cstc.be
Recherche • Développe • Informe

Contact

2017/3

Une édition du Centre scientifique et technique de la construction

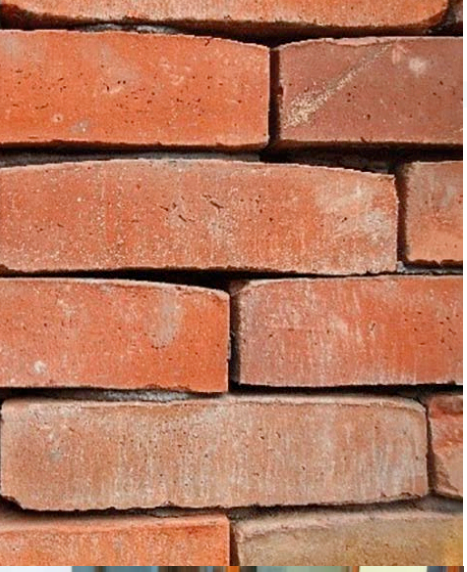
Panneaux photovoltaïques
p8-9

ETICS sur ETICS
p14-15

Systèmes de nivellement
p18-19

Isolation par l'intérieur
p26-27

Dépôt : Bruxelles X • Numéro d'agréation : P 401010
14e année • Trimestriel



Sommaire

2017/3

Le premier salon du secteur entièrement dédié au numérique 3

Maçonneries de parement en briques : choisir l'épaisseur des joints en fonction des tolérances des matériaux 4

Principe d'étanchéité des joints dans les ouvrages étanches en béton 6

Un module de calcul pour les ancrages des capteurs photovoltaïques sur toitures à versants 8

Rénovation d'une toiture plate : comment améliorer la pente ? 10

Préserver le bois de structure reste indispensable ! 12

ETICS sur ETICS : une solution énergétiquement favorable 14

Pleins feux + FAQ 16

Solutions pour éviter les désaffleurements entre carreaux 18

L'application de revêtements résineux sur des supports non industriels 20

Eviter les dépôts et la corrosion dans les installations de chauffage : une nécessité ! 22

Protéger les bâtiments contre les débordements de l'égout public 24

Isolation des murs existants par l'intérieur : réalisation des détails 26

Etapes pour l'implémentation du BIM 28

Evaluation des performances d'un projet grâce à la gestion de la valeur acquise 30

Le **premier salon** du secteur entièrement dédié au **numérique**

Contrairement aux évolutions qui se sont succédé depuis l'invention de la machine à vapeur, la **4e révolution industrielle** impacte directement le secteur de la construction. Les nouvelles technologies permettront en effet de construire des prototypes uniques selon des procédés industriels. Or, la réalisation d'ouvrages uniques est précisément ce que nous faisons tous les jours sur chantier. Les solutions qu'offrent ces technologies amélioreront également l'organisation des entreprises ainsi que la collaboration entre les acteurs, ce qui, à terme, réduira fortement le coût des malfaçons tout en fournissant au client un produit de meilleure qualité dans des délais plus courts.

Afin de présenter au secteur l'étendue des possibilités suscitées par les technologies numériques, le CSTC et la Confédération Construction se sont associés en vue d'organiser le tout premier salon sectoriel réservé aux professionnels et exclusivement consacré au numérique au sens le plus large. Le salon **Digital Construction Brussels** se déroulera les **11 et 12 octobre prochain au Wild Gallery, à Forest**. Vous y découvrirez un large éventail de solutions numériques susceptibles de simplifier vos missions quotidiennes ou de les rendre plus efficaces, et ce quelle que soit la taille de votre entreprise. Près de **50 exposants** ont d'ores et déjà confirmé leur participation. Le salon sera agrémenté de nombreuses présentations abordant des sujets très variés comme l'utilisation des drones en construction, la réalité augmentée, les objets connectés, le BIM, …, mais aussi l'*e-facturation*, le calcul du prix de revient, le contrôle des présences sur chantier. Toutes les informations concernant ce rendez-vous se trouvent sur le site dédié www.digitalconstructionbrussels.be.

Ne manquez pas cet événement exceptionnel, et venez toutes et tous découvrir les nombreuses solutions numériques qui faciliteront votre vie !

DIGITAL CONSTRUCTION Brussels

La mise en œuvre des maçonneries de parement en briques à joints minces connaît un succès croissant depuis quelques années, et ce qu'il s'agisse de briques aux formes rectilignes ou moins régulières. Pour obtenir le résultat escompté, il importe d'utiliser des matériaux compatibles entre eux et de se mettre clairement d'accord quant à l'aspect souhaité.

Maçonneries de parement en briques : choisir l'**épaisseur des joints** en fonction des tolérances des matériaux

Choix du mortier et des briques

Le choix du mortier est déterminé par l'épaisseur de joint souhaitée (voir Les Dossiers du CSTC 2011/2.3). Cette épaisseur doit répondre aux prescriptions du fabricant de mortier et doit être suffisamment importante que pour pouvoir reprendre les tolérances de fabrication et de pose des briques. Le fabricant de briques doit déclarer, dans ses fiches techniques, la classe de dispersion des dimensions (R_1, R_1^+, R_2, R_2^+ ou R_m), excepté dans certains cas particuliers, notamment lorsqu'il s'agit de briques irrégulières ou non rectangulaires (voir Les Dossiers du CSTC 2014/4.14).

Dans la pratique, c'est surtout la dispersion des dimensions au sein d'un même lot de briques (R_i) qui aura un impact sur l'épaisseur des joints. Le tableau A indique les tolérances pour des briques dont les dimensions déclarées sont de 190/90/50 mm, et ce pour diverses classes de dispersion des dimensions.

A | Tolérances dimensionnelles pour des briques 190/90/50 mm.

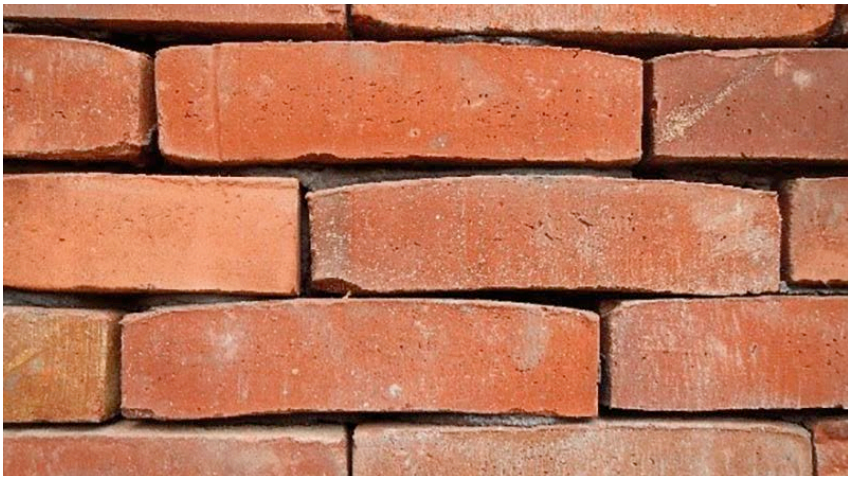
Classe de dispersion	R_1	R_1^+	R_2	R_2^+
Tolérance par rapport à la longueur [mm] (L_{max} - L_{min})	8	8	4	4
Tolérance par rapport à la hauteur [mm] (H_{max} - H_{min})	4	1	2	1

Choix de l'appareillage de maçonnerie

Avec les formats modulaires standard, la longueur de la face panneresse d'une brique correspond à la somme de deux fois la boutisse et d'un joint d'environ 12 mm d'épaisseur. Dans le cas d'une maçonnerie collée à joints minces, cette relation n'est plus la même. Par conséquent, pour une mise en œuvre collée, il sera nécessaire de scier une partie des briques si l'on souhaite effectuer un appareillage en demi-brique. Certains fabricants proposent des formats de briques adaptés à une mise en œuvre à joints minces.

Il est important par ailleurs d'adapter l'épaisseur des joints, de manière à pouvoir reprendre les différents écarts dimensionnels des briques. Ainsi, on constate parfois que l'on a maintenu l'épaisseur des joints verticaux en y insérant des plaquettes en plastique. Toutefois, en procédant de la sorte, l'écart sur la longueur des briques aura des conséquences inévitables sur l'alignement des joints verticaux.

1 | Irrégularité des faces de pose des briques.



B | Epaisseur recommandée des joints [mm] et tolérances à prévoir [mm] en cas de maçonnerie de parement en briques, sur la base des plus grandes dimensions de fabrication.

Caractéristiques dimensionnelles		Epaisseur nominale minimale des joints [mm]			
		12	8	6	3
Dispersion maximale recommandée des dimensions		R_1	R_1 (jusqu'à 400 mm de long (1) et 200 mm de haut) ou R_2	R_1^+ (jusqu'à 200 mm de long (1)) ou R_2^+	R_2^+ (jusqu'à 210 mm de long (1)) ou plus sévère
Ecart de planéité maximal des faces de pose [mm]		6	4	3	2
Tolérance d'exécution [mm]		4 (normal)			2 (sévère)
Epaisseur du joint d'assise [mm]	Variation statistique	12 ± 4,5	8 ± 3,5	6 ± 2,5	3 ± 1,5
	Variation extrême (2)	12 ± 10	8 ± 8	6 ± 4	3 ± 2,5
Epaisseur du joint vertical [mm] (1)	Variation statistique	12 ± 5	8 ± 4,5	6 ± 3,5	3 ± 1,5
	Variation extrême (2)	12 ± 8,5	8 ± 8	6 ± 6	3 ± 3

(1) Pas applicable en cas d'appareillage sauvage.
(2) L'alignement des joints d'assise ou des joints verticaux est adapté localement afin de pouvoir reprendre les valeurs extrêmes des écarts.

En pratique, dans le cas d'une maçonnerie de parement à joints minces, on optera de préférence pour un appareillage sauvage (joints verticaux non alignés), en particulier lorsque les briques présentent des écarts dimensionnels importants sur leur longueur.

Choix de l'épaisseur des joints

Le tableau B mentionne l'épaisseur nominale des joints et la dispersion des dimensions des briques qui y est associée; cette largeur nominale doit permettre de réaliser un alignement suffisamment rectiligne des joints dans le cas d'une mise en œuvre normale. Ce tableau tient compte de la planéité des faces de pose des briques (voir figure 1). Etant donné que la planéité influence l'épaisseur des joints, il est préférable de vérifier avec le fabricant si les valeurs du tableau se confirment dans la pratique. Cette vérification peut se faire en mesurant les briques livrées, ce qui permet encore d'adapter l'épaisseur des joints. Puisque la dispersion des dimensions peut varier d'un lot à l'autre, il est recommandé de fixer définitivement le mesurage et l'épaisseur des joints une fois les briques livrées sur chantier. Celles-ci doivent en outre être suffisamment mélangées.

Le tableau B indique également les écarts d'épaisseur prévisibles des joints pour les plus grands formats de fabrication. Par exemple, pour une brique de 500 mm de longueur et 300 mm de hauteur, et pour une épaisseur de joints de 12 mm (voir la première colonne), la variation du joint vertical serait de 12 ± 5 mm ou 12 ± 8,5 mm.

Le tableau permet en outre de déterminer, à partir de la classe de dispersion de la brique choisie, l'épaisseur nominale minimale 'sécuritaire'. A l'inverse, il est également possible de connaître, à partir d'une épaisseur de joints souhaitée, les tolérances dimensionnelles recommandées pour la brique. A noter qu'on ne peut décider de réduire la tolérance d'exécution (voir la dernière colonne) sans un accord préalable de l'entreprise, étant donné que ceci influence le délai d'exécution et le coût des travaux.

Lorsque la maçonnerie est posée selon un appareillage sauvage, les écarts sur la longueur de la brique ont moins d'impact sur l'aspect.

Généralement, les joints entre des briques moulées à la main sont plus épais qu'entre des briques étirées, lesquelles sont caractérisées par une face de parement plus rectiligne et plus régulière. En raison de leur processus de fabrication, certaines briques étirées présentent toutefois une bavure de découpe pouvant mesurer jusqu'à 2 mm (voir figure 2). Il est dès lors recommandé de prévoir une épaisseur de joint nominale de 6 mm ou plus pour ces briques.

Y. Grégoire, ir., chef de la division Matériaux, CSTC
J. Wijnants, ing., chef adjoint du département Avis technique et consultance, CSTC

Cet article a été rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes Tolérances et aspect (Eye Precision).

2 | Bavures de découpe visibles sur des briques étirées.

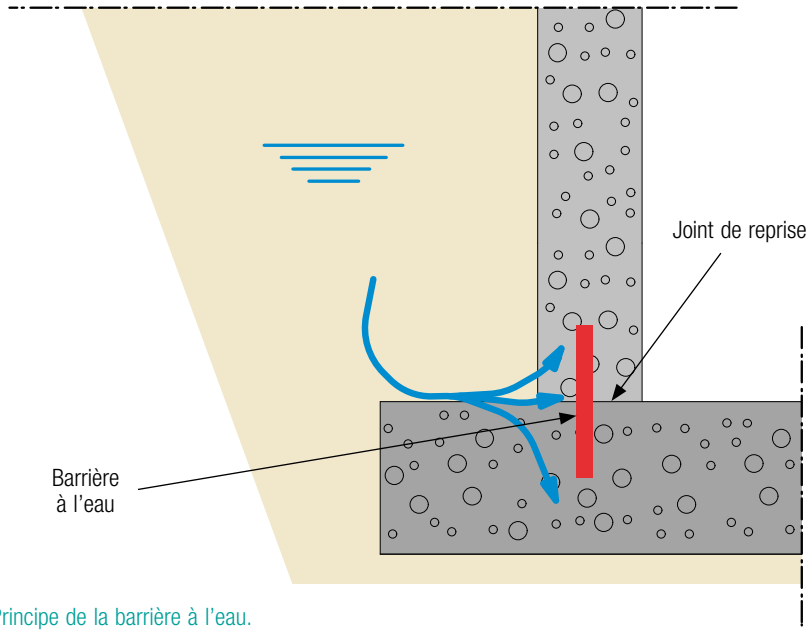
Les ouvrages étanches en béton sont régulièrement le siège de désordres tels que fissures et infiltrations d'eau. Des questions d'ordre technique se posent dès lors concernant l'acceptabilité de ces défauts, mais aussi au sujet des quantités d'armatures et des matériaux choisis pour réaliser les joints. Une étude a été menée récemment pour pouvoir y répondre. Cet article aborde plus particulièrement la mise en œuvre des joints de reprise et de retrait.

Principe d'étanchéité des joints dans les ouvrages étanches en béton

Efficacité des différents types de joints

Tout ouvrage en béton compte un certain nombre de joints que l'on distingue selon leur fonction : joints de construction (joints de dilatation, principalement), joints de reprise (en raison du phasage des travaux) ou encore joints de fractionnement (joints de retrait, par exemple). Dans le cas des ouvrages étanches en béton – qu'il s'agisse de stations d'épuration des eaux ou de caves à usage résidentiel –, ces joints représentent souvent des points faibles au droit desquels des fissures traversantes peuvent apparaître, entraînant ainsi des infiltrations d'eau. Il convient dès lors de mettre en œuvre localement un dispositif d'étanchéité à l'eau. Pour ce faire, on applique généralement le principe de la barrière à l'eau, qui consiste à créer un barrage au sein de la fissure et à forcer le passage de l'eau uniquement au travers du béton (voir figure 1). Le tableau 1 de la NIT 250 indique les systèmes permettant de protéger les constructions enterrées contre les infiltrations d'eau. Ainsi, dans toute situation où de l'eau souterraine pourrait se trouver – temporairement ou non – à un niveau supérieur à celui du sol de la cave, ou lorsque le sol est peu perméable, il est nécessaire de munir les joints d'une étanchéité supplémentaire. En pratique, cela concerne la majorité des caves.

Le tableau 21 de la NIT 247 classifie les joints de reprise et de retrait selon leur principe d'étanchéité.



1 | Principe de la barrière à l'eau.

Méthodologie d'essai

Des essais réalisés sur une jonction mur-plancher à échelle réelle (voir le détail de référence 1.1 dans la NIT 250) ont permis de valider cette classification.

Une barrière à l'eau a d'abord été intégrée dans une partie du plancher, puis dans un pan du mur. Après la réalisation d'un interstice entre la première et la seconde phase du bétonnage, une charge d'eau a été appliquée (voir figure 2) et l'étanchéité des joints contrôlée. La procédure a été répétée après un cycle de séchage.

Ces essais portaient sur les principes d'étanchéité les plus courants pour une pression d'eau de 0,3 bar (colonne d'eau de 3 m) : joints internes métalliques ou synthétiques avec différents modes de recouvrement (désolidarisé, soudé ou clippé), en combinaison ou non avec des matériaux hydrogonflants. Ces derniers ont également fait l'objet de tests individuels en tant que matériaux d'étanchéité.

Comparaison entre la classification conseillée dans la NIT 250 et celle issue des résultats d'essai obtenus pour les principes d'étanchéité les plus courants.

Principe d'étanchéité testé		Classe d'étanchéité maximale recommandée pour l'ouvrage	
		Conseillée dans la NIT 250	Sur la base des résultats d'essais
A	Plaque d'acier interne avec jonctions par soudure continue et boudin hydrogonflant	– (*)	2
B	Joint interne métallique avec jonctions par soudure continue	1 ou 2	2
C	Joint interne synthétique avec jonctions à recouvrement clippé, avec ou sans boudin hydrogonflant intégré	1 ou 2	2
D	Joint interne métallique avec jonctions à recouvrement désolidarisé	1	1
E	Boudin hydrogonflant à base de bentonite	0	0
F	Boudin hydrogonflant à base d'acrylique	0	0

(*) Ce principe n'apparaît pas dans la NIT 250.

Résultats des essais

Les premiers résultats coïncidaient *grosso modo* avec ceux de la classification proposée dans la NIT 250 (voir tableau). Attardons-nous brièvement sur quelques observations intéressantes :

- les essais ont été réalisés dans des conditions (de laboratoire) idéales. Une campagne d'essais ultérieure testera la robustesse des joints en présence de petites erreurs d'exécution
- quelques petites fuites ont été observées au début des essais dans les dispositifs A, B et C, mais elles ont diminué par la suite jusqu'à disparaître complètement après quelques jours. Les étanchéités testées conviennent dès lors pour les classes d'étanchéité 1 et 2
- des fuites plus importantes ont été constatées avec le principe d'étanchéité étudié dans le dispositif D. Elles ont disparu très lentement et sont parfois réapparues après un cycle de séchage. Sur la base de ces premiers essais, il est recommandé d'utiliser ce type d'étanchéité pour des ouvrages de classe d'étanchéité 1. L'utilisateur doit en outre être conscient du fait que des débits de fuite (limités) sont possibles et que les performances du dispositif dépendent beaucoup de la mise en œuvre. Dans le cadre des essais de robustesse programmés, il faut donc s'attendre à de moins bonnes performances avec ce principe d'étanchéité, qui est fortement dépendant du compactage local du béton au droit du chevauchement
- les essais effectués sur les matériaux hydrogonflants ont livré des résultats assez variés, les débits de fuite étant soit élevés soit à peine perceptibles.

2 | Charge d'eau exercée équivalente à une colonne d'eau de 3 m et contrôle du débit de fuite.

N. Cauberg, ir., chef de laboratoire et T. Lonfils, ir., chef de projet, laboratoire Structures, CSTC
B. Parmentier, ir., chef de la division Structures, CSTC

Etude

Les essais menés sur la mise en œuvre des joints, la fissuration et les débits d'eau ont été réalisés dans le cadre d'une étude plus large consacrée aux ouvrages étanches en béton. Cette étude a été subsidiée par le SPF Economie.

Pour éviter l'arrachement des capteurs photovoltaïques placés sur des toitures à versants, il convient non seulement de respecter certaines règles de mise en œuvre – décrites dans une NIT à paraître au sujet de l'implantation des panneaux solaires sur toitures inclinées –, mais aussi de dimensionner correctement leurs ancrages dans la structure du toit. Cet article traite du dimensionnement des ancrages et décrit le module mis au point par le CSTC pour les calculer.

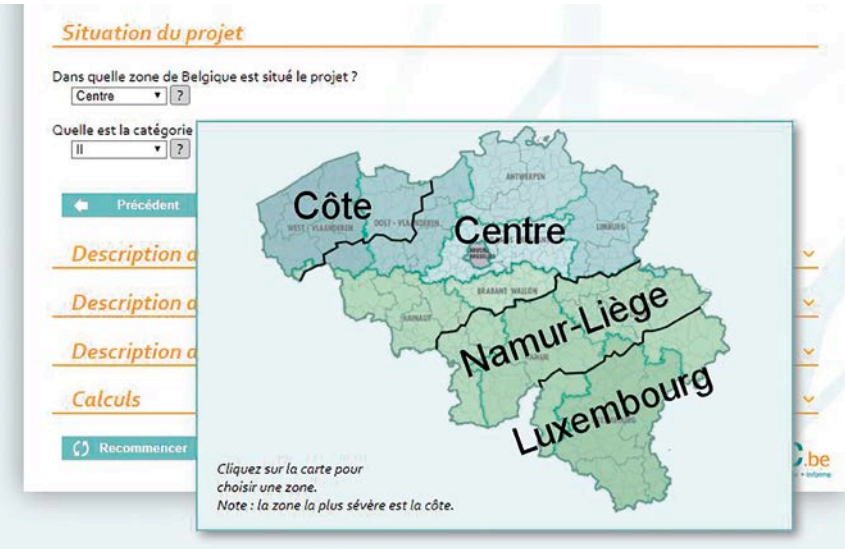
Un module de calcul pour les **ancrages des capteurs photovoltaïques** sur toitures à versants

Le dimensionnement des ancrages dépend de nombreux paramètres :

- **la situation géographique :** région et type de terrain environnant (voir figure 1)
- **la géométrie du bâtiment :** hauteur, largeur, longueur, nombre de versants de toiture, …
- **le type de capteurs :** dimensions, orientation des rails, installation intégrée, semi-intégrée ou en surimposition, …
- **le type d'ancrages utilisés :** type et nombre de vis, dimensions des crochets, qualité du bois de support, …

Pour aider l'entrepreneur dans cette tâche complexe, le CSTC a mis en ligne un module de calcul qui permet de déterminer de manière simple et visuelle si la solution envisagée répond aux exigences de résistance et, dans le cas contraire, de savoir immédiatement quels sont les points à renforcer.

Le calcul des efforts du vent est réalisé suivant l'Eurocode 1 (NBN EN 1991-1-4), tandis que la résistance des ancrages et la répartition du vent sur les capteurs sont basées sur une méthode développée par le CSTC (*) et sur les prescriptions de la norme française NF P78-116.



1 | Sélection d'une zone géographique.

Le module est dès à présent disponible à l'adresse suivante : www.cstc.be/go/module_pv.

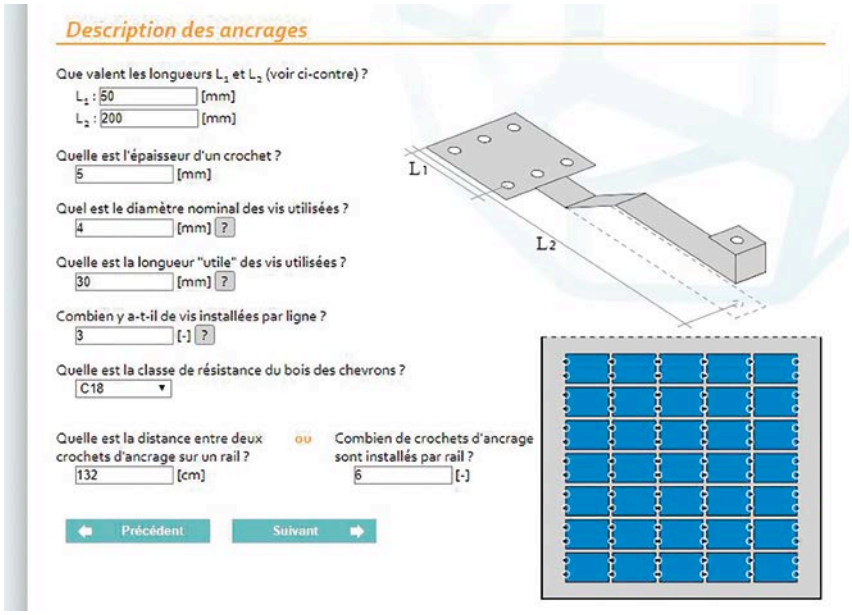
Description du module de calcul

Le module, intégré à une page Internet, peut très facilement être consulté depuis n'importe quels ordinateur, tablette, smartphone, quels que soient leur type, leur âge ou leur système d'exploitation.

L'outil comprend quatre parties correspondant aux quatre niveaux de renseignements à fournir pour définir la résistance des ancrages :

- la situation géographique du projet
- la description du bâtiment

(*) Voir 'Calcul au vent des ancrages des structures portantes des capteurs solaires'.



2 | Description des ancrages.

de haut située à Bruxelles et équipée de panneaux de 120 cm x 80 cm. Les crochets ont une longueur de 20 cm et une épaisseur de 5 mm. Deux rangées de trois vis de 4 mm de diamètre maintiennent le crochet dans la toiture. En procédant par essais et erreurs, l'utilisateur pourra facilement, en quelques minutes à peine, optimiser le nombre, le type et la position des ancrages. Dans le cas présent, il apparaît qu'utiliser des vis de 6 mm de diamètre ou installer huit ancrages par rails plutôt que six permet de satisfaire aux exigences.

G. Zarmati, ir., chef de projet, laboratoire Structures, CSTC

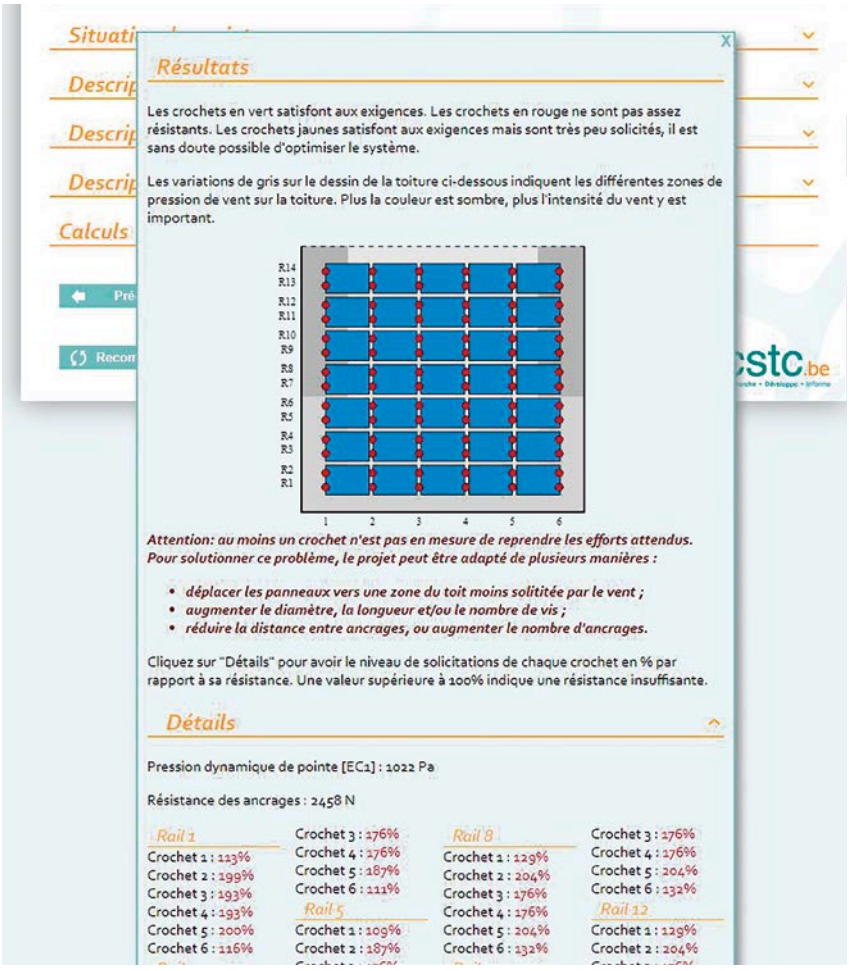
- la description des panneaux
- la description du système d'ancrage.

Pour chaque question, une aide interactive est prévue. Comme l'illustre la figure 1 à la page précédente, il suffit de cliquer sur la carte de Belgique pour sélectionner la zone où est situé le projet.

La capture d'écran illustrée à la figure 2 présente les paramètres des ancrages à introduire. On y retrouve notamment la longueur du crochet, le nombre et la position des vis d'ancrage dans la toiture, le nombre et la position des crochets sur les rails de support, …

Lorsque tous les paramètres sont introduits, il ne reste plus qu'à cliquer sur le bouton 'Calculer' pour que le module vérifie la résistance des ancrages choisis. Une représentation de la toiture et des points d'ancrage apparaît alors (voir figure 3). Les crochets sont colorés en vert ou en rouge selon qu'ils sont suffisamment résistants ou non. Il est également possible de cliquer sur 'Détails' pour afficher le niveau de chargement de chacun des points d'ancrage et pour déterminer ceux qu'il convient de renforcer.

A titre d'exemple, les résultats repris à la figure 3 concernent une maison de 15 m



3 | Présentation des résultats.

Les entrepreneurs de travaux d'étanchéité en toiture doivent souvent travailler sur des supports à base de ciment irréguliers : différences de niveau entre éléments préfabriqués de type TT, cohésion insatisfaisante des formes de pente, discontinuités, pente globalement ou localement insuffisante, … Comment gérer ces irrégularités, principalement rencontrées lors de travaux de rénovation ? Le présent article s'attarde sur les manières d'améliorer la pente (*).

Rénovation d'une **toiture plate** : comment **améliorer la pente** ?

Pour évacuer l'eau correctement et limiter la stagnation, il est recommandé d'appliquer en partie courante de la toiture une pente d'au moins 2 % (voir Les Dossiers du CSTC 2013/4.7).

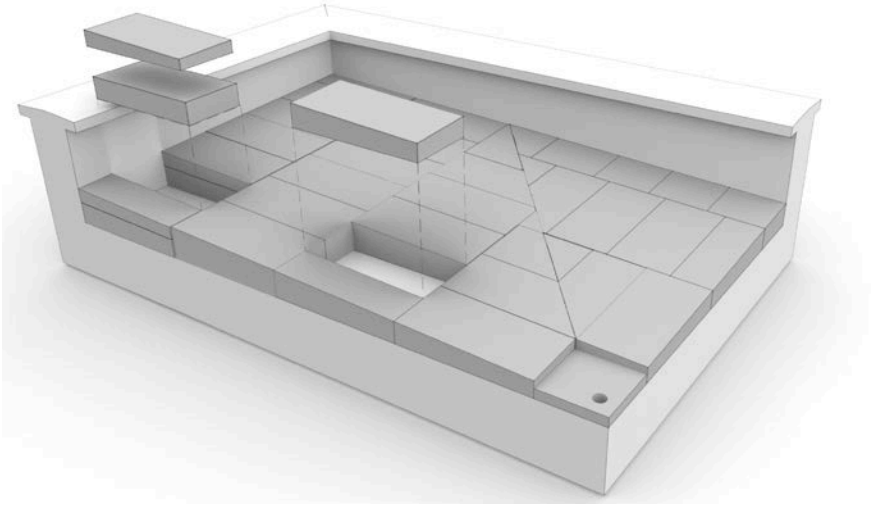
Dans la révision en cours de la NIT 215, le chapitre 10 ('Rénovation') fournit quelques pistes concernant la correction de supports présentant une pente insuffisante. Lorsque la pente doit être améliorée, différents scénarios sont possibles selon que le complexe toiture est conservé ou démonté jusqu'au support, avec ou sans nécessité d'une étanchéité provisoire.

Situation n° 1 : le complexe toiture est conservé

Cette situation se présente, par exemple, lors de la réfection de l'étanchéité d'une toiture chaude ou de l'application d'une couche supplémentaire d'isolation. Il est possible de corriger la pente en appliquant, par-dessus l'étanchéité existante, une couche d'isolation à pente intégrée (dont le principe est illustré à la figure 1). De nombreux fabricants proposent des produits de ce type en divers matériaux (CG, EPS, PU, MW, …); certains disposent même d'une attestation d'aptitude à l'emploi (ATG ou équivalent). Les pentes et épaisseurs doivent être combinées judicieusement, ce qui implique une identification claire (marquage) des panneaux et l'établissement d'un plan de calepinage détaillé. La vérification du support et la mise en œuvre doivent être soignées, afin d'éviter les contre-pentes. Cette solution implique souvent l'adaptation des rives de la toiture (relevés, seuils, …), surtout en cas de toiture de grandes dimensions (voir également Les Dossiers du CSTC 2011/2.6).

Afin d'orienter l'écoulement de l'eau vers les évacuations, il est également possible de corriger localement la pente à l'aide :

- d'un mélange spécifique constitué, par exemple, de granulats de perlite ou de vermiculite liés au bitume ou éventuellement au ciment, d'un mélange de primaire résineux et de sable, d'une masse bitumineuse (voir figure 2), …
- de 'pointes de diamant' réalisées au moyen d'éléments préfabriqués (en matériau isolant), principalement pour éviter une stagnation d'eau dans



1 | Principe de l'isolation à pente intégrée.

(*) Concernant la cohésion des formes de pente, le lecteur intéressé consultera Les Dossiers du CSTC 2014/2.5. Les désaffleurements entre éléments préfabriqués non recouverts d'un béton de seconde phase feront, quant à eux, l'objet d'un prochain article.

la noue en orientant sa pente vers l'avaloir (voir la figure 8 de la NIT 244). Des fabricants d'isolants proposent des kits prêts à l'emploi avec plan de pose.

L'adhérence au support et la cohésion des matériaux doivent être suffisantes pour assurer la résistance au vent du nouveau complexe.

Situation n° 2 : le complexe toiture est démonté jusqu'au support et une étanchéité provisoire est nécessaire

Cette situation se présente notamment lorsqu'un grand bâtiment doit rester occupé durant les travaux ou lorsque l'on souhaite conserver les finitions intérieures.

Si le support est suffisamment plan, on posera une étanchéité provisoire et on appliquera par-dessus celle-ci, au choix (et en fonction des charges admissibles sur le complexe) :

- une isolation à pente intégrée : dans ce cas, l'étanchéité provisoire deviendra le pare-vapeur du nouveau complexe toiture. Cette solution présente le grand avantage de ne pas occasionner l'introduction d'humidité de construction, mais elle a pour inconvénient d'être moins flexible quant à la correction des éventuels défauts de planéité
- une forme de pente liée au ciment, dans des conditions climatiques adaptées (voir Les Dossiers du CSTC 2014/2.5) et en respectant l'épaisseur minimale prescrite : dans ce cas, un pare-vapeur devra être appliqué sur la forme de pente. Un temps de séchage le plus long possible doit donc être respecté, afin de limiter l'emprisonnement d'humidité de construction entre les deux couches étanches. Il est préférable de lester ou de fixer mécaniquement le complexe, d'une part, parce que, si la forme de pente est insuffisamment sèche, l'adhérence du pare-vapeur supérieur peut être insuffisante et, d'autre part, parce que l'épaisseur (donc la masse) de la forme de pente est limitée par endroits et pourrait être insuffisante vis-à-vis de l'action du vent. Dans le cas d'un lestage, il faudra vérifier la capacité portante du support.

2 | Masse bitumineuse de remise à niveau.

> Le chapitre 'Rénovation' de la version révisée de la NIT 215 fournit quelques pistes pour améliorer la pente.

Si le support est irrégulier et qu'il est impossible d'y poser correctement une étanchéité, il devra être égalisé avant d'appliquer la procédure décrite ci-avant. Il conviendra également de contrôler s'il est suffisamment sec (voir NIT 215). Il est important par ailleurs de vérifier la planéité et le fléchissement éventuel du support, de façon à éviter les contre-pentes et à obtenir la pente effectivement souhaitée.

Si le support présente une flèche importante, un ingénieur en stabilité devra déterminer s'il peut être conservé ou non, s'il doit être renforcé et quelle charge supplémentaire peut être appliquée. On suivra alors, selon le cas, l'une des deux procédures décrites ci-avant.

Situation n° 3 : le complexe toiture est démonté jusqu'au support et une étanchéité provisoire n'est pas nécessaire

Il s'agit ici d'un cas plus rare en rénovation (pour des surfaces importantes) puisque cela signifie que le bâtiment n'est pas occupé durant les travaux. Cette situation concerne aussi éventuellement les toitures de petite surface, lesquelles peuvent être protégées des intempéries pendant les travaux.

Cette situation correspond à celle d'une construction neuve, auquel cas les recommandations de la NIT 215 doivent être suivies pour la réalisation d'un support répondant aux exigences précitées.

E. Noirfalisse, ir., chef du laboratoire Matériaux d'isolation et d'étanchéité, CSTC
E. Mahieu, ing., chef de la division Interface et consultance, CSTC

Les bois utilisés dans nos contrées comme éléments de structure (ossature, charpente) sont fréquemment issus de résineux (épicéa, douglas, pin sylvestre, ...). Or, ces essences n'offrent pas une durabilité naturelle suffisante vis-à-vis des agents biologiques que sont les insectes et les champignons.

Préserver le bois de structure reste **indispensable !**

Il est utile de rappeler que, dans des conditions normales de service, en classe d'emploi 2 et 3, une structure en bois non traitée préventivement peut subir des dégradations par des insectes à larves xylophages. De plus, en cours d'usage, les éléments peuvent être soumis, naturellement ou accidentellement, à des conditions plus humides, propices au développement de champignons lignivores.

C'est pour ces raisons que les Spécifications techniques STS 23 et 31 exigent de **traiter à titre préventif**, contre les insectes et les champignons, les éléments d'ossature et de charpente en bois insuffisamment durables naturellement.

Cependant, de plus en plus de professionnels se demandent si ce traitement reste indispensable en présence d'un isolant (naturel) lui-même déjà traité. En d'autres termes, est-ce que le traitement de l'isolant (au sel de bore, par exemple), de par son caractère biocide et volatil, permettrait également de protéger la structure en bois adjacente contre les agents biologiques (champignons et insectes) ?

Afin de répondre à cette question, des **essais de durabilité vis-à-vis des agents biologiques** ont été réalisés par le laboratoire de technologie du bois du Service public de Wallonie, en partenariat avec Gembloux Agro-Bio Tech (ULg) et le CSTC, dans le cadre du projet OPTIDUBO financé par la Wallonie.

Des maquettes représentant une paroi à ossature en bois ont été construites et différents matériaux isolants y ont été intégrés en vue de vérifier si leur traitement est de nature à protéger préventivement le bois : de l'ouate de cellulose, non traitée ('0-0') et traitée selon deux modalités différentes ('0-6' avec 6 % de sulfate de magnésium, et '4-6' avec 4 % de sel de bore et 6 % de sulfate de magnésium), et deux types de panneaux de fibres de bois traités.

Deux organismes biologiques ont été sélectionnés pour cette étude :
- **le capricorne des maisons**, un insecte à larves xylophages
- **le coniophore des caves**, un champignon lignivore responsable de la pourriture cubique du bois.

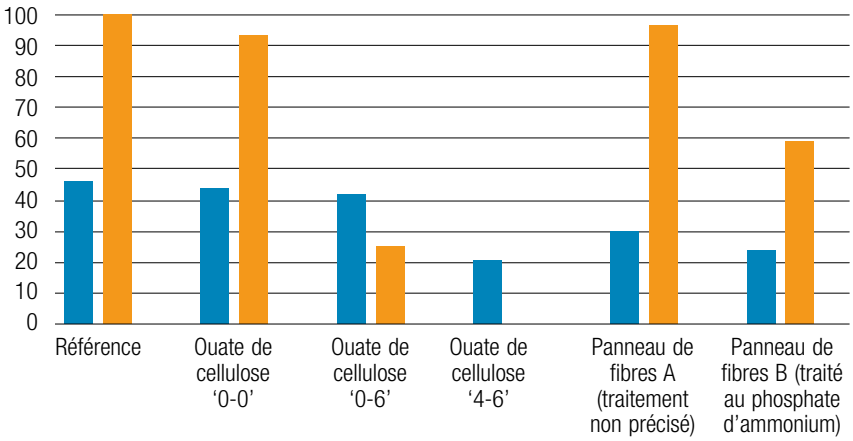
1 Résultats des essais

1.1 Insecte à larves xylophages

Des tests préliminaires montrent que les adultes femelles fécondées pondent préférentiellement sur une surface dure à

> Lors de la pose, il est impossible de garantir que des bois non traités ne soient pas déjà infestés par des larves.

1 | Boîte contenant de l'ouate de cellulose '0-6', une planchette en bois et des larves de capricorne des maisons.



2 | Taux de perforation (en bleu) et proportion de larves vivantes (en orange) de capricorne des maisons relevés dans le bois après un an en présence de différents isolants. La maquette de référence est composée de planchettes d'aubier de pin sylvestre sans contact avec l'isolant.

l'interface des matériaux de la maquette (surface des montants en bois). Bien que le taux d'éclosion soit important (> 66 %), les larves nouvellement écloses ne survivent pas au sein de l'isolant, quel qu'il soit. Par contre, lorsque l'on insère des larves à un stade de développement plus avancé (50 - 150 mg) dans l'isolant, celles-ci parviennent à creuser le matériau pour se diriger vers le bois et s'y installer durablement (voir figure 1 à la page précédente).

La suite du programme d'essai est réalisée sur des maquettes en 'semi-grandeur' (32,5 x 21,5 x 7,5 cm³). Cette fois, ce ne sont plus des larves adultes que l'on insère dans l'isolant, mais des œufs que l'on dépose à la surface de planchettes d'aubier de pin sylvestre entourées d'isolant, puis que l'on place dans des conditions optimales de développement. Aucun des traitements appliqués aux isolants étudiés n'a empêché les larves d'éclore et de pénétrer dans le bois.

La figure 2 représente le **taux de perforation** (c'est-à-dire le rapport entre le nombre d'œufs déposés à la surface du bois et le nombre de trous d'entrée dans le bois) ainsi que le **pourcentage de larves vivantes**. Si l'éclosion des larves et leur pénétration dans le bois ne semblent pas pouvoir être évitées, la combinaison du sel de bore et du sulfate de magnésium (cas de la cellulose '4-6') permettrait néanmoins d'éradiquer l'ensemble de ces jeunes larves. Ce traitement n'est toutefois pas suffisant.

1.2 Champignon lignivore

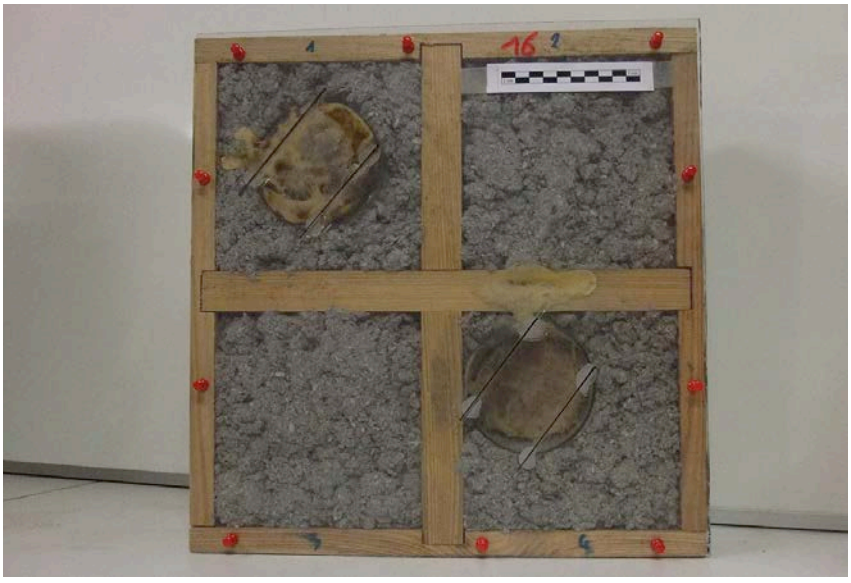
Les essais révèlent que le traitement de l'isolant permettrait de limiter, mais non d'empêcher le développement du champignon. La figure 3 ci-dessous illustre l'attaque du champignon sur un des bois exposés, et ce malgré le traitement de l'isolant.

2 Conclusion

Concernant le risque induit par les attaques d'insectes, les essais montrent que le traitement combiné de l'isolant au sel de bore et au sulfate de magnésium empêcherait le développement et la survie des larves de capricorne des maisons nouvellement écloses, mais ne permet pas de protéger le bois vis-à-vis de larves à un stade de développement plus avancé. Puisqu'il n'est pas possible de garantir, au moment de la pose, que les bois non traités ne soient pas déjà infestés par des larves, un traitement de préservation reste indispensable. Quant à l'agent fongique, si le traitement de l'isolant limite le développement du champignon, il n'est pas de nature à l'empêcher.

En conclusion, le seul traitement biocide de l'isolant ne s'avère pas suffisant pour **garantir une durabilité optimale** des éléments d'ossature ou de charpente en bois. Il convient donc d'appliquer à la structure en bois un traitement préventif de préservation, à savoir A2 (ou A3 pour la lisse basse des constructions à ossature en bois) selon les STS 23. ▮

C. Lesire, ir., C. Christiaens, ir. et J. Hébert, dr. prof., ULg Gembloux Agro-Bio Tech
B. Jourez, dr., attaché qualifié, laboratoire Technologie du Bois, SPW
S. Charron, ir., chef du laboratoire Bois et coatings, CSTC



3 | Maquette fortement attaquée contenant l'ouate de cellulose '4-6' (traitée à la fois au sel de bore et au sulfate de magnésium).

Bien que les toutes premières mises en œuvre d'enduits sur isolation extérieure (ETICS) en Belgique remontent déjà aux années septante, cette technique connaît un succès croissant depuis le début des années 2000. Si l'on ne posait que 5 cm d'isolant environ pour les premiers ETICS, il n'est désormais pas rare d'utiliser des isolants de 20 à 30 cm d'épaisseur. La rénovation des premiers systèmes est dès lors inévitable aujourd'hui, et ce pour des raisons tant esthétiques qu'énergétiques. L'une des méthodes consiste à appliquer un nouvel ETICS sur l'ETICS existant (voir photo). Nous évoquons ici les avantages de cette technique ainsi que quelques points auxquels il faut veiller lors de la pose du nouveau système.

ETICS sur ETICS : une solution énergétiquement favorable

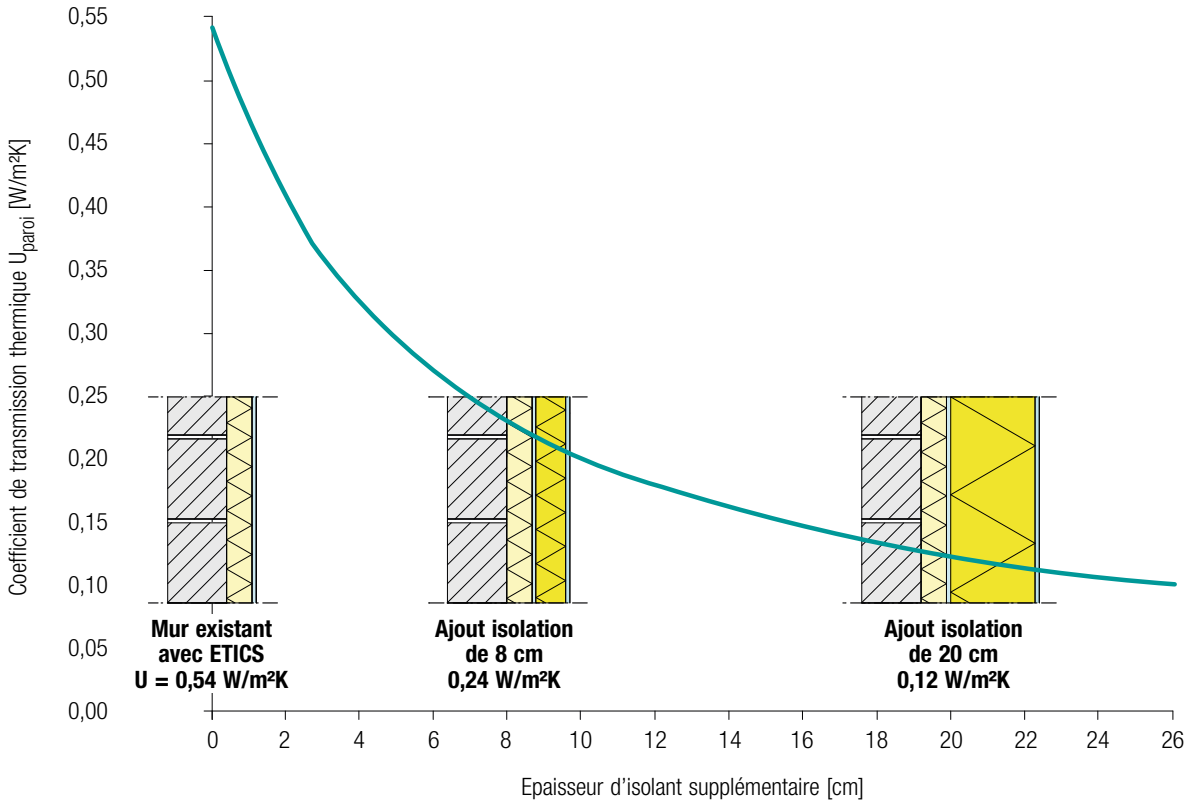
Pourquoi un ETICS sur un ETICS ?

La réglementation en matière de performances énergétiques étant de plus en plus stricte, la technique de l'ETICS sur ETICS s'avère intéressante d'un point de vue économique. Elle permet non seulement de valoriser l'aspect du bâtiment, mais également – et surtout – d'améliorer considérablement les performances énergétiques en appliquant une couche d'isolation thermique supplémentaire (voir figure 2). Une maçonnerie porteuse existante recouverte d'un ETICS constitué de 6 cm de laine minérale (MW; λ = 0,040 W/mK) présente, par exemple, un coefficient de transmission thermique U d'environ 0,5 W/m²K. Si on pose sur cette paroi un ETICS supplémentaire comportant 20 cm de polystyrène expansé (EPS enrichi de graphite; λ = 0,032 W/mK), ce coefficient diminue jusqu'à 0,12 W/m²K, une valeur qui répond à l'exigence applicable aux constructions passives. En outre, la pose de 8 cm d'EPS devrait, dans ce cas, déjà faire baisser la valeur U de la paroi sous la valeur U_{max} de 0,24 W/m²K exigée pour les nouvelles constructions.

Il est toutefois nécessaire de prévoir une quantité suffisante d'isolant supplémentaire, afin d'éviter un phénomène de condensation interne. La nouvelle couche d'isolation devrait ainsi être au moins 1,5 fois plus épaisse que la couche existante. Tant que cette règle pratique est respectée, le risque est quasi inexistant, à moins que l'on soit en présence d'une classe de climat intérieur très humide (piscine, par exemple). Dans ce cas, une étude spécifique de la composition complète de la paroi est exigée.

Enfin, la technique de l'ETICS sur ETICS apporte également une valeur ajoutée sur le plan écologique, puisqu'elle permet de conserver le système existant – qui contribue aussi à améliorer les performances du bâtiment – et d'éviter la production ou le traitement de déchets.

1 | Rénovation énergétique par application d'un nouvel ETICS sur un ETICS existant.



2 | Impact d'un ETICS supplémentaire sur le coefficient de transmission thermique U d'une paroi.

Quelques points nécessitant une attention particulière

Il va de soi que le nouvel ETICS doit être appliqué sur un support sain. Il convient dès lors d'analyser minutieusement le système déjà présent avant d'entamer la rénovation. Dans certains cas (en présence d'infiltrations d'humidité ou de fissures atteignant la structure portante, par exemple), il faudra rechercher l'origine des dégradations et y apporter une solution. Les fissures superficielles uniquement présentes dans l'ETICS sont généralement inoffensives et ne requièrent pas de traitement. Toutefois, si l'isolant est humide, il doit être retiré et remplacé localement. Les parties d'enduit peu adhérentes doivent également être éliminées. Lorsque l'ETICS est encrassé (par des algues ou de la mousse, par exemple), il doit être nettoyé.

Il est préférable de poser le nouvel ETICS en le fixant mécaniquement au support porteur à l'aide de chevilles munies d'une rosace, et en réalisant un encollage sur au moins 40 % de la surface (voir la méthode de fixation 2 dans la NIT 257). La colle assure uniquement une fonction portante provisoire jusqu'à la pose des fixations mécaniques, puisque ce sont ces dernières qui garantissent la reprise de toutes les sollicitations (poids propre et action du vent). Il est évident que le type d'ancrage choisi doit convenir à la structure portante concernée (béton, brique creuse ou pleine, ...). Bien que l'ETICS puisse être fixé uniquement par collage, cette méthode est déconseillée. Si l'on recourt néanmoins à cette technique, il y a lieu d'adopter des mesures supplémentaires, notamment en réparant les zones moins adhérentes ou endommagées, en vérifiant l'adhérence de l'ETICS existant au mur porteur ainsi que celle des couches entre elles, et en contrôlant la compatibilité de l'enduit de finition existant avec la colle du nouvel ETICS.

La surépaisseur consécutive à la pose du nouvel ETICS nécessitera de remplacer et/ou de déplacer certains éléments tels que les seuils de fenêtres, les couvre-murs, les moyens de fixation des dispositifs d'évacuation des eaux de pluie ou les luminaires. Les nœuds constructifs doivent en outre être conçus et réalisés de sorte qu'ils soient, dans la mesure du possible, 'PEB conformes'. Pour de plus amples informations à ce sujet, on consultera Les Dossiers du CSTC 2016/1.7 ainsi que le chapitre 5 de la NIT 257.

Enfin, le nouvel ETICS devra être mis en œuvre selon les règles générales formulées dans la NIT 257, tout en tenant compte de l'avis du fabricant. ▮

I. Dirkx, ir., chef de projet, laboratoire Matériaux de gros œuvre et de parachèvement, CSTC
S. Korte, dr. ing., conseiller, division Avis techniques, CSTC

PLEINS FEUX

Sécurité incendie des façades : nouvelle publication…

Au vu des incendies survenus ces derniers mois dans des immeubles de grande hauteur, le CSTC a pris l'initiative de rédiger un document qui fait le point sur la sécurité au feu dans ce type de constructions.

Cette nouvelle publication intitulée **'Sécurité incendie des façades de bâtiments multiétagés'** passe en revue le cadre réglementaire et normatif en vigueur dans notre pays, et ce plus particulièrement en ce qui concerne la propagation du feu par le biais des façades. La révision de la réglementation actuellement en cours est également évoquée. Sur la base d'un inventaire des principaux systèmes de façade, le document met en évidence les points importants qui permettent de garantir une bonne conception et une bonne mise en œuvre, en vue de répondre aux exigences actuelles et futures.

Comme vous le constaterez ci-dessous, le Centre n'a pas attendu les drames que constituent les incendies pour prendre les devants. Depuis de nombreuses années, en effet, il s'emploie, avec la collaboration du secteur, à proposer des solutions pratiques susceptibles de répondre à la réglementation, tout en tenant compte de l'ensemble des critères imposés aux bâtiments d'aujourd'hui (étanchéité à l'air, isolation thermique, performances acoustiques, …).

… et d'autres à profusion

La sécurité incendie a toujours été une thématique importante au CSTC. Pour preuve, ce florilège de titres récents qui ont vu le jour dans le cadre de l'Antenne Normes Prévention au feu (voir rubrique Antenne Normes sur www.cstc.be) :

- **NIT 256** Conception et mise en œuvre de bâtiments industriels conformes aux exigences de sécurité contre l'incendie
- **NIT 254** Obturation résistant au feu des traversées de parois résistant au feu
- **Les Dossiers du CSTC :**
  - **2017/2.8** Les ETICS et la sécurité incendie des façades
  - **2017/2.6** Sécurité incendie des terrasses en bois sur toitures plates
  - **2017/2.4** Toitures inclinées et exigences en matière de sécurité incendie

… et bien plus encore.

FAQ

Plus d'infos

Les Dossiers du CSTC 2009/3.15

Faut-il toujours prévoir un joint souple entre les plinthes et le carrelage lorsqu'on est en présence d'une chape flottante ?

Oui, les chapes flottantes permettent, par leur mouvement, de dissiper l'énergie d'un bruit de choc sur le sol. Le moindre contact entre la chape flottante et la structure constituant un pont acoustique, le joint périphérique entre le carrelage et les plinthes doit rester souple (en optant pour l'utilisation d'un joint de mastic souple).

Le terme 'prêt à peindre' suffit-il à décrire le degré de finition d'un support à peindre ?

Non. L'appellation 'prêt à peindre' est imprécise, puisqu'elle ne donne aucune indication sur l'aspect souhaité ni sur les tolérances d'exécution du support. A défaut de définition précise, la NIT 249 fixe les exigences courantes en fonction de la nature du support.

Plus d'infos

NIT 249 (§ 5.3)
CSTC-Digest n° 14

Plus d'infos

Les Dossiers du CSTC 2010/4.16

Les protections solaires intérieures des vitrages sont-elles efficaces contre le risque de surchauffe ?

Leur efficacité est plutôt limitée. La solution idéale consiste soit à prévoir un vitrage à contrôle solaire, soit à placer une protection solaire extérieure.

Les désaffleurements entre carreaux font souvent l'objet de discussions sur chantier. Afin de réduire ces écarts, les carreleurs peuvent recourir à des systèmes de nivellement. Cet article décrit les accessoires employés à cet effet et s'attarde sur leur utilisation.

Solutions pour éviter les **désaffleurements entre carreaux**

Description

Bien que les accessoires de nivellement ne soient pas nouveaux sur le marché, leur utilisation n'est en plein essor que depuis peu. Entretemps, des dizaines de systèmes différents ont été développés.

Qu'ils soient constitués d'une ou de plusieurs pièces (clips, cales, capuchons ou éléments de serrage; voir figure 1), tous sont basés sur le même principe : grâce à leur mise en tension, les faces apparentes des carreaux sont amenées au même niveau les unes par rapport aux autres et les désaffleurements sont ainsi atténués. Ces systèmes peuvent être utilisés pour les revêtements de murs (voir figure 2) ou de sol, mais ils sont surtout très prisés pour les imitations parquet (voir figure 3) et les carreaux céramiques de très grandes dimensions. Ils ne conviennent toutefois pas aux carreaux présentant des écarts de planéité trop importants.

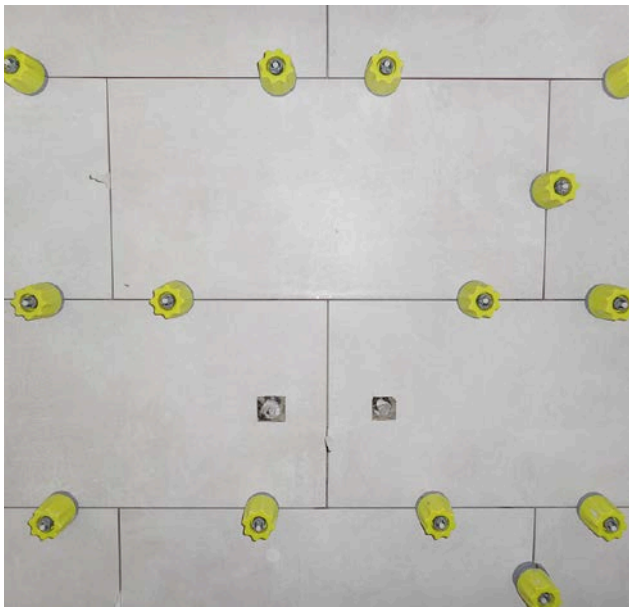
> Les accessoires de nivellement n'ont pas vocation à compenser les éventuels défauts du support.

1 | Une gamme variée d'accessoires de nivellement.

Lors de la pose, le carreleur glisse la patte du clip sous le carreau, dans la couche de colle. Après avoir placé le carreau adjacent au même niveau, il exerce une pression en se servant de la pièce de serrage (et éventuellement d'une pince). La partie visible du clip est ôtée 24 heures après la pose en l'arrachant avec une pince ou en donnant un coup sec dans la longueur du joint avec le pied ou avec un marteau en matière synthétique.

Points à prendre en considération

Précisons tout d'abord que les accessoires de nivellement n'ont pas vocation à compenser les éventuels défauts du support. Ce dernier doit donc toujours être suffisamment plan, *a fortiori* lorsqu'il s'agit de poser des carreaux de grande, voire de très grande taille (voir Les Dossiers du CSTC 2015/3.12). Par ailleurs, ces systèmes ne permettront pas non plus au revêtement fini d'atteindre d'office la classe de tolérance 'sévère'. Pour ce faire, le support et les carreaux doivent satisfaire à des exigences supplémentaires.



2 | Pose d'un système de nivellement constitué d'éléments de serrage sur une paroi de douche.

3 | Pose de cales biseautées sur un revêtement en imitation parquet.

La couche de colle doit être suffisamment épaisse (4 mm minimum après écrasement), de sorte que l'on puisse y noyer complètement les pattes des clips. Le peigne à colle doit être choisi en fonction du format du carreau, du support, du système de nivellement et du type de colle. Des essais menés récemment ont par ailleurs révélé que ces clips influencent très peu l'adhérence du carreau.

La largeur des joints doit être adaptée à l'épaisseur des clips (1 à 5 mm), tout en respectant une valeure minimale (au moins deux fois la tolérance dimensionnelle minimale du carreau). Afin d'obtenir un alignement correct et des joints d'épaisseur régulière, il est déconseillé d'utiliser des clips dont la largeur ne correspond pas au moins à deux fois la tolérance dimensionnelle des carreaux.

Lors de la mise en tension du système, le carreleur doit également veiller à empêcher le mouvement des carreaux et l'ouverture des joints.

Les systèmes de nivellement ne sont pas destinés à pallier des écarts de planéité importants des carreaux. En déformant les carreaux, des contraintes apparaissent dans ceux-ci; lesquelles peuvent compromettre, à plus long terme, la durabilité de l'adhérence.

La consistance de la colle a également un impact sur le résultat final. Ainsi, une colle trop souple est susceptible de refluer dans les joints, alors qu'une colle trop rigide offre une résistance trop importante à la pression exercée sur le carreau. Dans ce second cas, le risque est grand de voir le premier carreau se soulever et la couche de colle se décoller du carreau.

Les reflux de colle dans les joints durant la pose peuvent être difficiles à éliminer au droit des clips et des pièces de serrage. Les résidus de colle durcie peuvent en outre rendre plus difficiles les opérations d'enlèvement des clips, de jointoyage et de nettoyage après la pose.

Enfin, en cas de carreaux minces (< 5 mm), l'application des accessoires de nivellement doit être effectuée avec précaution, étant donné que ces carreaux fléchissent facilement. La pose des clips sur les angles des carreaux est également déconseillée, car la mise en tension peut entraîner des ruptures. ❙

T. Vangheel, ir., chef adjoint du laboratoire Matériaux de gros œuvre et de parachèvement, CSTC

> La mise en tension de l'accessoire de nivellement amène la face apparente des carreaux au même niveau, de sorte que les désaffleurements s'atténuent.

Dans les bâtiments industriels, les revêtements à base de résine sont le plus souvent appliqués sur des supports en béton. Depuis une dizaine d'années, ce type de revêtement est également de plus en plus prisé pour les logements, les bureaux, les salles de réunion et les espaces commerciaux, ce qui signifie que l'exécutant peut être confronté à d'autres types de supports.

L'application de **revêtements résineux** sur des **supports non industriels**

L'actuelle NIT 216 étant uniquement consacrée à la pose de revêtements à base de résine sur des supports en béton, une révision s'imposait. Cette révision (actuellement en cours) porte sur les exigences performantielles et les directives générales pour la préparation des quatre types de supports suivants :

- les **planchers en béton et les chapes présentant une résistance mécanique élevée**
- les **planchers-dalles** (plaques de plâtre, dalles métalliques, panneaux OSB, ...)
- les **sols carrelés** (en cas de rénovation)
- les **sols existants à base de résine** (en cas de rénovation).

Il n'est pas recommandé d'appliquer des revêtements résineux sur des éléments préfabriqués en béton, sur des planchers en bois ou sur des revêtements de sol souples.

Cet article livre un aperçu des points réclamant une attention particulière : état de surface, résistance mécanique et taux d'humidité des quatre types de supports précités.

Planchers en béton et chapes présentant une résistance mécanique élevée

La surface des planchers en béton et des chapes doit présenter une **résistance mécanique suffisante** afin de reprendre les sollicitations consécutives à l'utilisation et au durcissement du revêtement résineux. Le tableau ci-dessous indique la résistance mécanique exigée du support en fonction de l'usage. Concrètement, cela signifie que la résistance des chapes classiques à base de ciment est insuffisante et qu'il convient, dans tous les cas, d'utiliser des adjuvants afin d'obtenir la résistance mécanique requise.

Les planchers en béton et les chapes récemment mis en œuvre conservent durant un certain temps un excédent d'humidité et subissent un retrait lors du séchage. Il est dès lors essentiel qu'ils aient évacué un maximum d'humidité et subi la plus grande part de leur retrait avant l'application du revêtement résineux. L'exécutant devra vérifier, avant le début des travaux, si le **taux d'humidité** ne dépasse pas les valeurs mentionnées dans le tableau B à la page suivante (méthode de la bombe à carbure). Ce mesurage doit être effectué à l'endroit le plus humide, lequel peut être déterminé au moyen d'un *screening* (via une méthode électrique ou capacitive, par exemple).

La **surface** doit être propre et présenter une rugosité adéquate (obtenue par grenaillage ou par un ponçage adapté); sa flèche et sa planéité doivent correspondre à ce que l'on attend du sol parachevé.

Planchers-dalles

Les planchers-dalles peuvent constituer un support approprié pour un revêtement résineux, à condition qu'ils puissent **résister aux sollicitations** prévues durant l'utilisation et le durcissement du revêtement. Ils doivent dès lors être pourvus d'un système d'assemblage *ad hoc* (à rainures et languettes, par exemple) et pouvoir supporter des charges (lourdes) dans des conditions humides, comme le stipule la norme de produit applicable. L'épaisseur des panneaux doit en outre être adaptée aux sollicitations; pour ce faire, on peut éventuellement croiser deux couches de panneaux.

Etant donné que les mouvements dimensionnels du support ne sont jamais

A | Résistance mécanique exigée pour le support.

Type d'usage	Résistance à la compression (NBN EN 13892-2)	Résistance à l'arrachement (NBN EN 138928)
Usage pédestre et usure légère par roulettes	> 20 N/mm²	> 1,0 MPa
Usage pédestre et trafic roulant important	> 25 N/mm²	> 1,5 MPa

B | Taux d'humidité maximum des planchers en béton et des chapes.

Type de support	Profondeur minimale du mesurage de carbure	Taux d'humidité maximum (sans chauffage par le sol)	Taux d'humidité maximum (avec chauffage par le sol)
Plancher en béton	4 cm	4,0 %	4,0 %
Chape à base de ciment à haute résistance	La moitié de l'épaisseur de la chape	4,0 %	2,5 %
Chape à base d'anhydrite	Toute l'épaisseur	0,5 %	0,3 %

totalement exclus, la mise en œuvre doit s'effectuer en plusieurs couches, la couche inférieure étant munie d'une armature continue (en fibre de verre, par exemple). Une autre possibilité consiste à ne renforcer que les jonctions des panneaux. Il convient en outre de choisir un revêtement de sol résineux suffisamment souple (dureté Shore D ≤ 60).

Sols carrelés

En cas de rénovation d'un sol carrelé posé sur une chape, il est possible d'éviter la démolition et d'y appliquer un revêtement résineux moyennant une préparation minutieuse. En revanche, un sol carrelé reposant sur un lit de sable devra toujours être démonté.

Pendant la préparation et le contrôle du revêtement carrelé, il est nécessaire de vérifier tout d'abord l'**état de la surface**. La cohésion et l'adhérence des carreaux doivent également être contrôlées (de manière visuelle et auditive). Si le décollement concerne plus de 10 % de la surface, il convient d'enlever l'ensemble des carreaux. Comme pour les planchers en béton et les chapes, les carreaux et le jointoyage doivent être poncés pour présenter une rugosité adéquate. Le sol carrelé devra être propre et sa planéité devra correspondre au résultat escompté.

Ici aussi, la mise en œuvre s'effectuera en plusieurs couches, une armature (en fibre de verre, par exemple) étant posée dans la couche inférieure.

Sols résineux existants

Lorsqu'on envisage de poser un revêtement résineux sur un sol résineux existant, il faut veiller à ce que celui-ci soit plus rigide que le nouveau revêtement. Il convient dès lors d'opter pour un revêtement dont la dureté Shore D est tout au plus égale à celle du sol résineux existant.

En outre, le revêtement en place doit être exempt de défauts visibles dus à l'humidité ou de tout autre défaut (boursouflures, décollements locaux, ...). Dans le cas contraire, il devra être éliminé.

T. Haerinck, ir., chef de projet,
laboratoire Chimie du bâtiment, CSTC

Application d'un tapis pierreux sur un sol carrelé pourvu d'un primaire et poncé au diamant.

Bien que les chaudières de chauffage central modernes soient plus efficaces et plus compactes, elles requièrent – bien plus que par le passé – un fluide caloporteur (eau, par exemple) aussi pur que possible, afin d'éviter les dépôts dans l'échangeur de chaleur. Il convient à cet effet de suivre des directives spécifiques qui ont nécessité la révision de certaines recommandations du CSTC (voir CSTC-Magazine 1997/3 et 1997/4 ainsi que Les Dossiers du CSTC 2012/2.13). L'essentiel de cette révision est brièvement présenté dans cet article. L'ensemble des recommandations actualisées feront ultérieurement l'objet d'une publication plus détaillée.

Eviter les **dépôts** et la **corrosion** dans les **installations de chauffage** : une nécessité !

Dépôts dans une installation de chauffage.

> La formation de dépôts dépend de la qualité de l'eau de remplissage et de l'eau d'approvisionnement.

Les dépôts dans les installations de chauffage (voir photo) ont une double cause :

- la **formation de tartre** (calcaire) due à la dureté de l'eau de remplissage
- la **corrosion** résultant de la présence d'oxygène dans l'installation.

Etant donné que la qualité de l'eau de remplissage et de l'eau d'appoint a un impact réel sur les deux causes précitées, il est préférable d'utiliser de l'eau courante qui réponde aux exigences figurant dans le tableau de la page suivante.

En présence d'aluminium dans l'installation (dans la chaudière, par exemple), le **pH** de l'eau de remplissage doit être inférieur à 8,5 (*). Un pH trop élevé peut en effet entraîner la corrosion de l'aluminium. Il est dès lors recommandé de vérifier trois mois après le remplissage si le pH ne dépasse pas cette valeur. Le cas échéant, un stabilisateur de pH doit être ajouté.

Pour éviter le dépôt de calcaire, il convient en outre de veiller, et ce même dans les chaudières de moindre puissance, à ce que la **dureté de l'eau**

(*) Certains fabricants tolèrent également des valeurs pH plus élevées que celles indiquées dans le tableau.

Exigences relatives à la qualité de l'eau visant à limiter les dépôts.

<table>
<tr><th>Paramètre</th><th>Exigence relative à la qualié de l'eau</th></tr>
<tr><td>pH</td><td>• En présence d'aluminium :
$6,5 \leq pH < 8,5$
• En l'absence d'aluminium :
$6,5 \leq pH \leq 9,5$</td></tr>
<tr><td>Dureté totale</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">Puissance totale de chauffe installée (P) [kW]</th><th colspan="3">Contenance spécifique de l'installation en eau (Vi) [l/kW] (*)</th></tr>
<tr><th>$V_i < 20$</th><th>$20 \leq V_i \leq 50$</th><th>$V_i > 50$</th></tr>
<tr><th></th><th colspan="3">Dureté conseillée de l'eau (TH) [°fH]</th></tr>
<tr><td>$P \leq 70$</td><td>≤ 20</td><td>≤ 20</td><td rowspan="4">$\leq 0,2$</td></tr>
<tr><td>$70 < P \leq 200$</td><td>≤ 20</td><td>≤ 15</td></tr>
<tr><td>$200 < P \leq 600$</td><td>≤ 15</td><td>$\leq 0,2$</td></tr>
<tr><td>$P > 600$</td><td>$\leq 0,2$</td><td>$\leq 0,2$</td></tr>
<tr><td colspan="4">(*) Pour les chaudières placées en cascade, cette valeur équivaut au rapport de la contenance totale et de la capacité de la chaudière la plus petite.</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Particules en suspension</td><td>Absence de particules > 150 µm</td></tr>
<tr><td>Clarté</td><td>L'eau doit être claire</td></tr>
</table>

Pour empêcher le phénomène de corrosion, il convient d'éviter la présence d'oxygène dans l'eau.

ne dépasse pas les 20 degrés français. Dans la grande majorité des cas, l'installateur devra dès lors procéder à l'adoucissement de l'eau de remplissage. Un simple adoucisseur d'eau fera amplement l'affaire. Toutefois, en présence d'aluminium dans l'installation, il est conseillé de procéder à une déminéralisation. Il existe, pour ces deux types de traitements, des dispositifs portables pouvant être aisément utilisés sur chantier.

On évitera par ailleurs la présence de trop grosses **particules en suspension** dans l'eau de remplissage en utilisant un filtre ayant une ouverture de maille de 150 µm au maximum.

Pour empêcher le phénomène de corrosion, il y a lieu d'éviter l'**apport d'oxygène** dans l'eau en limitant le plus possible le remplacement ou l'ajout d'eau, riche en oxygène. La présence d'oxygène dans l'eau est toutefois principalement due à un mauvais maintien de la pression au sein de l'installation en raison du raccordement à un vase d'expansion mal dimensionné (voir la rubrique 'Outils de calcul' sur le site Internet du CSTC pour le dimensionnement des vases d'expansion) ou à un vase d'expansion avec une pression de gonflage inadaptée. Quelle qu'en soit la raison, il y a de fortes chances pour que l'on doive régulièrement ajouter de l'eau et que l'installation se trouve en dépression, ce qui favorise l'introduction d'air (et donc d'oxygène). Il est dès lors indispensable de (faire) contrôler la pression du vase d'expansion chaque année.

La conception de l'installation est également importante. Il est ainsi nécessaire d'utiliser des conduits en plastique munis d'une barrière antioxygène et de prévoir suffisamment de vannes ou de dispositifs de fermeture de manière à ne pas devoir vider l'installation complètement à chaque intervention.

L'ajout de produits chimiques à l'eau de remplissage dans le but d'empêcher la corrosion n'est recommandé que dans certains cas, plus précisément lorsque l'installation ne peut pas être rendue étanche à l'oxygène. Le choix des produits à ajouter doit être discuté avec une entreprise spécialisée, et ce en fonction des matériaux utilisés et des produits de traitement présents dans l'eau (antigel, par exemple). Afin d'éviter l'utilisation d'additifs non appropriés durant l'ajout d'eau ou d'éviter un sous-dosage, on notera dans un carnet de bord les produits employés ainsi que toutes les informations importantes concernant l'installation.

K. De Cuyper, ir., coordinateur des Comités techniques, CSTC

Une installation d'évacuation des eaux usées dans un bâtiment doit être conçue de manière à ce que l'évacuation se fasse sans difficultés. Les problèmes peuvent toutefois provenir de l'égout public – la plupart du temps après de fortes précipitations –, autrement dit un élément sur lequel l'auteur de projet et l'entrepreneur n'ont aucune prise. Il existe ainsi un risque de reflux depuis l'égout, et donc d'inondation dans certains bâtiments. Cet article formule quelques recommandations afin de les protéger contre ce phénomène.

Protéger les bâtiments contre les **débordements de l'égout public**

Niveau de reflux

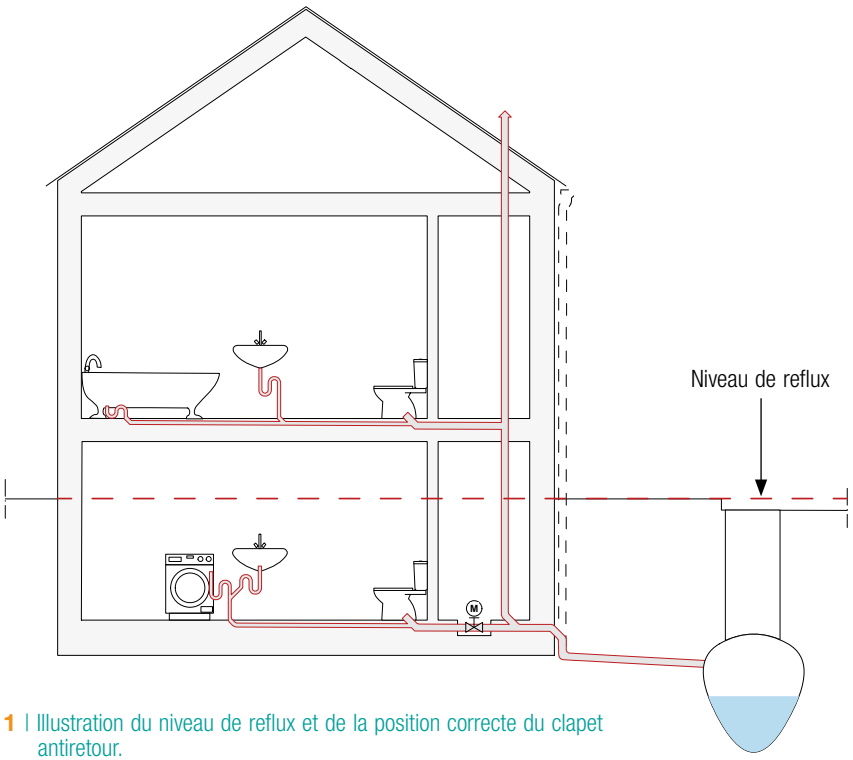
Le niveau de reflux correspond au niveau maximal que l'eau peut atteindre dans une installation à la suite d'un débordement de l'égout public. Dans la pratique, ce niveau se situe généralement 10 à 20 cm au-dessus du point le plus élevé de la rue (voir figure 1). Etant donné que les dispositifs d'évacuation et l'égout public fonctionnent selon le principe des vases communicants, tous les dispositifs situés sous le niveau de reflux sont susceptibles de subir des débordements de l'égout public.

Si la bouche d'évacuation se trouve sous le niveau de reflux, et que les eaux usées s'évacuent vers l'égout par gravité, deux solutions sont possibles : soit les eaux sont aspirées par une pompe de relevage équipée d'une sécurité antirefoulement, soit le collecteur est muni d'un clapet antiretour.

Protection au moyen d'une pompe de relevage

L'installation d'une pompe de relevage (voir figure 2), qui doit satisfaire aux exigences de la norme NBN EN 12050-1, est la solution offrant le plus de sécurité et la meilleure protection contre le reflux des eaux provenant de l'égout.

> Le clapet antiretour doit être placé en amont des dispositifs d'évacuation situés au-dessus du niveau de reflux.



1 | Illustration du niveau de reflux et de la position correcte du clapet antiretour.

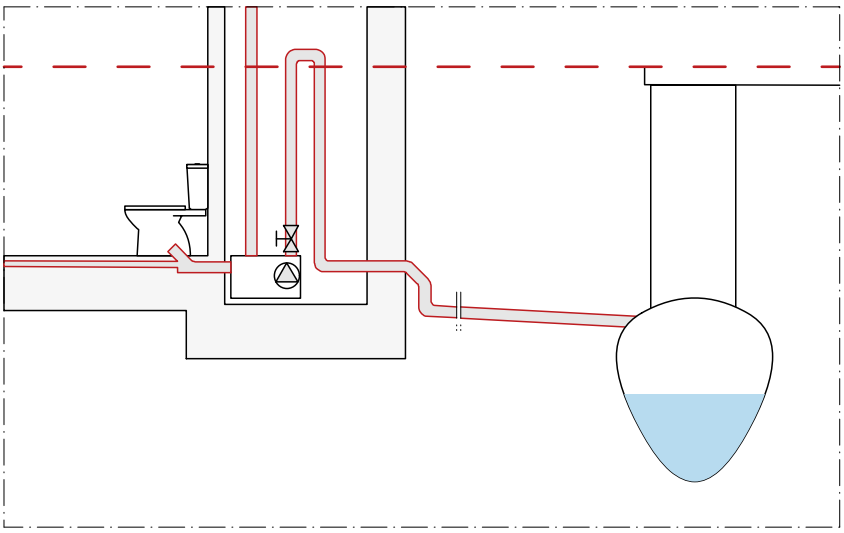
Pour éviter que les eaux usées évacuées sous pression n'entraînent de surpressions dans les raccordements situés en amont, il faut veiller à ce que le raccordement du conduit de refoulement (de la pompe) au collecteur soit le dernier raccordement avant l'égout public.

Protection au moyen d'un clapet antiretour

La deuxième solution consiste à placer un clapet antiretour dans le collecteur, conformément à la norme NBN EN 13564. Cette solution nécessite de distinguer l'évacuation des eaux usées avec ou sans matières fécales.

Pour évacuer les eaux fécales, la norme précitée prend en considération uniquement les clapets antiretour de type 3. Ceux-ci sont en réalité constitués de deux clapets : l'un est actionné par un moteur électrique et l'autre peut être fermé manuellement en cas de nécessité. Etant donné que l'encrassement des clapets est fréquent dans la pratique, un entretien régulier est recommandé à une fréquence de deux fois par an, comme le conseille la norme. Un clapet antiretour de type 3 est capable d'effectuer des autotests : une alarme se déclenche lorsque le test révèle que le clapet ne fonctionne pas correctement ou si la batterie intégrée est déchargée.

Si les eaux usées ne contiennent pas de matières fécales, un clapet antiretour de type 2 ou éventuellement de type 5 peut être utilisé. Le premier est constitué de deux clapets qui se ferment mécaniquement au moment du reflux, et d'un dispositif de verrouillage de secours manuel pour l'un des deux clapets. Le clapet de type 5 est une cuvette au sol disposant d'un clapet antiretour intégré.



2 | Représentation schématique d'une pompe de relevage.

> L'installation d'une pompe de relevage offre la meilleure solution contre le refoulement des eaux d'égout.

L'utilisation d'autres types de clapets antiretour n'est pas recommandée dans une installation d'évacuation des eaux usées.

Il est important de placer le clapet antiretour en amont de tous les dispositifs du bâtiment dont l'évacuation est située au-dessus du niveau de reflux – et ce certainement dans les immeubles à appartements. Lorsque le clapet est actionné, les dispositifs d'évacuation situés au-dessus du niveau de reflux peuvent en effet engendrer un débordement des dispositifs situés sous le niveau de reflux.

Enfin, il convient de signaler que le clapet antiretour doit toujours se trouver en amont des éventuels raccordements de l'évacuation des eaux pluviales (voir figure 1), et ce afin d'éviter que les eaux pluviales ne soient bloquées.

L. Vos, ir.-arch., chercheur, laboratoire Techniques de l'eau, CSTC

Remarque

Il existe sur le marché des systèmes hybrides dont la pompe se met en marche uniquement lorsqu'il y a reflux et que le clapet antiretour se ferme. En situation normale, l'eau peut s'évacuer vers l'égout par gravitation. Ces systèmes présentent donc l'avantage de toujours garantir l'évacuation des eaux usées.

Afin d'éviter des dégradations lors des travaux d'isolation par l'intérieur, il importe d'examiner attentivement l'état des éléments à isoler (voir Les Dossiers du CSTC 2012/4.16). Le système d'isolation doit ensuite être choisi judicieusement (voir Les Dossiers du CSTC 2013/2.4). Enfin, les détails techniques et les nœuds constructifs doivent être conçus et réalisés avec soin. Cet article résume les points importants de la réalisation des détails techniques et les solutions standard actuelles.

Isolation des murs existants par l'intérieur : réalisation des détails

1 Situation de départ

Les façades dont il est question dans cet article sont consituées d'un mur massif maçonné. La menuiserie extérieure et le revêtement du sol et du plafond sont conservés.

2 Points à considérer avant les travaux

A. Les éventuels problèmes d'humidité doivent être résolus, en particulier au droit des extrémités des solives en bois.

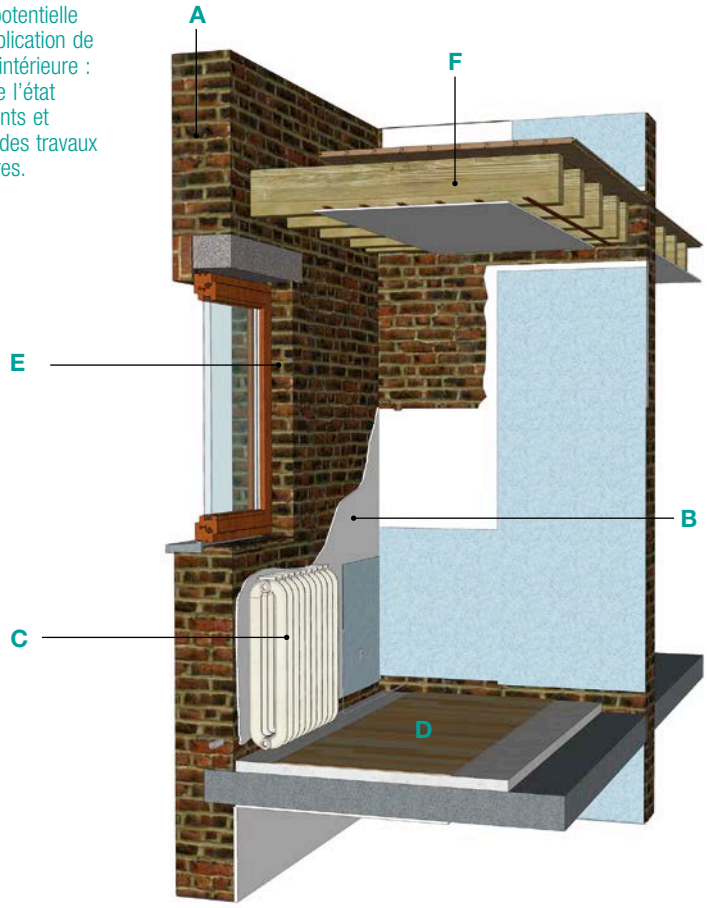
B. La finition intérieure existante peut-elle être conservée ? Consultez à ce sujet Les Dossiers du CSTC 2012/4.16. Solution standard : éliminez l'enduit ou le cimentage, y compris au niveau de l'embrasure de fenêtre (voir I) et du mur de refend (voir H).

C. Y a-t-il des installations techniques dans la zone à isoler ? Retirez toutes les installations et les conduites présentes dans le mur, y compris dans les zones des murs de refend qui seront ultérieurement isolées. Cette précaution est surtout importante dans le cas d'installations sensibles à l'humidité et au gel.

D. Y a-t-il des matériaux sensibles à l'humidité (revêtement de sol à base de bois, par exemple) dans la zone à isoler ? Solution standard : retirez ces matériaux (localement).

E. Y a-t-il suffisamment de place pour isoler l'embrasure de fenêtre ? Attention : la baie de fenêtre ne peut pas être élargie sans vérification de l'appui minimal du linteau, lequel dépend du type de linteau et du type de maçonnerie. Idéalement, la largeur d'appui devrait être supérieure à 15 cm (règle empirique).

F. Y a-t-il un plancher porteur en bois ? Retirez le revêtement de sol et le plafond sur environ 30 cm à partir du mur. Vérifiez l'état du bois au droit des extrémités des solives. Certains éléments sont-ils dégradés ? Traitez-les ou remplacez-les en fonction du niveau de dégradation. Existe-t-il un risque d'infiltration d'eau de pluie ? Consultez à ce sujet Les Dossiers du CSTC 2012/4.16. Prenez en considération l'orientation et l'épaisseur de la façade, la surface d'appui sur laquelle repose l'extrémité des solives et la présence éventuelle de fissures ou de cavités (au droit des attaches murales, par exemple).



1 | Situation potentielle avant l'application de l'isolation intérieure : examen de l'état des éléments et exécution des travaux préliminaires.

Le risque d'infiltration d'eau de pluie peut être réduit en colmatant les ouvertures et en appliquant une couche hydrofuge sur la façade (enduit, bardage ou hydrofugation perméable à la vapeur).

Les fuites d'air au droit des extrémités des solives doivent être colmatées (voir NIT 255).

3 Points à considérer pendant les travaux

3.1 Réduisez les ponts thermiques

G. Appliquez la couche d'isolation thermique de façon continue.

H. Solution standard pour les murs liaisonnés et les planchers massifs : isolez le retour (si possible de part et d'autre du mur ou du sol). Largeur standard : environ 60 cm.

I. Placez l'isolation sur toute l'embrasure de la fenêtre ou de la porte. Attention : n'utilisez pas de matériaux sensibles à l'humidité. Epaisseur de l'isolation : au moins 20 mm. En cas d'espace insuffisant, il est possible de recourir à des matériaux super-isolants.

J. Dans les zones périphériques, où l'isolation intérieure est en contact avec les éléments constructifs adjacents (extrémités des solives en bois, …), il est recommandé d'appliquer un isolant adapté, et ce pour des raisons d'ordre acoustique, hygrothermique ou pour faciliter la mise en œuvre.

3.2 Evitez les fuites d'air

K. Placez une étanchéité à l'air aussi continue que possible du côté chaud de l'isolation intérieure.

L. Evitez de percer la barrière d'étanchéité à l'air. Conseil : prévoyez un espace technique. Etanchéifiez les perforations inévitables (voir NIT 255).

M. Raccordez soigneusement la couche d'étanchéité à l'air (voir K) à celle des éléments constructifs adjacents (murs, planchers, fenêtres, par exemple).

N. Evitez les mouvements d'air entre l'isolation et le mur (pas d'espace intercalaire) et assurez la continuité entre l'étanchéité à l'air et le plancher en béton éventuel.

O. Raccordez la barrière d'étanchéité à l'air aux solives en bois.

3.3 Contrôlez le climat intérieur

P. Veillez à ce que le climat intérieur ne soit ni trop humide ni trop froid. Il est recommandé d'installer un système de ventilation.

4 Points à considérer après les travaux

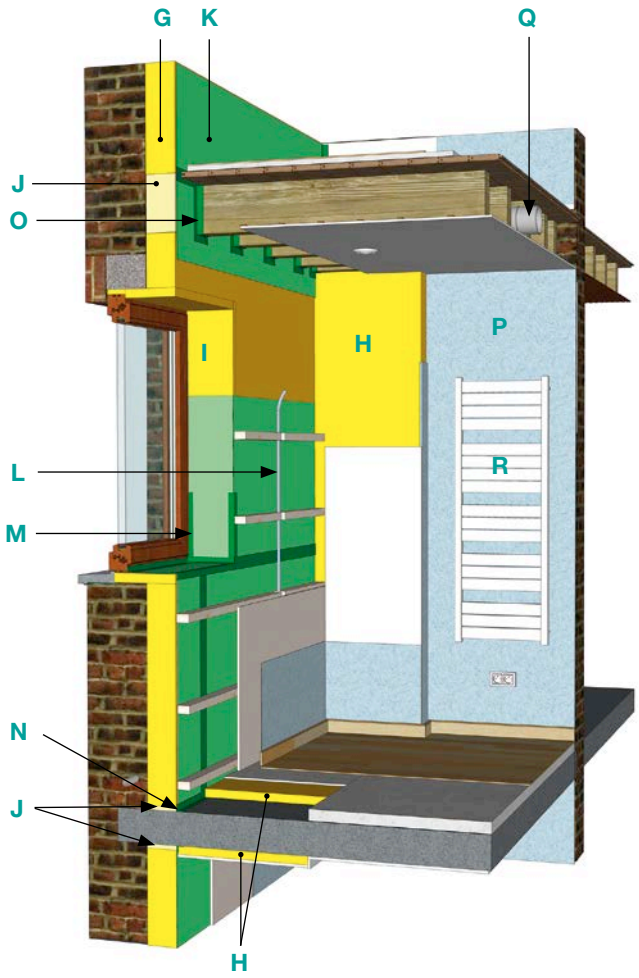
Informez le maître d'ouvrage de l'importance du climat intérieur.

Q. Ventilez suffisamment (système de ventilation).

R. Chauffez suffisamment les locaux.

F. Dobbels, ir.-arch., chef de projet, laboratoire Caractéristiques énergétiques, CSTC

Cet article a été rédigé dans le cadre des projets RenoFase et IDEA subsidiés par VLAIO.



2 | Situation potentielle après l'application de l'isolation intérieure tenant compte des détails de raccord.

Guide pratique

Un guide pratique (uniquement disponible en néerlandais) sur la réalisation des détails de l'isolation intérieure a été rédigé dans le cadre du projet RenoFase. Ce guide fournit des informations détaillées concernant différents aspects à prendre en considération, il répond aux questions fréquentes et propose des solutions pour diverses situations (y compris dans le cas d' une mise en œuvre phasée). Ce document peut être téléchargé gratuitement sur www.renofase.be.

Implémenter le BIM dans une entreprise ne se fait pas du jour au lendemain. Ce changement doit se faire progressivement, de manière à acquérir petit à petit l'expérience nécessaire et à apporter les éventuelles adaptations. Cet article propose un plan d'approche pouvant aider les grandes comme les petites entreprises à se lancer.

Etapes pour l'implémentation du BIM

Le passage au BIM s'opère différemment d'une entreprise à l'autre et requiert l'adoption d'une stratégie conçue sur mesure. Afin de soutenir et guider cette approche, nous proposons de suivre les étapes suivantes.

Acquérir les connaissances de base

Tout d'abord, il est important de savoir précisément ce qu'est le BIM et de connaître les possibilités que celui-ci peut offrir (voir CSTC-Contact 2017/1). Ces informations sont disponibles via différents canaux : présentations, événements, articles, livres, sites Internet (BIMportal.be, par exemple), …

La première étape pour commencer à travailler avec le BIM consiste à bien comprendre ce dont il s'agit et à prendre conscience qu'il faudra changer ses habitudes.
– Chiel Beckers, Vanhout

Les entrepreneurs qui débutent doivent se rendre compte que le BIM est bien plus qu'un simple outil ou logiciel de 3D. C'est en réalité une méthode de travail, un processus collaboratif qui vise un objectif commun et requiert une communication plus active.
– Vincent Didriche, CIT Blaton

Effectuer une autoanalyse

En analysant la situation de son entreprise, l'entrepreneur ressentira davantage la nécessité d'une éventuelle implémentation BIM. Quelle est son activité principale ? Quels sont ses atouts, mais également ses limites ? Quelles sont les difficultés fréquemment rencontrées au cours d'un projet ? Les clients sont-ils intéressés par le BIM ? Les partenaires ont-ils déjà adopté le BIM ?

Pour déterminer ce que nous attendions du BIM, nous nous sommes d'abord penchés sur les valeurs de notre entreprise : innovation, collaboration et réussite.
– Silvy Santosa, Willemen

Définir les objectifs

Une fois l'autoanalyse effectuée, il est plus facile pour l'entrepreneur de savoir pourquoi il souhaiterait recourir au BIM. Bien que ce dernier offre de nombreuses possibilités, leur pertinence varie d'une entreprise à l'autre. Il est dès lors utile d'établir une liste des objectifs que l'on souhaite atteindre grâce au BIM et des applications pouvant s'avérer nécessaires à cet égard. Pour ce faire, il est préférable de faire une distinction entre les objectifs à court et à long terme. Il est intéressant, par ailleurs, de déterminer les aspects pouvant éventuellement être traités par une entreprise externe.

Le BIM permet notamment de créer différentes vues à partir d'une maquette 3D (conçue par un partenaire), d'extraire des quantités pour établir une offre de prix et passer les commandes, de déterminer l'état d'avancement ou de recevoir des informations de manière plus structurée et plus efficace.

Pour les entreprises de grande taille jouissant d'une certaine expérience avec le BIM, les attentes peuvent être plus fortes encore : elles peuvent vouloir réduire les erreurs sur le chantier, effectuer un contrôle plus efficace des travaux et mieux gérer les informations, réaliser des vues et établir des offres pour proposer des variantes, optimiser le processus de fabrication, vérifier le budget et/ou le planning à partir d'une maquette numérique coordonnée, …

Acquérir les connaissances de base

Effectuer une autoanalyse

Définir les objectifs

Nous nous sommes lancés dans le BIM avec pour objectif de réaliser des éléments préfabriqués de manière détaillée, de sorte que nous puissions construire de façon efficace tout en suivant un processus industrialisé.
– Herman Bernaerts, Ibens

Ce qui nous a motivés à travailler avec le BIM, c'était de pouvoir effectuer des contrôles visuels en 3D sur des maquettes envoyées par nos partenaires, ce qui réduit le risque d'erreurs.
– Koen Vercaempt, Sibomat

Choisir le matériel et le logiciel

Le logiciel le plus approprié peut être choisi sur la base des objectifs visés. Il est parfois recommandé d'investir dans de nouveaux logiciels et éventuellement dans du nouveau matériel également, mais ce n'est certainement pas toujours nécessaire. Il se peut en effet que le logiciel actuellement utilisé soit déjà compatible avec le BIM ou qu'une visionneuse BIM gratuite (c'est-à-dire un logiciel permettant de visionner des maquettes numériques et de déterminer les quantités nécessaires) suffira pour répondre aux attentes de l'entrepreneur.

Le choix de l'outil est important et doit être adapté à la structure de l'entreprise.
– Pierre-Benoit Pousset, Thomas & Piron

Il est essentiel que les maquettes réalisées soient accessibles et exploitables via des visionneuses gratuites, de sorte que les petites entreprises puissent les consulter.
– Udo Linden, H.P. Linden

Démarrer un projet pilote et suivre des formations

Il faut ensuite se mettre réellement en route afin d'acquérir l'expérience nécessaire. Cela se fait en mettant sur pied un projet pilote représentatif des activités générales de l'entreprise.

S'il y a au sein de l'entreprise un manque de connaissances concernant certains processus ou logiciels, une formation peut s'avérer utile. Il peut s'agir d'une formation externe (via un développeur de logiciel, un centre de formation, …) ou d'une formation interne (via un point d'information au sein de l'entreprise, du coaching, …). Il est également possible de demander l'aide d'un conseiller externe ou d'engager des personnes ayant déjà de l'expérience avec le BIM.

Nous avons choisi comme projet pilot un projet dont le délai d'exécution était extrêmement court, avec pour objectif principal d'obtenir la meilleure vue possible de ce qu'il fallait construire. Nos sous-traitants ont très vite pu visualiser le bâtiment et repérer les points sensibles.
– Jurgen Blomme, Houben

Evaluer et améliorer

Tout changement demande des efforts. C'est pourquoi il est essentiel d'apporter au personnel de l'entreprise les informations relatives aux nouveautés apportées par le BIM. Quels sont les résultats ? Qu'est-ce qui s'est bien ou moins bien passé ? Le nombre de projets BIM est-il en hausse ? A-t-on engagé des personnes ayant une expérience du BIM ou a-t'on organisé une formation pour tout le personnel de l'entreprise ? En évaluant les résultats, en apportant des améliorations et en faisant le point sur l'expérience acquise avec le BIM, l'intérêt et la motivation de voir se développer cette méthode augmentent. L'utilisation du BIM ne fera que s'améliorer à chaque fois.

A l'attaque !

Puisque le BIM offre une importante plus-value tant aux grandes qu'aux petites entreprises, il est utile que tout le monde se lance dans l'aventure. Bien que l'implémentation du BIM soit fonction des attentes, de la taille et du domaine d'activité de l'entreprise, les étapes présentées dans cet article sont applicables à chacune. Nous tenons enfin à formuler les conseils suivants :

- tenez toujours compte de ce que vous attendez du BIM et ne soyez pas trop ambitieux dès le départ
- préférez la simplicité et ne vous focalisez pas sur des détails
- les attentes de toutes les parties étant différentes, soyez à l'écoute de ce que tout le monde souhaite.

Le BIM n'est pas un objectif en soi, mais un moyen d'obtenir de meilleurs résultats : communiquer et collaborer plus rapidement, éviter les erreurs et travailler de manière plus efficace et plus productive pour livrer des projets de qualité.

Service BIM et techniques de l'information, CSTC
S.Boeykens, KU Leuven

Choisir le matériel et le logiciel

Démarrer un projet pilote

Evaluer et améliorer

Bien que de nombreuses entreprises évaluent l'avancement de leurs projets par rapport au temps et qu'elles comparent les dépenses aux budgets, ces informations ne permettent pas de se faire une idée exacte des performances d'un projet lorsqu'elles sont examinées individuellement. La méthode de gestion de la valeur acquise (*Earned Value Management* ou EVM) peut toutefois apporter une solution à ce problème, en analysant les coûts en fonction de l'avancement du projet et du temps.

Evaluation des **performances d'un projet** grâce à la **gestion de la valeur acquise**

De quoi s'agit-il ?

La méthode de la valeur acquise consiste à établir tout d'abord un planning de référence, à y répartir les travaux à effectuer dans le temps et à attribuer enfin des coûts à ces travaux. Il est alors possible de déterminer la 'valeur planifiée'. L'avancement des travaux et les coûts réels pourront ensuite être adaptés de manière périodique dans le planning, et ce jusqu'à la date de référence (c'est-à-dire la date à laquelle l'avancement du projet est relevé).

Comme l'illustre le graphique ci-contre, la méthode de la valeur acquise compare l'avancement du projet aux coûts en se basant sur :

- **la 'valeur planifiée'** (*Planned Value* ou PV) : la valeur (cumulative) des coûts prévus des travaux devant être réalisés durant une période déterminée (ligne rouge)
- **la 'valeur acquise'** (*Earned Value* ou EV) : la valeur (cumulative) des coûts prévus de la quantité de travail réellement effectuée (ligne mauve)
- **les 'coûts réels'** (*Actual Cost* ou AC) : la valeur (cumulative) des coûts réels des travaux effectués durant la période concernée (ligne verte).

Quelles sont les informations obtenues grâce à cette méthode ?

Le graphique montre qu'à la date de référence :

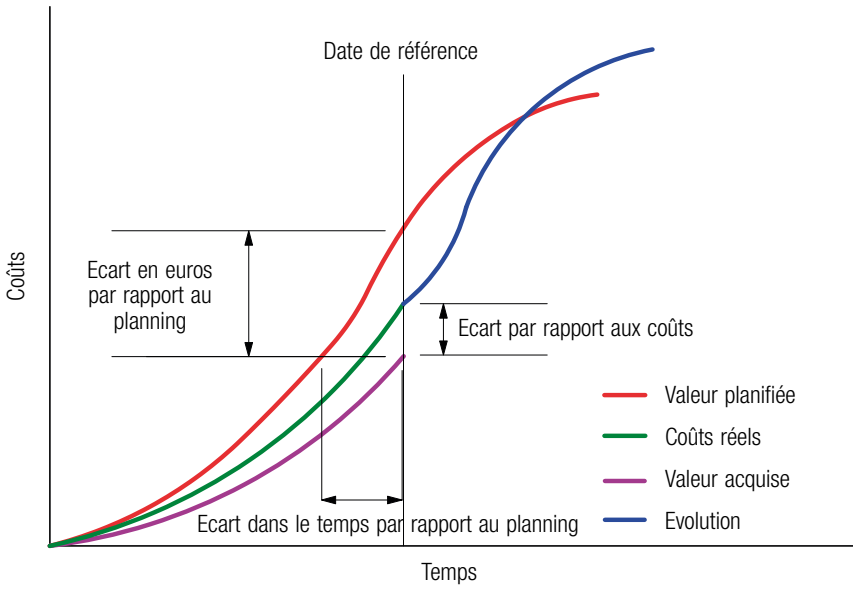
- les coûts initialement prévus des travaux réellement effectués (ligne mauve) sont inférieurs à ceux des travaux qui auraient normalement dû être réalisés (ligne rouge). Ce retard dans le planning peut être observé horizontalement (temps) et verticalement (euros) entre la ligne mauve et la ligne rouge. On parle alors d'un **'écart par rapport au planning'**
- les coûts réels des travaux réellement effectués (ligne verte) sont supérieurs aux coûts initialement prévus des travaux réellement effectués (ligne mauve). Les travaux ont donc un coût plus élevé que ce qui avait été initialement prévu dans le budget. Le montant de ces coûts supplémentaires apparaît à la verticale sur le graphique, entre la ligne mauve et la ligne verte. Il s'agit d'un **'écart par rapport aux coûts'**.

La méthode de la valeur acquise peut être étoffée en y introduisant divers paramètres additionnels, de manière à prévoir notamment l'évolution du projet (ligne bleue).

En pratique, la méthode peut être appliquée au moyen de feuilles de calcul (Excel, par exemple) ou de logiciels de planification spécialisés.

Pour de plus amples informations à ce sujet, nous vous invitons à contacter la division Gestion et qualité du CSTC (gebe@bbri.be).

B. Coemans, ing., conseiller principal senior, division Gestion et qualité, CSTC



Estimation des performances d'un projet grâce à la méthode de la gestion de la valeur acquise.

Publications du **CSTC**

Les Dossiers du CSTC

2015/3.14 Amenée d'air comburant pour le chauffage local au bois.

2016/2.3 Outil d'évaluation de l'applicabilité de la géothermie peu profonde.

2017/2.2 L'économie circulaire : bien plus que du recyclage !

2017/2.17 Trouver sa voie dans le dédale des normes et directives géotechniques.

Notes d'information technique

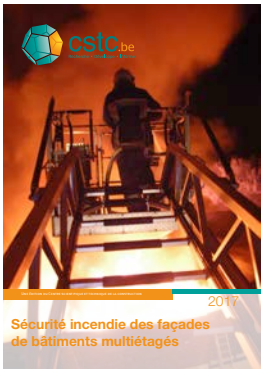
NIT 262 Code de bonne pratique pour la pose des revêtements de sol textiles.

CSTC-Digest

N° 15 Comment obturer un percement dans une paroi résistant au feu ... pour qu'elle reste résistante au feu ?

Monografies

Sécurité incendie des façades de bâtiments multiétagés.



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 S. Eeckhout 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 : Jan Venstermans, 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 partielles, des textes et des illustrations de la présente revue n'est autorisée qu'avec le consentement écrit de l'éditeur responsable.

www.cstc.be

cstc.be
Recherche • Développe • Informe

Centre scientifique et technique de la construction

Recherche • Développe • Informe

Principalement financé par les redevances de quelque 85.000 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'européen (CEN) ou international (ISO), ainsi qu'à ceux d'instances telles que l'Union belge pour l'agrément technique dans la construction (UBAtc), 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 650 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

Centre de démonstration et d'information
Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
tél. 011/79 95 11
fax 02/725 32 12

- centre de compétence TIC pour les professionnels de la construction (ViBo)
- centre d'information et de documentation numérique pour le secteur de la construction et du béton (Betonica)

Brussels Meeting Centre
Boulevard Poincaré 79, B-1060 Bruxelles
tél. 02/529 81 29

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