer) à des éléments qui ne sont pas suffisamment liés au support.

L'application d'un prétraitement est recommandée dans cette situation également. Celui-ci consiste généralement à mettre en œuvre **un primaire qui fixe les particules de poussière**. Étant donné que ce traitement est efficace sur seulement quelques millimètres de profondeur, la couche sous-jacente doit être suffisamment cohésive. Effectivement, le primaire n'améliore que la cohésion de la surface. Il existe néanmoins des produits capables de renforcer le support sur quelques centimètres de profondeur, mais ceux-ci exigent un tout autre travail.

1.2.4 Supports à base d'anhydrite

En cas de chapes et d'enduits liés à l'anhydrite, l'utilisation d'une colle à base de ciment nécessite l'application d'un primaire. Ce dernier a pour objectif de former une barrière entre le support et la colle et d'empêcher la formation de sels expansifs (ettringite) pouvant entraîner une rupture entre les deux couches.

2 Choix du primaire ou de la couche d'adhérence

Outre les primaires à base de solvant, **des produits à base d'eau** sont aussi disponibles. Étant donné qu'ils produisent

moins de nuisances olfactives lors de la mise en œuvre, leur utilisation est recommandée pour les applications intérieures.

3 Application

Les primaires et les couches d'adhérence doivent toujours être appliqués sur un support sec et propre. Les zones ne nécessitant pas de traitement doivent de préférence être protégées (collage de bandes adhésives, par exemple).

Il existe diverses méthodes d'application :

- l'étalement au pinceau ou au rouleau (voir figure ci-dessus)
- la pulvérisation.

Le saupoudrage de sable dans le primaire permet de rendre la surface plus rugueuse et d'améliorer ainsi l'adhérence de la couche de colle.

La fiche technique du fabricant indique la dilution éventuelle du primaire ainsi que la quantité de produit nécessaire. La consommation de produit dépend toutefois également de l'état de la surface et du nombre de couches à mettre en œuvre. Les couches d'adhérence sont souvent appliquées jusqu'à saturation et en couches croisées successives.

Les primaires peuvent être légèrement pigmentés pour permettre un contrôle visuel lors de la mise en œuvre.

Avant l'application, il est conseillé d'éliminer les résidus de colle durcie. Si ces résidus sont sensibles à l'humidité, ils sont en effet susceptibles de se ramollir au contact du primaire. ◆



Mettre en œuvre un sol résineux sur une chape ? C'est possible !

La résistance mécanique d'une chape étant assez limitée, il était autrefois souvent déconseillé d'y appliquer un revêtement résineux. Cependant, le projet de révision de la **NIT 216**, dédiée aux sols industriels à base de résine, autorise ce type de mise en œuvre, pour autant que la chape réponde à des exigences strictes en matière de résistance mécanique et de taux d'humidité.

T. Haerinck, ir., chef de projet, laboratoire 'Chimie du bâtiment', CSTC

Evolutions dans le domaine des sols résineux

Depuis la publication de la **NIT 216** en 2000, le domaine des sols résineux a connu de nombreuses évolutions. Deux normes de produits harmonisées ont ainsi été publiées : les normes NBN EN 13813 et NBN EN 1504-2, consacrées respectivement aux chapes et aux produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton. Par ailleurs, l'introduction de la directive 2004/42/CE, relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils, et de l'arrêté royal du 8 mai 2014 établissant les niveaux seuils pour ces émissions, conduit à remplacer progressivement les produits en phase solvant par des produits en phase aqueuse.

Comme les sols résineux connaissent de plus en plus de succès dans les bâtiments non industriels (habitations, bureaux, salles de réunion et espaces commerciaux, ...), les entrepreneurs doivent souvent envisager les travaux d'une autre manière. Par exemple, ils doivent davantage tenir compte de l'aspect esthétique et ont souvent à faire à d'autres types de supports que les planchers traditionnels en béton (chapes à base de ciment ou à l'anhydrite, ...).

Bien qu'il ait été déconseillé par le passé de mettre en œuvre un sol résineux sur une chape – en raison de la faible résistance mécanique de ce type de revêtement –, la révision de la **NIT 216** formule quelques recommandations permettant la réalisation de ce type de travaux. Ainsi, il convient de s'assurer que la chape présente une résistance mécanique suffisante pour résister aux contraintes dues au séchage et au durcissement des produits à base de résine et de veiller à ce qu'elle satisfasse aux exigences relatives au taux d'humidité résiduelle.

Résistance mécanique

La révision de la **NIT 216** distingue deux classes d'emploi pour les sols résineux :

- la classe 1 concerne les locaux non industriels destinés au logement soumis à un trafic pédestre et à une usure légère par des roulettes
- la classe 2 désigne les locaux industriels et non industriels soumis à des charges lourdes et à un trafic roulant important.

A | Résistance mécanique requise pour les chapes sur lesquelles un sol résineux est mis en œuvre, en fonction de la classe d'emploi.

Classe d'emploi	Cohésion	Résistance en compression correspondante
1. Locaux non industriels destinés au logement soumis à un trafic pédestre et à une usure légère par des roulettes	> 1,5 N/mm ²	> 16 N/mm ²
2. Locaux industriels et non industriels soumis à des charges lourdes et à un trafic roulant important	> 2 N/mm ²	> 20 N/mm ²



B | Taux d'humidité maximal pour différents supports.

Type de support	Profondeur pour l'échantillonnage à l'aide d'une bombe à carbure	Taux d'humidité maximal (sans chauffage par le sol)	Taux d'humidité maximal (avec chauffage par le sol)
Chape à base de ciment	A mi-épaisseur de la chape	4,0 %	2,5 %
Chape à base d'anhydrite	Sur toute l'épaisseur de la chape	0,5 %	0,3 %

Pour chacune de ces classes, une cohésion minimale est recommandée pour la chape (voir tableau A). Il convient toutefois de respecter les valeurs préconisées par le fabricant du produit à base de résine. L'adhérence peut être déterminée assez facilement au moyen d'un essai de traction effectué sur le chantier. Le tableau A stipule également la résistance en compression correspondant à l'adhérence requise. Cette corrélation a été obtenue à partir d'une étude menée par le CSTC sur les chapes à base de ciment.

En cas de mise en œuvre d'un sol résineux sur une chape, il est vivement conseillé de stipuler la cohésion et la résistance en compression requises dans le cahier des charges et de contrôler la résistance mécanique de la chape. Ce contrôle est en principe effectué par le maître d'ouvrage ou par l'architecte lors de la réception de la chape.

Taux d'humidité résiduelle

Une chape récemment coulée contient durant encore longtemps une quantité considérable d'humidité. Etant donné que la réalisation d'un sol résineux sur un support trop humide peut entraîner un risque de décollement ou

de cloquage, il est essentiel que le support soit suffisamment sec. La vitesse de séchage dépend de nombreux paramètres, dont :

- les caractéristiques de l'air ambiant
- la structure du support (présence d'une barrière à l'humidité, par exemple)
- la composition du support
- le taux d'humidité initial
- l'épaisseur
- la densité.

Le tableau B livre, pour différents types de supports, un aperçu du taux d'humidité maximal, déterminé au moyen d'une bombe à carbure. Nous attirons l'attention sur le fait que certains produits résineux peuvent être appliqués sur des supports affichant un taux d'humidité plus élevé (systèmes perméables à la vapeur, par exemple). Il convient alors de consulter les informations techniques du fabricant, afin de connaître le taux d'humidité résiduelle maximal.

Notons enfin qu'il faut toujours vérifier le taux d'humidité de la chape à l'aide d'une bombe à carbure avant de mettre en œuvre le sol résineux. Un humidimètre électrique permettra de déterminer à quel endroit la mesure doit être faite. ◆





Zoom sur les chaufferies et cheminées

Les normes belges NBN B 61-001 et NBN B 61-002 dédiées aux chaufferies et aux conduits de fumée viennent d'être entièrement révisées. En complément à cette révision, le CSTC publie quelques articles visant à détailler les informations fournies dans les normes.

X. Kuborn, ir., chef de projet, laboratoire 'Chauffage et ventilation', CSTC

C. Delmotte, ir., chef de projet principal, division 'Installations intelligentes et solutions durables', CSTC

Présentation des articles

Les articles, qui paraîtront dans la série des Dossiers du CSTC, décrivent les règles de bonne pratique actuelles en matière de conduits de fumée et de chaufferies.

Leur premier objectif consiste à apporter un complément d'informations à des sujets techniques traités dans les normes NBN B 61-001 et NBN B 61-002. L'approche de ces fiches se veut pratique et concrète, notamment par le biais d'exemples. Leur second objectif est d'aborder les sujets qui ont été supprimés des normes lors de la récente révision. De cette manière, le lecteur peut facilement retrouver l'information manquante.

Ces articles ont été rédigés par le CSTC en collaboration avec un groupe de travail issu de la commission de normalisation NBN E 166 et constitué de membres des fédérations et organismes majeurs du secteur HVAC en Belgique.

Les sujets les plus importants, relatifs à la santé et à la sécurité, ont été traités en premier. En voici une brève présentation.

Exigences de sécurité incendie relatives aux conduits de fumée placés dans une gaine technique

Dans les bâtiments soumis à l'arrêté royal du 7 décembre 2016 relatif aux normes de base en matière de prévention contre l'incendie (immeubles à appartements, de bureaux, ...), les conduits de fumée sont placés dans une gaine technique dont les parois résistent au feu. L'article consacré à ce thème décrit les techniques de mise en œuvre permettant de répondre aux exigences de l'arrêté susmentionné (voir également l'exemple à la page suivante).

Distance de sécurité par rapport aux matériaux combustibles

Les conduits de fumée transportent des gaz chauds susceptibles de provoquer le départ d'un incendie si leur paroi extérieure se trouve à proximité de matériaux combustibles. L'article qui paraîtra à ce sujet décrit les exigences normatives à respecter en termes de distance de sécurité et de mise en œuvre. Il se focalise également sur la traversée des parois contenant des matériaux combustibles.

Emplacement du débouché

La fumée rejetée par les appareils de combustion contient des polluants qu'il convient d'évacuer le plus loin possible des bâtiments et des personnes. Cet article traite de l'emplacement du débouché du conduit de fumée par rapport aux prises d'air de ventilation (fenêtres, ouvertures de ventilation naturelle ou mécanique, ...) pour éviter que les polluants ne pénètrent dans les bâtiments.

Ventilation de la chaufferie

Un local de chauffe doit être ventilé, afin de maintenir une bonne qualité de l'air intérieur et de limiter la surchauffe dans le local. De plus, une amenée d'air comburant s'avère nécessaire en présence d'appareils de combustion non étanches. Cet article est consacré à la conception de la ventilation et de l'amenée d'air comburant (voir également l'exemple à la page suivante). ◆

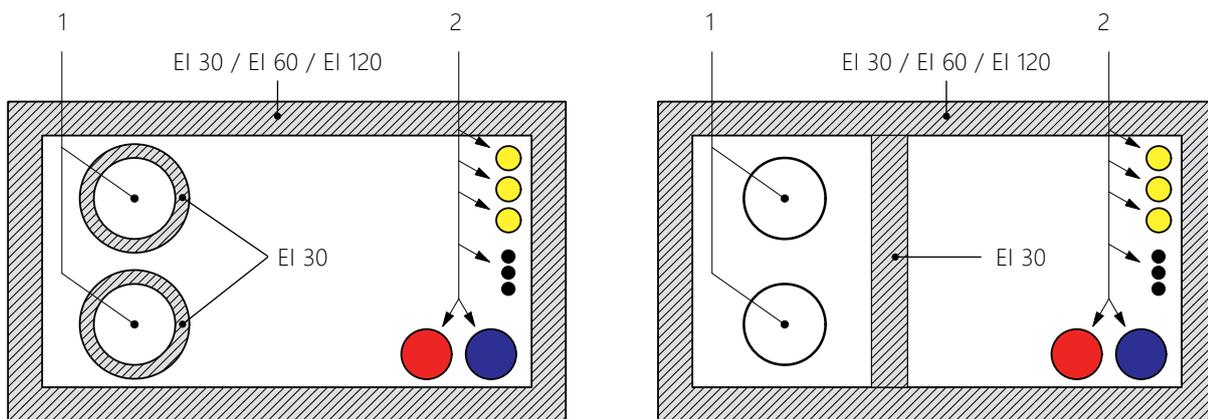
Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Energie et le climat intérieur' subsidiée par le SPF Economie.

Séparation dans une gaine technique

Une gaine technique dotée de parois résistant au feu et abritant au moins un conduit de fumée doit respecter l'une des exigences suivantes :

- soit la gaine est exclusivement destinée aux conduits de fumée
- soit le ou les conduits de fumée présentent eux-mêmes une résistance au feu EI 30 (*) (voir schéma de gauche)
- soit le ou les conduits de fumée sont séparés des autres éléments par une paroi résistant au feu EI 30 (voir schéma de droite).

Ces exigences sont d'application, sans exception, pour tout type de conduit (simple paroi, double paroi isolée, double paroi concentrique, ...) et tout type de matériau employé. Dans le cas présent, le terme 'conduit de fumée' désigne aussi bien le conduit destiné à l'évacuation de la fumée que celui utilisé pour l'amenée d'air comburant. La séparation EI 30 entre les conduits de fumée et les autres éléments est également d'application, même si ces derniers sont incombustibles.



1. Conduits de fumée ou d'amenée d'air comburant, individuels ou collectifs, concentriques ou parallèles
2. Conduites de gaz, câbles électriques, conduits de ventilation, conduites d'eau, ...

Mise en œuvre d'une séparation EI 30 dans la gaine technique.

(*) Pratiquement, cette solution est difficilement applicable aujourd'hui, car aucune méthode d'essai normative ne permet de déterminer les caractéristiques EI d'un conduit de fumée.

Ventilation de la chaufferie

Prenons l'exemple d'une chaufferie couvrant une surface de 8 m² et équipée de deux chaudières au gaz d'une puissance nominale totale de 64 kW :

- une chaudière étanche de 32 kW
- une chaudière non étanche sans coupe-tirage de 32 kW.

La chaudière non étanche a besoin d'un débit d'air comburant d'au moins 44 m³/h, calculé sur la base du débit calorifique de l'appareil.

La chaufferie a besoin d'être ventilée pour évacuer les polluants et limiter la surchauffe. Le débit nécessaire à l'évacuation des polluants est calculé sur la base de la superficie de la chaufferie et vaut 24 m³/h. Le débit pour limiter la surchauffe est calculé sur la base de la puissance nominale des deux chaudières et vaut 146 m³/h.

Comme l'air nécessaire pour refroidir la chaufferie est aussi utilisé pour évacuer les polluants et pour servir de comburant, les débits ne doivent pas être additionnés. La chaufferie doit donc être équipée d'une amenée d'air non obturable permettant d'assurer un débit de 146 m³/h. Une grille murale de 300 mm x 300 mm, par exemple, permet de respecter cette exigence.



Succès croissant pour les chauffe-eau thermodynamiques

Les boilers ou chauffe-eau thermodynamiques sont actuellement en plein essor. Peut-on cependant les considérer comme une alternative économique aux boilers électriques classiques ? Découvrez dans cet article tout ce qu'il faut savoir sur ces appareils.

B. Bleys, ir., chef du laboratoire 'Techniques de l'eau', CSTC

1 Principe de fonctionnement

Un chauffe-eau thermodynamique produit de l'eau chaude sanitaire sans être raccordé au système de chauffage du bâtiment. Il se compose d'un ballon de stockage et d'une pompe à chaleur intégrée.

Ce type d'appareil contient un fluide réfrigérant qui subit un **cycle thermodynamique** (évaporation et condensation). Ce processus se déroule dans un échangeur qui transmet la chaleur extraite de l'environnement à l'eau sanitaire. Pour de plus amples informations concernant le fonctionnement des pompes à chaleur, nous vous renvoyons aux [Dossiers du CSTC 2007/1.4](#).

Il est possible d'équiper un chauffe-eau thermodynamique d'un **chauffage d'appoint** (résistance électrique ou chaudière distincte, par exemple). Celui-ci peut être utilisé lorsque la pompe à chaleur ne parvient pas seule à amener l'eau à la température souhaitée et qu'on désire augmenter périodiquement la température de l'eau afin de prévenir le développement de légionelles.

Il existe également des modèles pouvant être raccordés à des capteurs photovoltaïques (voir figure à la page suivante).

2 Types de chauffe-eau

Les chauffe-eau thermodynamiques peuvent être répartis en trois catégories en fonction de leur mode d'installation et de la source de chaleur utilisée.

2.1 Extraction de la chaleur de l'air extérieur

L'air extérieur est aspiré dans l'évaporateur de la pompe à chaleur, refroidi et rejeté à l'extérieur.

2.2 Extraction de la chaleur de la ventilation

L'air est extrait du système de ventilation, refroidi dans l'évaporateur de la pompe à chaleur avant d'être rejeté à l'extérieur. Pour rappel, en ce qui concerne la ventilation des immeubles d'habitation, l'air frais est amené dans les locaux secs et l'air vicié est évacué des locaux humides (cuisine, salle de bain et toilettes, par exemple). Ces chauffe-eau sont particulièrement fréquents en présence d'un système de ventilation de type C (alimentation naturelle et évacuation mécanique).

Bien qu'en principe, un chauffe-eau thermodynamique puisse aussi fonctionner avec un système de type D (alimentation et évacuation mécaniques), cela se fait plus rarement. Le système D étant déjà équipé d'un échangeur de chaleur, l'air extrait contient effectivement moins de chaleur.

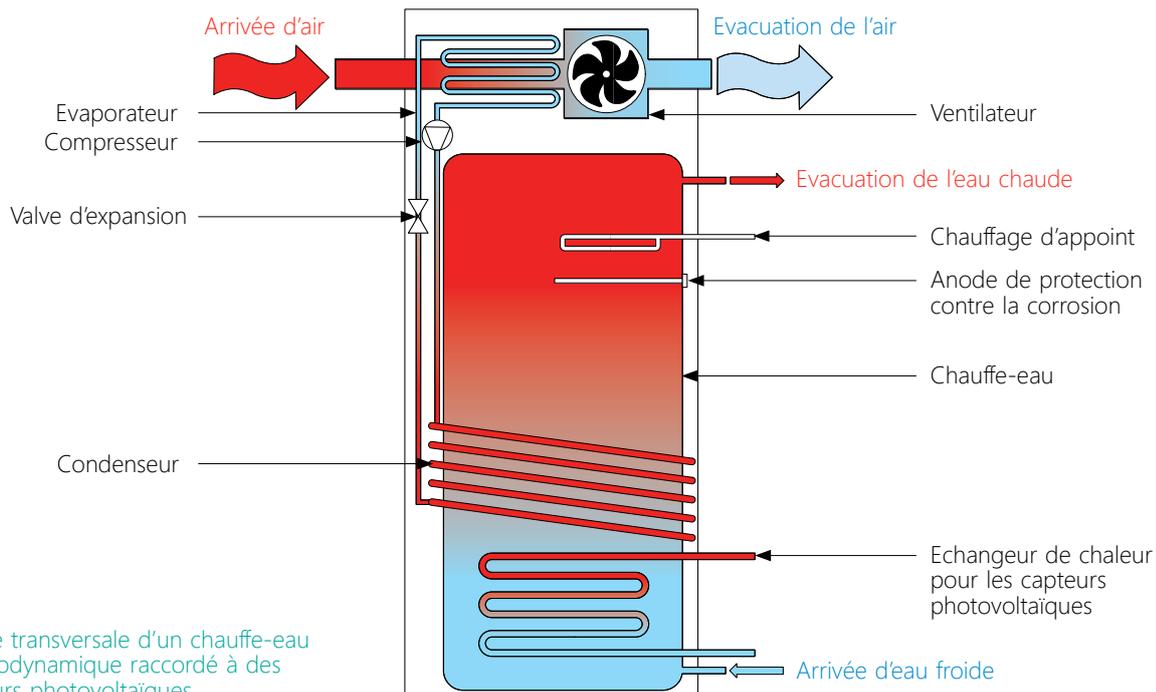
Ces chauffe-eau sont souvent également équipés d'un conduit d'amenée d'air extérieur comme source de chaleur alternative, au cas où l'air extrait du système de ventilation ne serait pas assez chaud.

2.3 Extraction de la chaleur de l'air intérieur

L'air provenant cette fois d'un local intérieur est refroidi et déshumidifié dans l'évaporateur de la pompe à chaleur avant d'être renvoyé dans le même local. Il est **déconseillé d'installer des chauffe-eau de ce type dans des locaux chauffés**, sous peine de devoir chauffer davantage le local. En cas d'installation dans un local à refroidir à l'intérieur du volume protégé, la quantité maximale de chaleur disponible est, elle aussi, limitée.

3 Dimensionnement et performances

Les chauffe-eau thermodynamiques sont généralement peu puissants (0,5 à 3 kW), mais disposent d'un volume d'eau



Coupe transversale d'un chauffe-eau thermodynamique raccordé à des capteurs photovoltaïques.

important (100 à 300 L). Dans l'attente de la publication de l'annexe nationale à la norme NBN EN 12831-3, ils peuvent être dimensionnés selon la méthode décrite dans la norme DIN 4708-2. Dans [Les Dossiers CSTC 2019/2.11](#), cette méthode a été extrapolée à des puissances faibles et à des grands volumes.

Depuis septembre 2015, les directives européennes relatives à l'écoconception et à l'étiquetage énergétique s'appliquent également aux appareils destinés à la production d'eau chaude sanitaire (voir [Les Dossiers du CSTC 2015/3.15](#)). Cet étiquetage permet de comparer les appareils entre eux. Au vu des performances affichées par la majorité d'entre eux, on peut dire que les chauffe-eau thermodynamiques constituent donc bel et bien une **alternative économique aux chauffe-eau électriques classiques**.

Les fiches techniques des appareils font fréquemment mention du coefficient de performance ou COP. Ce coefficient exprime le rapport entre la puissance thermique fournie par la pompe à chaleur et la puissance électrique nécessaire pour faire fonctionner le compresseur, le ventilateur et d'autres appareils annexes. Le COP varie généralement entre 2 et 4.

Dans la pratique, l'appareil fournit souvent de moins bonnes performances que ce que laisse pourtant présager ce coefficient. Ceci est dû aux pertes de chaleur. Plus la température de l'eau chaude sanitaire augmente, plus le COP diminue. C'est notamment le cas lorsque l'eau chaude sanitaire est produite à 60 °C (température recommandée pour éviter le développement de légionelles).

4 Instructions et exigences relatives à l'installation et à l'entretien

Etant donné qu'une partie de la vapeur d'eau présente dans l'air ambiant se condense dans le condenseur du chauffe-eau, il convient de prévoir un conduit d'évacuation (avec siphon) dans le local d'installation. Lorsque la hauteur du raccordement à l'égout ne permet pas une évacuation par gravité, une pompe de relevage de condensats doit être installée.

Pour les locaux où s'appliquent des exigences strictes en matière de bruit (près des chambres à coucher, par exemple), il peut s'avérer nécessaire de prendre des mesures supplémentaires, telles que l'installation d'un silencieux sur le tracé des gaines de ventilation.

La hauteur du plafond du local d'installation doit être suffisante que pour pouvoir assurer l'entretien des filtres à air, par exemple. C'est aussi pour cette raison qu'il n'est pas toujours possible d'installer un chauffe-eau thermodynamique dans une maison existante. Si la chaleur est extraite de l'air intérieur, le local d'installation doit être suffisamment grand (15 à 20 m³).

Toutes les installations sanitaires, y compris celles équipées d'un chauffe-eau thermodynamique, sont à entretenir conformément aux exigences du [Guide de l'entretien pour des bâtiments durables](#). A cet égard, une attention particulière doit être accordée à l'entretien des filtres et au contrôle périodique de l'anode sacrificielle en cas de chauffe-eau émaillé. 

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet Instal2020.

FAQ

La lisse basse d'une construction à ossature en bois peut-elle se trouver sous le niveau du sol extérieur ?

Non. Compte tenu du risque de dégradation du bois et/ou de ses variations dimensionnelles en milieu humide, il est recommandé de placer la lisse basse à un niveau de 20 cm minimum par rapport au sol fini extérieur.



Plus d'informations : [Les Dossiers du CSTC 2013/1.4 et 2018/3.6](#)

Quelles solutions mobiles existe-t-il pour une entreprise de construction ?

Les possibilités offertes par les technologies mobiles sont nombreuses. Plusieurs caractéristiques sont à prendre en considération lorsqu'on envisage d'acquérir un appareil mobile (taille de l'écran, autonomie de la batterie, sauvegarde des données, ...).

Plus d'informations : [Infocliche 57](#)



FAQ

Peut-on réaliser une terrasse extérieure avec une pierre naturelle, sans toutefois disposer d'une fiche technique de la pierre ?

Afin de pouvoir être posée au sol à l'extérieur, une pierre naturelle doit disposer d'une déclaration de conformité mentionnant ses principales caractéristiques techniques et physiques (résistance au gel, à l'usure, au glissement, ...) conformément aux exigences du marquage CE. Les essais permettant de déterminer ces caractéristiques sont décrits au chapitre 4 de la NIT 228. Ce document comporte les fiches techniques des pierres naturelles les plus couramment utilisées en Belgique. En l'absence d'une fiche technique ou d'une déclaration de conformité, il est malheureusement impossible de prévoir le comportement dans le temps d'une pierre naturelle placée à l'extérieur.



Plus d'informations : [NIT 228](#)

Peut-on utiliser un humidimètre électrique pour contrôler l'assèchement d'un mur après un traitement contre l'humidité ascensionnelle ?

Non. Les humidimètres électriques ne conviennent pas pour contrôler la teneur en humidité d'un mur après une intervention contre l'humidité ascensionnelle. Le fonctionnement de ces appareils est fortement influencé par la présence de sels hygroscopiques (nitrates, ...). Par conséquent, en présence d'un mur parfaitement sec avec une concentration élevée en sels à la surface, l'appareil indiquera des valeurs d'humidité élevées. Pour déterminer le taux d'humidité réel du mur, on préconise d'autres techniques (mesure à l'aide de la bombe à carbure ou pesée d'échantillons).



Plus d'informations : [Monographie 2.2](#) et [NIT 252](#)

Des menuiseries extérieures sans finition peuvent-elles être conseillées ?

Non. Ce choix est déconseillé, car il ne permet pas de garantir le maintien des performances initiales des menuiseries telles que l'étanchéité à l'eau ou à l'air.



Plus d'informations : [Infiches 15, 16 et 61](#)

Pleins feux

La cellule Brevets du CSTC : votre partenaire pour innover

La cellule Brevets de la construction (OCBC) est un service créé par le SPF Economie et assuré par le CSTC. Un brevet est la **protection légale** d'une invention de nature technique. Il offre à son titulaire le droit d'interdire à tout tiers de commercialiser son invention. Toutes les inventions ne peuvent pas prétendre à un brevet.

La cellule offre une assistance personnalisée gratuite et permet de répondre à bon nombre de questions, notamment :

- mon invention peut-elle prétendre à un brevet ?
- existe-t-il des brevets apportant une solution à mon problème ?
- puis-je rendre publique mon invention avant d'avoir introduit une demande de brevet ?

N'hésitez pas à consulter son site Internet (www.cstc.be, rubrique 'Innovation') et à prendre connaissance des nombreuses nouvelles qu'elle publie.



Spécifier correctement les bétons



L'**Antenne Normes 'Béton-mortier-granulats'** a récemment publié une annonce relative à la nouvelle norme NBN B 15-001.

Cette norme est très importante, car elle permet de spécifier les bétons et donc, pour les entrepreneurs, de commander de manière correcte le béton à la centrale.

Sur la page d'accueil du [site Internet du CSTC](http://www.cstc.be), il est dès lors possible de télécharger la norme ainsi qu'un document d'aide à la spécification du béton qui permettra de tout savoir sur la spécification :

- d'un béton 'traditionnel'
- d'un béton autocompactant
- d'un béton pour parois moulées.

Publications du CSTC



Les Dossiers du CSTC

2018/3.10 Bruits de la ventilation mécanique : leçons tirées d'un cas concret

2018/4.9 Comment tester l'étanchéité des installations de chauffage ?

Infofiches

N° 74 Décollement d'une peinture sur maçonnerie historique

Notes d'information technique

NIT 269 Revêtements de sol en bois : planchers, parquets et revêtements de sol à placage. Partie 1 : matériaux, terminologie et exigences (remplace la NIT 218)



Publications

Les publications du CSTC sont disponibles :

- sur notre site Internet :
 - gratuitement pour les entrepreneurs ressortissants
 - par souscription pour les autres professionnels (enregistrement sur www.cstc.be)
- sous forme imprimée et sur clé USB.

Pour tout renseignement, appelez le 02/529.81.00 (de 8h30 à 12h00) ou contactez-nous par e-mail (publ@bbri.be).

Formations

- Pour plus d'informations au sujet des formations, veuillez contacter T. Vangheel par téléphone (02/716.42.11) ou par e-mail (info@bbri.be).
- Lien utile : www.cstc.be (rubrique 'Agenda').

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

Editeur responsable : Olivier Vandooren, CSTC, rue du Lombard 42, B-1000 Bruxelles

Revue d'information générale 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 partielle, des textes et des illustrations de la présente revue n'est autorisée qu'avec le consentement écrit de l'éditeur responsable.

www.cstc.be



Recherche • Développe • Informe

Principalement financé par les redevances de quelque 95.000 entreprises belges représentant la quasi-majorité des métiers de la construction, le CSTC incarne depuis plus de 55 ans le centre de référence en matière scientifique et technique, contribuant directement à l'amélioration de la qualité et de la productivité.

Recherche et innovation

L'introduction de techniques innovantes est vitale pour la survie d'une industrie. Orientées par les professionnels de la construction, entrepreneurs ou experts siégeant au sein des Comités techniques, les activités de recherche sont menées en parfaite symbiose avec les besoins quotidiens du secteur.

Avec l'aide de diverses instances officielles, le CSTC soutient l'innovation au sein des entreprises, en les conseillant dans des domaines en adéquation avec les enjeux actuels.

Développement, normalisation, certification et agréation

A la demande des acteurs publics ou privés, le CSTC réalise divers développements sous contrat. Collaborant activement aux travaux des instituts de normalisation, tant sur le plan national (NBN) qu'europpéen (CEN) ou international (ISO), ainsi qu'à ceux d'instances telles que l'Union belge pour l'agrément technique dans la construction (UBAAtc), le Centre est idéalement placé pour identifier les besoins futurs des divers corps de métier et les y préparer au mieux.

Diffusion du savoir et soutien aux entreprises

Pour mettre le fruit de ses travaux au service de toutes les entreprises du secteur, le CSTC utilise largement l'outil électronique. Son site Internet adapté à la diversité des besoins des professionnels contient les ouvrages publiés par le Centre ainsi que plus de 1.000 normes relatives au secteur.

La formation et l'assistance technique personnalisée contribuent au devoir d'information. Aux côtés de quelque 750 sessions de cours et conférences thématiques impliquant les ingénieurs du CSTC, plus de 18.000 avis sont émis chaque année par la division Avis techniques.

Siège social

Rue du Lombard 42, B-1000 Bruxelles
tél. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail : info@bbri.be
site Internet : www.cstc.be

Bureaux

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
tél. 02/716 42 11
fax 02/725 32 12

- avis techniques – publications
- gestion – qualité – techniques de l'information
- développement – valorisation
- agréments techniques – normalisation

Station expérimentale

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
tél. 02/655 77 11
fax 02/653 07 29

- recherche et innovation
- formation
- bibliothèque

Brussels Greenbizz

Rue Dieudonné Lefèvre 17, B-1020 Bruxelles
tél. 02/233 81 00